



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO MATIAS MARINHO NETO

**AVALIAÇÃO DO USO DO BIM NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES
HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS: UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS
CRATEÚS**

CRATEÚS
2022

JOÃO MATIAS MARINHO NETO

AVALIAÇÃO DO USO DO BIM NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E
SANITÁRIAS PREDIAIS: UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS CRATEÚS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil.

Orientador: Prof. Me. Tatiane Lima Batista.

CRATEÚS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M29a Marinho Neto, João Matias.
Avaliação do Uso do BIM na disciplina de instalações hidráulicas e sanitárias prediais : Um estudo de caso no campus Crateús / João Matias Marinho Neto. – 2022.
83 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, , Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Me. Tatiane Lima Batista.

1. Adoção BIM. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Sistemas Prediais. I. Título.

CDD

JOÃO MATIAS MARINHO NETO

AVALIAÇÃO DO USO DO BIM NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E
SANITÁRIAS PREDIAIS: UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS CRATEÚS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Tatiane Lima Batista (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Luís Felipe Cândido (Avaliador interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Washington Bastos da Silva Filho (Avaliador externo)
Martel Consultoria, Treinamentos e Projetos LTDA.

Aos meus pais, Matias e Marillac.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Matias e Luiza de Marillac, por terem acreditado e por não desistido durante a minha árdua e sinuosa jornada educacional, nunca medindo esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Ao meu irmão, Luiz, por toda amizade, paciência e apoio.

À Celymara Joice por todo o amor, companheirismo, paciência, empatia, dedicação e apoio durante todos os momentos em que compartilhamos nos últimos anos. Suas virtudes são a minha maior fonte de inspiração para estar sempre buscando ser alguém melhor.

À todos os meus familiares.

À Profa. Me. Tatiane Lima Batista, pela excelente parceria formada no último ano, por toda a calma e empenho, que foram fundamentais durante sua exímia orientação.

A todos os colegas de graduação, em especial aos amigos Victor Lima, Jandeilson Lourenço e Ricardo de Sousa pelos momentos de descontração, os aprendizados, as conversas construtivas e pelo time que formamos durante a graduação. Foi um prazer percorrer essa estrada junto a vocês.

À todos os professores e colaboradores da UFC, instituição que tenho orgulho de fazer parte.

“Forte é quem, depois de tanto perder, reergue-se e segue lutando.” – Ayrton Senna

RESUMO

Com o aumento da complexidade dos projetos, o BIM (Building Information Modeling ou Modelagem da informação da construção) tem se destacado, possibilitando a melhoria na qualidade do produto final, integrando uma série de dados em um modelo virtual de edificação. Portanto, faz-se necessária a disseminação do BIM para os profissionais e estudantes das engenharias, visto que essa é uma forma ainda nova de trabalho na engenharia. Porém, apesar da série de vantagens observadas na literatura, adotar o BIM é uma problemática existente no mercado e na academia dada sua complexidade. Dessa maneira, buscou-se explorar o seguinte questionamento: Como se dá a adoção do BIM no ensino de projeto de sistemas prediais para engenharia? Percebendo essa problemática, o presente trabalho visa descrever as experiências iniciais da adoção BIM no campo dos Sistemas Prediais em uma instituição de ensino superior, mais especificamente na disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais. Visando assim contribuir para as experiências de ensino e aprendizagem do BIM no ensino superior, o que consequentemente contribui para a melhoria da qualidade dos profissionais formados pela instituição. Nesse sentido, desenvolveu-se uma pesquisa utilizando como estratégia o estudo de caso. Como resultados, foi possível conhecer o atual nível de conhecimento sobre BIM dos discentes da turma utilizada como objeto de estudo e o nível de conhecimento na ferramenta BIM utilizada, descrever sobre o plano de execução utilizado para a adoção do BIM na disciplina e realizar a análise dos resultados obtidos durante o desenvolvimento dos projetos de água fria e esgoto sob o ponto de vista dos discentes. Visando conhecer as principais dificuldades durante o desenvolvimento dos projetos bem como a qualidade do desenvolvimento desses projetos, analisada através da avaliação dos trabalhos pela docente. Como conclusões, o grau de conhecimento dos discentes da turma analisada sobre BIM de forma geral, bem como se já havia alguma forma de conhecimento destes na ferramenta *Autodesk Revit*. O trabalho possibilitou entender como foi estruturado o plano adoção proposto, através as características que foram solicitadas pela docente no modelo BIM, do plano de entregáveis e dos treinamentos propostos. Além disso, pode-se ainda entender quais as dificuldades encontradas durante o processo de implantação, o que junto as sugestões feitas possibilitam a posterior aprimoração do processo de implantação BIM na disciplina analisada, bem como a extensão do processo de ação para outras disciplinas.

Palavras-chave: Adoção BIM. Ensino-Aprendizagem. Sistemas Prediais.

ABSTRACT

With the increase in the complexity of projects, BIM (Building Information Modeling) has stood out, enabling improvement in the quality of the final product, integrating a series of data into a virtual building model. Therefore, it is necessary to disseminate BIM to engineering professionals and students, as this is still a new way of working in engineering. However, despite the series of advantages observed in the literature, adopting BIM is an existing problem in the market and in academia, given its complexity. In this way, we sought to explore the following question: How is BIM adopted in the teaching of building systems design for engineering? Realizing this problem, the present work aims to describe the initial experiences of BIM adoption in the field of Building Systems in a higher education institution, more specifically in the subject of Building Hydraulic and Sanitary Installations. Thus, aiming to contribute to the teaching and learning experiences of BIM in higher education, which consequently contributes to the improvement of the quality of professionals trained by the institution. In this sense, research was developed using the case study as a strategy. As a result, it was possible to know the current level of knowledge about BIM of the students of the class used as object of study and the level of knowledge in the BIM tool used, describe the execution plan used for the adoption of BIM in the discipline and carry out the analysis of the results obtained during the development of cold water and sewage projects from the students point of view. Aiming to know the main difficulties during the development of the projects as well as the quality of the development of these projects, analyzed through the evaluation of the work by the teacher. As conclusions, the degree of knowledge of the students of the analyzed class about BIM in general, as well as if there was already some form of knowledge of these in the Autodesk Revit tool. The work made it possible to understand how the proposed adoption plan was structured, through the characteristics that were requested by the teacher in the BIM model, the deliverables plan and the proposed training. In addition, it is also possible to understand the difficulties encountered during the implementation process, which together with the suggestions made allow the subsequent improvement of the BIM implementation process in the analyzed discipline, as well as the extension of the action process to other disciplines.

Keywords: BIM Adoption. Teaching-learning. Building Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Campos BIM.....	20
Figura 2 - Obstáculos encontrados na adoção BIM em cursos de graduação	25
Figura 3 - Estratégias de implementação BIM na graduação	26
Figura 4 - Níveis de ensino-aprendizagem em BIM.....	27
Figura 5 - Delineamento da pesquisa	29
Figura 6 - Plano de execução dos treinamentos BIM.....	35
Figura 7 - Modelo utilizado para a elaboração dos projetos pelos discentes	36
Figura 8 - Planta baixa do modelo utilizado.....	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conhecimento dos discentes sobre BIM.....	41
Gráfico 2 - Contato com a ferramenta de modelagem Autodesk Revit.....	41
Gráfico 3 - Erros observados nos trabalhos de água fria.....	52
Gráfico 4 - Erros observados nos trabalhos de esgoto.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disciplinas onde já foi feito uso do software	42
Tabela 2 - Dificuldades no uso da ferramenta	43
Tabela 3 - Dificuldades gerais durante o processo de desenvolvimento dos projetos	44
Tabela 4 - Dificuldades associadas ao uso do software Revit na etapa de desenvolvimento dos projetos	45
Tabela 5 - Evolução na utilização do software durante o projeto de água fria.....	46
Tabela 6 - Evolução na utilização do software durante o projeto de esgoto	47
Tabela 7 - Principais alterações durante o processo de projeto na etapa de água fria.....	47
Tabela 8 - Principais alterações durante o processo de projeto na etapa de esgoto	48
Tabela 9 - Avaliação da comunicação entre as equipes	49
Tabela 10 - Divisão das tarefas no desenvolvimento do projeto de água fria.....	50
Tabela 11 - Divisão das tarefas no desenvolvimento do projeto de esgoto.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características da disciplina de Instalações hidráulicas e sanitárias prediais	30
Quadro 2 - Requisitos avaliados.....	32
Quadro 3 - Itens entregáveis por etapa	38
Quadro 4 - Conteúdos abordados nos vídeos de apoio.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRASIP	Associação Brasileira de Sistemas Prediais
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
API	Interface de programação
BEP	Bim Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
PDA	Plano de ação
IHSP	Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais
ICC	International Code Council
IPC	International Plumbing Code
LOD	Level Of Development
MEP	Mechanical, electrical and plumbing
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PDP	Processo de desenvolvimento de um produto
SPDS	Sistemas Prediais
TI	Tecnologia da informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Contextualização	16
1.2	Problema de pesquisa	17
1.3	Objetivos	18
1.4	Justificativa.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Modelagem da Informação da Construção (BIM).....	19
2.2	Sistemas prediais	22
2.2.1	<i>Instalações hidrossanitárias e BIM</i>.....	22
2.2.1.1	Softwares BIM para Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS)	23
2.3	O BIM no ensino de Engenharia	24
2.3.1	<i>Formas de implantação do BIM na graduação</i>	25
2.3.2	<i>Estratégias de Ensino e Aprendizagem do BIM</i>.....	26
3	MÉTODO DE PESQUISA	28
3.1	Fundamentação e Compreensão.....	29
3.2	Coleta e análise dos Dados.....	30
3.3	Descrição dos resultados.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1	Feedback da adoção teste no semestre 2021.1	33
4.2	Descrição do plano de execução da disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais no semestre 2021.2	34
4.3	Caracterização do BIM na turma do semestre 2021.2.....	40
4.4	Análise da adoção estruturada no semestre 2021.2	44
4.4.1	<i>Análise sob o ponto de vista dos discentes</i>.....	44
4.4.1.1	Processo de projeto.....	44
4.4.1.2	Avaliação da comunicação e divisão de tarefas	48
4.4.2	<i>Análise de desempenho</i>	52
5	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A – DEFINIÇÃO DOS ASPECTOS BIM UTILIZADOS NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS NO SEMESTRE 2021.2.....	60
	APÊNDICE B – DIAGNÓSTICO SOBRE O CONHECIMENTO BIM DOS DISCENTES	

NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS DO SEMSTRE 2021.2	61
APÊNDICE C – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA A COLETA DE DADOS APÓS A CONCLUSÃO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA	63
APÊNDICE D – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA A COLETA DE DADOS APÓS A CONCLUSÃO DO PROJETO DE ESGOTO	65
ANEXO A– PLANO DE AULAS DA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E PREDIAIS SANITÁRIAS.....	67
ANEXO B – CHECKLISTS UTILIZADOS PELA DOCENTE PARA A CORREÇÃO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA.	73
ANEXO C – CHECKLISTS UTILIZADOS PELA DOCENTE PARA A CORREÇÃO DO PROJETO DE ESGOTO.....	77
ANEXO D – EXEMPLO DE PROJETO DESENVOLVIDO DURANTE A DISCIPLINA.....	80

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O setor da Construção Civil é caracterizado por sua heterogeneidade, grande tradicionalidade e resistência às inovações tecnológicas (AMBROZEWICZ, 2003), sendo considerado atrasado frente aos demais setores da economia (PERALTA, 2002). Não obstante, com a necessidade da melhoria da evolução dos processos no setor, a integração da informação e quebra de paradigmas são questões necessárias (NASCIMENTO; SANTOS, 2015).

Na indústria da construção civil o processo de desenvolvimento de um produto (PDP) consiste em uma extensa cadeia com diversas frentes de trabalho envolvidas. Uma dessas frentes, o processo de desenvolvimento de projetos, é visto como um dos principais responsáveis pela ineficiência desse processo (BRITO, 2001). O processo de projeto tradicional é caracterizado pelo desenvolvimento independente dos projetistas das diversas disciplinas que compõem os sistemas prediais, não havendo comunicação para verificação e compatibilização das soluções propostas (YWASHIMA; ILHA, 2010).

Como consequência do aumento da complexidade desses projetos, exigência de maiores níveis de qualidade do produto final, da forte dinâmica e competitividade do mercado (CHECCUCCI, 2014a), há a crescente necessidade do compartilhamento de informações entre todos os *stakeholders*, que são todas as partes interessadas e envolvidas nos processos de construção. Observando essa necessidade, nos últimos anos a tecnologia da informação (TI) tem se mostrado forte aliada à indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), estando o BIM (*Building Information Modeling*) inserido nessa conjuntura.

Para Sacks *et al.* (2018, p. 16), o BIM pode ser definido como “[...] uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos de produção, comunicação e análise de modelos da construção.”. Uma outra definição é trazida por Succar (2009, p. 1) que afirma: “Modelagem da construção da informação é uma série de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais de um projeto de forma digital e do ciclo de vida deste.”.

Percebendo a grande dimensão na qual está inserido o BIM, bem como suas dificuldades de implementação, no contexto acadêmico nacional, Checcucci (2014b) aponta que as universidades têm sofrido dificuldades com a implantação e adequação de novas tecnologias junto às grades curriculares dos cursos de arquitetura e engenharia. A autora ainda

evidencia a necessidade da criação de uma literatura nacional, destacando a grande dispersão dessas informações e ressaltando a fundamental importância da construção de uma base sólida científica para a adequação do BIM no país.

A adoção do BIM não acontece de maneira rápida, passando por diversos estágios e sendo adequada de forma gradativa (SUCCAR, 2009). Nos cursos de graduação, as grandes barreiras para adoção do BIM são a necessidade da associação de diferentes disciplinas, participação do corpo docente e de infraestrutura (CHECCUCCI; AMORIM, 2014). Além disso, os autores ainda apontam que com a evolução da adoção surge a necessidade de maiores cargas horárias dedicadas a tratar do BIM, o que é um fator limitante, visto que em cursos de graduação generalistas as cargas horárias já são bastante elevadas. No contexto de inserção do presente trabalho, destaca-se que a adoção do BIM em IES no estado do Ceará ainda se mostra incipiente, sendo inserida de forma pontual e pouco institucionalizada (SERIDÓ, 2021).

Há uma falta de profissionais capazes de desenvolver projetos de sistemas prediais (SPDS) em BIM (COSTA; STAUT; ILHA, 2014). Quando comparados os níveis de desenvolvimento dos projetos de sistemas prediais frente aos projetos das demais disciplinas, nota-se que estes ainda são concebidos com poucos estudos, corroborando para sua baixa qualidade (SILVA FILHO, 2018). O autor ainda aponta que frente às poucas pesquisas dedicadas sobre BIM nos sistemas prediais, a geração de conhecimento pode vir a instigar e contribuir para a utilização do BIM nas disciplinas de sistemas prediais, o que favorece à elevação dos níveis de qualidade dos projetos dessas disciplinas.

De acordo com um estudo realizado pela Associação Brasileira de Sistemas Prediais ABRASIP-MG (2015) os ganhos para os projetos de sistemas prediais utilizando o BIM são relevantes, corroborando para o aumento de eficiência, produtividade e qualidade no setor da construção. Porém, a dificuldade de implementação da metodologia no mercado é um gargalo sofrido, que é justificado pela falta de conhecimento dos profissionais hoje atuantes no mercado e pelo seu elevado custo inicial. Silva Filho (2018) destaca que apesar da crescente demanda por BIM em projetos arquitetônicos no Ceará, existe a dificuldade por parte das construtoras na obtenção de profissionais que utilizam BIM nos projetos complementares.

Nesse contexto, apresenta-se a questão de pesquisa a seguir.

1.2 Problema de pesquisa

Como supracitado, existe uma lacuna quanto a adoção do BIM no ensino superior, uma vez que as instituições de ensino superior não têm conseguido acompanhar as exigências

do mercado de trabalho. Diante disso, Checcucci (2014a) ressalta a importância da necessidade de novas abordagens para a adoção do BIM nos cursos de graduação, o que gera a seguinte problemática: Como se dá a implantação do BIM no ensino de projeto de sistemas prediais para engenharia?

1.3 Objetivos

A partir da questão de pesquisa, tem-se por objetivo geral analisar a adoção de ferramentas BIM na disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais.

Como objetivos específicos:

- a) Apresentar o desenvolvimento e a aplicação de um programa para adoção do BIM na disciplina;
- b) Identificar dificuldades e oportunidades de melhorias associadas a implantação do BIM na disciplina.

1.4 Justificativa

Frente a uma indústria da AECO cada vez mais aberta a adoção de novas práticas, metodologias e tecnologias, percebe-se que há uma tendência crescente na demanda de profissionais capacitados para projetar em BIM.

Um impulso para a discussão do BIM no meio acadêmico surge do decreto Nº 9983 que estimula a implementação do BIM através da Estratégia BIM BR e o decreto Nº 10306 que propõe a utilização do BIM a partir de 2021 no Brasil.

Logo, é notório que o BIM em um futuro próximo será uma realidade difundida no país e, portanto, a universidade como elemento formador deve se preocupar em contribuir para formação dos discentes, fornecendo os conhecimentos básicos exigidos pelos escritórios de engenharia contratantes, o que se realizado, corrobora para uma melhor absorção desses profissionais pelo mercado de trabalho.

Portanto, o trabalho torna-se relevante uma vez que objetiva compartilhar experiências relacionadas a adoção de uma ferramenta BIM nos cursos de engenharia de um campus da Universidade Federal do Ceará, contribuindo com a geração de evidências no meio acadêmico sobre o tema da adoção e ensino-aprendizagem de BIM em cursos de graduação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho concentra-se na literatura acerca de BIM, seguindo com as principais características do BIM aplicado aos sistemas prediais. Finalizando-se com a abordagem do BIM no ensino de graduação em cursos de Engenharia.

2.1 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

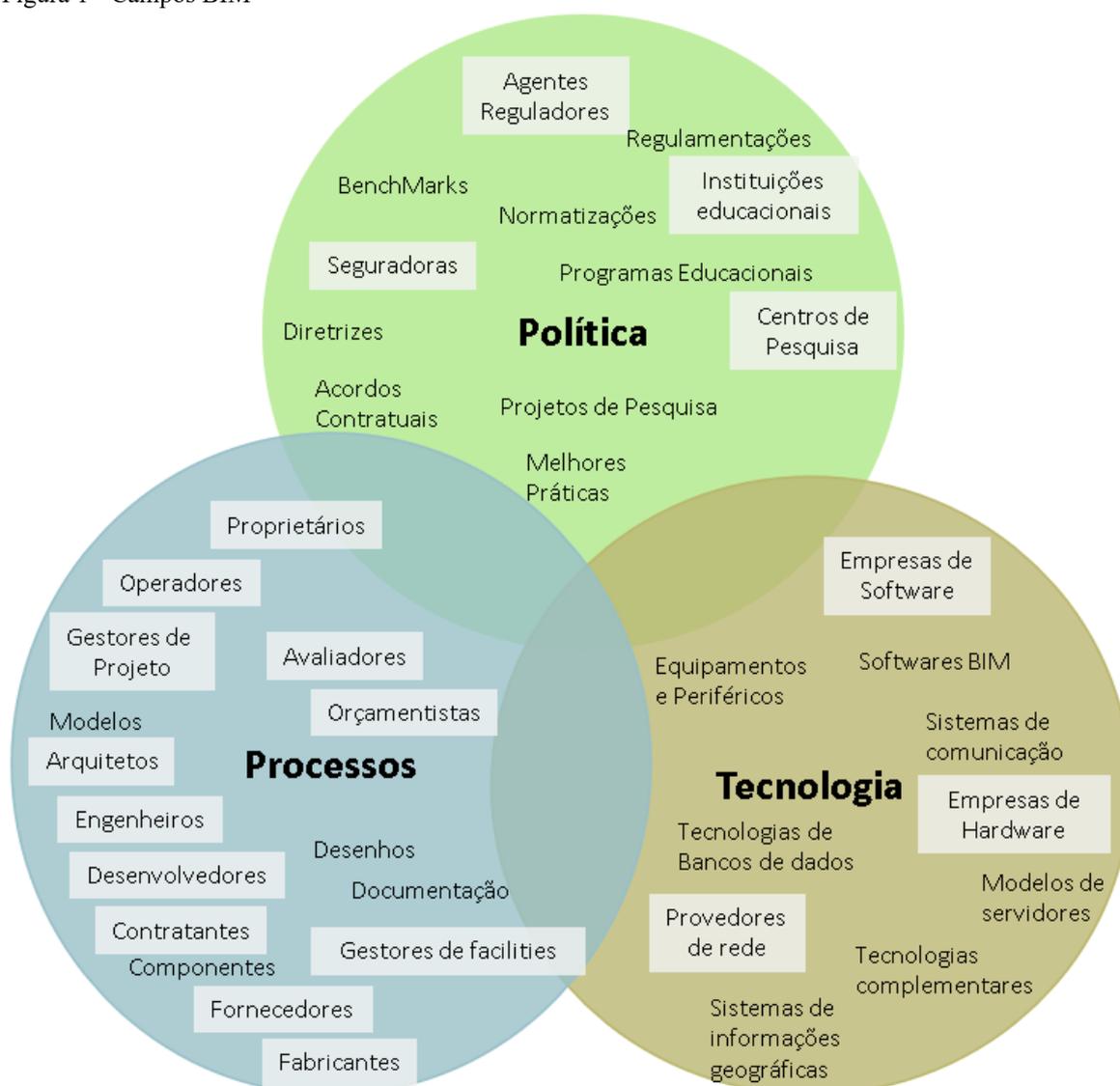
Com a crescente necessidade de melhoria dos processos, a indústria da AECO vem passando por uma série de transformações, destacando-se especialmente a abertura às inovações tecnológicas (NASCIMENTO; SANTOS, 2015). Diante desse cenário, manifesta-se a necessidade da implementação de metodologias que forneçam uma melhor integração no fluxo de dados dos processos inerentes a esse setor (NASCIMENTO, SANTOS, 2015).

Nesse sentido, o BIM que é caracterizado por conjunto de interações políticas, processos e tecnologias que surge como uma forma metodológica para o gerenciamento do ciclo de vida de uma edificação contendo todo o universo de dados desta (SUCCAR, 2009).

Através da definição de Succar (2009), percebe-se que o BIM surge como uma inovação disruptiva (SUCCAR; KASSEM, 2016), buscando integrar diversos participantes do mercado da AECO durante o processo de concepção e projeto de edificações.

Aprofundando-se na definição apresentada, pode-se destacar de maneira mais detalhada os diversos campos que compõem o BIM. O campo da tecnologia é formado majoritariamente por *players* da produção de tecnologia, que focam no desenvolvimento de softwares, hardwares e sistemas de rede objetivando melhor eficiência e produtividade no setor da AECO. O campo dos processos envolve toda a cadeia de projeto e execução do setor da AECO como engenheiros, arquitetos, fornecedores e proprietários. O campo das políticas é composto por instrumentos regulatórios e centros de geração de conhecimento, como normatizações e universidades. A Figura 1 mostra a interação entre todos os campos BIM citados.

Figura 1 - Campos BIM



Fonte: Succar (2009)

Na perspectiva do campo de processos, destaca-se que no BIM as áreas de projeto, planejamento, orçamento e execução passam a interagir de forma simultânea, coexistindo durante o PDP, o que provoca uma drástica mudança no paradigma de projeto tradicional, caracterizada anteriormente por ocorrer de forma linear e sequencial (BÖES, 2019).

Ainda no campo processual, adentrando no setor projetual, destaca-se que no BIM as formas geométricas seguem o paradigma da modelagem orientada a objetos (BÖES, 2019). Dessa maneira, cada objeto possui dados, parâmetros e regras bem definidas, não havendo redundância e inconsistência.

Uma vez que um objeto possui as mesmas características, não devem haver divergências na representação gráfica desse, ou seja, um elemento representado em 3D deve

sempre estar de acordo também com sua representação em 2D uma vez que se trata do mesmo objeto (SILVA FILHO, 2018; SACKS *et al.*, 2018).

Essa abordagem promove uma alteração na forma de trabalho predominante na AECO, que se utiliza tradicionalmente da tecnologia CAD 2D (Eastman *et al.* 2014), pois como observado o BIM não se limita somente a representação geométrica indo além de conceitos puramente ligados a expressão gráfica.

Paiva Junior (2013) destaca que esse acréscimo de informações em objetos 3D acarreta em maiores dificuldades à adoção do BIM, em especial pelo fato de que cada edificação conta com suas particularidades, possuindo objetos com propriedades e características únicas. Apesar da especificidade necessária para cada edificação, o autor aponta que a utilização de objetos paramétricos é de grande valia, promovendo a redução de retrabalhos na correção de erros uma vez que cada objeto possui suas características geométricas de informacionais bem definidas.

Essas características, por sua vez permitem com que os envolvidos no processo de concepção de edificações dediquem mais tempo a outros usos possibilitados pelo BIM como a extração de quantidades, estimativa de custos e orçamentos, coordenação e análise de construtibilidade (CBIC, 2016).

Para o atendimento desses pontos, surge a necessidade da definição de diversos pontos sobre a modelos BIM, visando o alinhamento sobre questões como quais as informações necessárias ao modelo BIM (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2020).

O *BIM Execution Plan* (BEP), que no português é conhecido como Plano de Execução BIM (PEB), é documento que tem se utilizado para garantir que a entrega da informação ocorra de maneira eficiente, visando que todos os pontos necessários pelos contratantes sejam atendidos durante a modelagem da informação (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2020).

Dessa forma, alguns dos itens que devem conter no PEB são definições de aspectos como o nível de desenvolvimento dos objetos BIM, conhecido como *Level of Development* (LOD), quais objetos devem ser modelados e não modelados, as responsabilidades de cada participante, os fins dos usos dos modelos e quais devem ser os entregáveis BIM (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2020).

Portanto, é perceptível que não é simples a mudança do paradigma do processo de projeto tradicional para o BIM dada sua complexidade, fazendo-se necessária uma melhor compreensão sobre o BIM e a forma com que essas mudanças afetam o projeto de sistemas prediais.

2.2 Sistemas prediais

Os Sistemas Prediais (SPDS) são considerados subsistemas do sistema edifício, devendo estar em conformidade às exigências do projeto de arquitetura (CARVALHO JÚNIOR, 2013), tendo como objetivo dar suporte às atividades básicas desenvolvidas por seus usuários (MATOS, 2011).

No meio BIM os SPDS são conhecidos através do termo conhecido como MEP design (Mechanical, electrical and plumbing), sendo estes respectivamente projetos mecânico, elétrico e encanamento.

De acordo com Farina, Gonçalves (2002): “O Projeto de Sistemas Prediais é o conjunto de representações gráficas e documentos que trazem as especificações para a construção dos sistemas provedores dos serviços disponibilizados no Edifício.”.

Apesar da grande importância dos SPDS para o funcionamento do sistema Edifício, Farina e Gonçalves (2002) apontam que as empresas e profissionais de sistemas prediais são formados por profissionais que não conseguiram acompanhar as evoluções tecnológicas. Dada essa conjuntura, percebe-se que esse é um dos fatores que contribuem para a baixa qualidade dos projetos de SPDS.

Diante do contexto apresentado, a utilização do BIM no processo de projetos de SPDS se mostra benéfica, uma vez que os projetos deixam de ser representados de maneira unifilar e passam conter visualizações gráficas em 3D, parâmetros e informações (AZEVEDO; RIBEIRO, 2020).

2.2.1 Instalações hidrossanitárias e BIM

As instalações hidrossanitárias são compostas pelos sistemas de água fria, água quente, sanitário, prevenção contra incêndio e águas pluviais (CARVALHO JUNIOR, 2013). No Brasil, as principais normatizações quanto ao campo projetual são as NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução, NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais e NBR 5626:2020 – Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.

O processo de projeto hidrossanitário é iniciado de maneira tardia, o que acarreta em dificuldades de comunicação com as demais disciplinas envolvidas no processo de construção de uma edificação (LIMA; ANDERY; VEIGA, 2016). Além disso, os autores apontam que são frequentes as discordâncias com as demais disciplinas pois, o processo de

contratação tardia acarreta em conflitos que geram grandes alterações nos projetos já concebidos, aumentando assim custos e prazos.

A especialidade de projetos hidrossanitários possui comumente processos internos às empresas e isolados dos demais participantes, em especial no processo de compatibilização, ocasionando um fluxo de informações unidirecional e tardio das informações aos projetistas das demais disciplinas (LIMA; ANDERY; VEIGA, 2016; YWASHIMA; ILHA, 2010). Os autores ainda apontam que por esse processo ocorrer de maneira tardia, se tem como resultado um elevado consumo de tempo, e conseqüentemente um acréscimo de custos, quando comparados a projetos onde há maior integração das equipes.

Percebendo esse cenário, a utilização do BIM possui grande relevância para a melhoria dos processos de projeto de Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS), em especial projetos com elevado nível de exigência técnica, promovendo assim melhores possibilidades no desenvolvimento de soluções e conseqüentemente melhora no desempenho dos sistemas prediais, além da redução nos custos de construção, operação e manutenção de edificações (LIMA, 2016).

A Autora ainda destaca que diante da evolução tecnológica propiciada pelo BIM, há necessidade de profissionais que possuam boa capacidade de adaptação, tomada de decisão e elevado conhecimento técnico. Isso, por sua vez, terá como conseqüência a mudança na forma de atuação de empresas de projetos de SPDS.

No estado do Ceará, apesar do BIM já ser conhecido entre projetistas, há pouca utilização por parte destes, devido as dificuldades encontradas durante o processo de implantação deste (MEDEIROS, 2017).

De acordo com Medeiros (2017), o BIM ainda não é fortemente utilizado para projetos no Brasil, pois ainda há uma dificuldade quanto aos softwares que dimensionem de forma nativa SPHS que atendam as normativas brasileiras. Além disso, outro fator problemático aos softwares BIM é a atual incapacidade de estes atenderem as expectativas dos projetistas de SPDS sendo necessária maior evolução nos softwares (LIMA, 2016).

2.2.1.1 Softwares BIM para Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS)

No campo BIM aplicado aos Sistemas Prediais, os principais softwares BIM de projeto utilizados no Brasil são o *Autodesk Revit*, *Graphisoft Archicad* e o Alto QI QIBuilder, sendo este último o único a realizar o dimensionamento nativo de acordo com as normas brasileiras.

O Autodesk Revit é bastante difundido no mercado por abranger diversas disciplinas da engenharia como *Architecture*, *Structure* e *MEP*. O software se mostra uma excelente ferramenta para as etapas de modelagem, coordenação de projetos, extração de quantitativos, informações do modelo e documentação, além de contar com dimensionamento de instalações hidrossanitárias. Porém, este último segue a normativa proposta pelo *International Code Council (ICC)* o *International Plumbing Code (IPC)*.

O software permite alteração e/ou adaptação das normativas através da sua interface de programação (API), entretanto, faz-se necessário domínio de linguagens de programação como Python, C++ ou C#, sendo essa uma dificuldade encontrada pelos profissionais da engenharia, que não contam com grande domínio de programação para adaptar as normativas brasileiras de SPHS ao programa (MEDEIROS, 2017).

Ainda de acordo com o autor, uma solução mais palpável para engenheiros é o dimensionamento de SPHS através da utilização da linguagem de programação visual Dynamo. Porém, este ainda aponta que até os resultados sejam satisfatórios, o tempo dispendido é elevado, o que acaba sendo um grande empecilho a grande maioria dos projetistas.

Apesar da limitação encontrada, a ferramenta Autodesk Revit possui importante papel no desenvolvimento de projetos de SPHS em BIM, uma vez que contribui para a redução de erros, em especial relacionados a compatibilização de projetos, especificação de materiais e componentes, controle de qualidade e proporciona ganho de produtividade em diversas etapas de projeto, possuindo elevado potencial para a redução de custos durante a etapa de execução e melhoria na qualidade dos projetos de SPHS.

2.3 O BIM no ensino de Engenharia

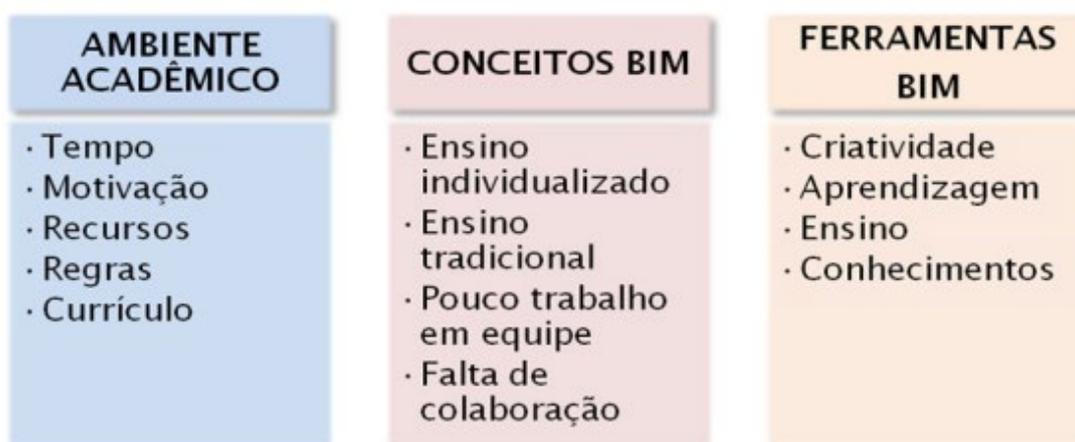
Com a tomada de conhecimento dos benefícios propostos pela modelagem da informação da construção (BIM) no mundo todo, existe uma crescente e constante necessidade de profissionais que estejam aptos a desenvolver projetos com essa nova forma de trabalho na engenharia (BARISON, SANTOS, 2011).

De acordo com Sabongi (2014) a introdução do BIM nos cursos de graduação ocorre de maneira muito lenta, isso tem sido uma grande dificuldade, pois, ainda são utilizados no ensino os métodos tradicionais de projeto, que ocorrem de forma não integrada. Como consequência desse atraso do sistema de ensino, os discentes têm encontrado diversas dificuldades em atender as necessidades do mercado da construção mesmo ainda inseridos em

cursos de graduação (BARISON; SANTOS, 2011.; RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Barison, Santos (2011) apontam que os cursos de Engenharia que desejam integrar o BIM na grade curricular possuem elevada chance de se depararem com algumas barreiras durante esse processo, sendo estas circunstâncias do ambiente acadêmico, incompreensão dos conceitos BIM e dificuldades de aprendizagem e operação das ferramentas BIM. A Figura 2 apresenta de forma detalhada algumas variáveis que contribuem para a dificuldade desse processo.

Figura 2 - Obstáculos encontrados na adoção BIM em cursos de graduação



Fonte: Barison, Santos (2010)

No âmbito nacional, Ruschel, Andrade e Morais (2013) identificaram experiências de ensino BIM em sete IES apontando que nestas o BIM se encontra nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, ocorrendo de forma pontual através da iniciativa de alguns discentes em integrarem o BIM a disciplina ministrada. Os autores ainda classificam que as experiências observadas ainda estão em nível introdutório, com foco principalmente na modelagem paramétrica de projetos arquitetônicos, simulações em 4D e na geração de orçamentos, ressaltando que as iniciativas ocorrem de forma pontual e sem abrangência.

No Estado do Ceará, somente 19% dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo possuem o BIM em disciplinas e matriz curricular de forma oficial e o principal contato dos alunos ocorre através de palestras, cursos de extensão e iniciação científica (BÖES, 2019).

2.3.1 Formas de implantação do BIM na graduação

Barison e Santos (2011) apontam que a implantação BIM em cursos de graduação pode ocorrer de duas formas, conforme apresentado na Figura 3.

A primeira forma consiste em ensinar ferramentas BIM em uma matéria isolada do curso, ocorrendo principalmente nos últimos anos de graduação. Já segunda consiste no ensino de ferramentas BIM ao longo da graduação, o que promove aos alunos não só o aprendizado das ferramentas, mas também o entendimento do fluxo de projetos utilizando BIM (BARISON; SANTOS, 2011).

Figura 3 - Estratégias de implementação BIM na graduação



Fonte: Barison, Santos (2011)

A abordagem integrada promove ao discente uma formação mais abrangente, possibilitando que o BIM seja trabalhado de forma continuada, do início da graduação até sua conclusão (Checcucci, 2014).

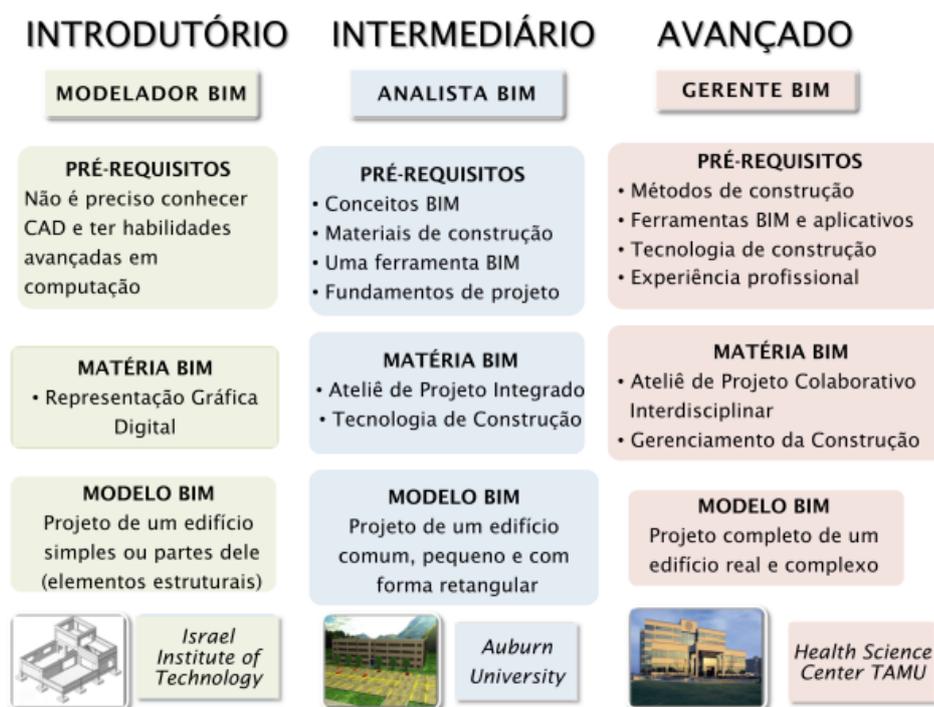
Barison e Santos (2011) apontam que nos cursos de engenharia, a forma mais comum é a implantação em uma única disciplina isolada, alegando que poucas são as IES que promovem estímulos a práticas integradas utilizando BIM, uma vez que há a necessidade da mudança nos componentes curriculares visando a integração do BIM em diversas disciplinas.

Checcucci (2014) destaca que podem ser adotados diferentes métodos, devendo-se focar na identificação de qual ou quais as disciplinas que se deseja introduzir o BIM e na definição de quais os conteúdos serão abordados e quais habilidades desejam ser desenvolvidas durante o processo de ensino.

2.3.2 Estratégias de Ensino e Aprendizagem do BIM

Barison, Santos (2011) apresentam estratégias de ensino/aprendizagem para ferramentas BIM, categorizadas em três níveis: Introdutório, intermediário e avançado. O primeiro nível é caracterizado pela introdução dos alunos no universo de ferramentas BIM, onde se sugere que sejam realizados pequenos exercícios que proporcionem a estes explorar os conceitos relacionados a modelagem. Para os cursos de engenharia é sugerido que sejam escolhidas áreas como estruturas e/ou projetos de instalações complementares. O segundo nível objetiva desenvolver capacidades analíticas e aprimorar as capacidades de modelagem já obtidas anteriormente sendo inseridos os conceitos de criação de famílias, inserção de parâmetros e fórmulas nos elementos utilizados na modelagem. Além disso, é sugerido que se desenvolvam essas atividades em grupo, permitindo que haja colaboração entre os alunos envolvidos. Por fim, o terceiro nível visa o desenvolvimento de competências necessárias à um BIM Manager, onde os alunos já devem ter os conceitos previamente abordados consolidados, bom desempenho na utilização de softwares, além de conhecimentos nos demais campos da engenharia e experiências relacionadas a vivência profissional. A Figura 3 esquematiza os níveis de ensino/aprendizagem BIM já comentados.

Figura 4 - Níveis de ensino-aprendizagem em BIM



Fonte: Barison, Santos (2011)

Com a tomada de conhecimento das estratégias de ensino e aprendizagem bem como os níveis de proficiência em BIM, torna-se possível o desenvolvimento do planejamento de implantação BIM a nível da disciplina desejada.

Barison, Santos (2011) ainda apontam que após definida a estratégia de implementação, para a realização do plano definido o professor de projeto não necessariamente deve saber utilizar uma ferramenta de projeto BIM, podendo contar com o auxílio de terceiros, sendo estes internos ou externos a instituição. Além disso, os autores apontam que uma forma efetiva para o desenvolvimento dos modelos BIM pode ser obtida através da assistência por tutores, sugerindo a continuidade do processo de aprendizado BIM, que posteriormente deve haver o complemento através da autoaprendizagem dirigida.

3 MÉTODO DE PESQUISA

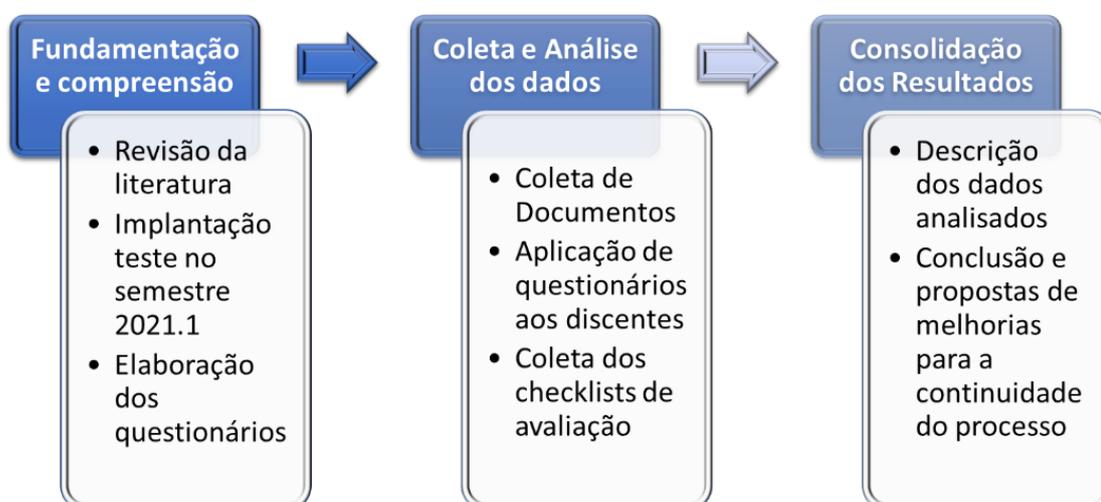
A pesquisa se deu através de abordagem quantitativa e se escolheu como estratégia o estudo de caso, que é caracterizado pela análise empírica de um determinado fenômeno dentro de seu contexto (GIL, 2017). De acordo com Godoy (2010, p. 98), em um estudo de caso “a análise de dados se dá de forma criativa e intuitiva, dando liberdade ao pesquisador para a descoberta de novos significados”. Além disso, o processo é indutivo e não busca verificar hipóteses ou testar teorias, mas sim, compreender padrões e desenvolver conceitos que emergem dos dados coletados (GODOY, 2010).

A pesquisa possui caráter descritivo, onde buscou se avaliar o processo de implantação de uma ferramenta BIM na disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais, investigando os gargalos durante sua adoção em um campus da Universidade Federal do Ceará, situado na cidade de Crateús. Para Gil (2017), o principal objetivo de uma pesquisa descritiva é a representação das características de uma população ou fenômeno, buscado entender as correlações existentes entre estas.

Para realização da pesquisa, utilizou-se de como método de coleta de dados questionário aplicado via formulário online, análise de documentos da instituição, análise de documentos fornecidos pela docente e de observação participante.

As etapas desenvolvidas na pesquisa foram apresentadas na Figura 4 e detalhadas em sequência.

Figura 5 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1 Fundamentação e Compreensão

Para a fundamentação e compreensão do problema analisado, foi realizada revisão de literatura, que propiciou o entendimento sobre o tema. Buscou-se nesta etapa compreender os aspectos técnico-teóricos sobre BIM.

Em seguida, buscou-se um maior entendimento sobre os SPDS, onde se objetivou entender as vantagens da utilização do BIM nos SPDS, dando enfoque nos sistemas hidrossanitários.

Após observado o cenário existente, houve a caracterização do atual estágio de inserção do BIM em IES, o que possibilitou compreender através de autores como Barison (2015) e Ruschel; Andrade; Morais (2013) as principais formas de implantação, estratégias de ensino aprendizagem do BIM no ensino de graduação e as barreiras encontradas durante sua implantação.

Complementarmente ainda foram analisados os trabalhos de Araujo (2020) e Silva, Cândido e Siqueira (2021), que forneceram embasamento para a elaboração dos formulários de coleta de dados.

3.2 Coleta e análise dos Dados

Inicialmente realizou-se a análise das principais características da disciplina como carga horária, pré-requisitos e a ementa de assuntos abordados, informações advindas da análise do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil conforme *Quadro 1*.

Quadro 1 - Características da disciplina de Instalações hidráulicas e sanitárias prediais

Código e nome	CRT0375 - Instalações hidráulicas e sanitárias prediais
Carga horária semanal	3 créditos teóricos e 1 crédito prático
Pré-requisitos	CRT0108 - Hidráulica Aplicada
Ementa	Conceitos, Normas técnicas, materiais e especificações, projetos e Técnicas construtivas das Instalações Prediais Hidráulicas, Esgotamento Sanitário, Águas Pluviais, Incêndio e Gás. Estudo das instalações, sua importância e compatibilidade na construção dos edifícios residenciais e comerciais. As instalações sob a ótica da economia dos recursos naturais. Projeto de instalações prediais de água fria e quente, representação gráfica, dimensionamento do consumo diário, das tubulações, pressurização, por gravidade e redutora de pressão. Projeto de Instalações prediais de esgotamento sanitário e pluviais, representação gráfica e dimensionamento das tubulações para escoamento; ramais e colunas de ventilação. Instalações, representação gráfica e dimensionamento da rede de combate a incêndio e de gás.

Fonte: PPC do Curso de Engenharia Civil – UFC Campus Crateús

Após conhecidas as principais características da disciplina, foi coletado o plano de ensino, conforme apresentado no **ANEXO A**, onde a partir deste houve melhor conhecimento sobre a forma que a disciplina era ministrada.

A partir da análise de tais documentos, realizou-se a elaboração da definição de como seria abordado o BIM, do planejamento dos entregáveis e dos treinamentos sobre os conteúdos referentes a modelagem BIM.

A disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais trabalhava anteriormente com o desenvolvimento dos projetos de água e esgoto como parte da disciplina, porém, não eram abordados conceitos BIM.

O software utilizado para a realização dos projetos ficava a critério das equipes formadas pelos discentes, sendo que em geral, o software adotado por estes era o *Autodesk AutoCAD*. Além disso, não havia nenhum tipo de envolvimento da disciplina com a forma utilizada pelos discentes para o desenvolvimento dos projetos. O que durante o processo passou a acontecer através do intermédio de um tutor.

A turma objeto de estudo do presente trabalho foi a do semestre 2021.2. Porém, para subsidiar a elaboração do plano de implantação aplicado a esta, utilizou-se da experiência adquirida através de uma implantação teste na turma do semestre 2021.1, conforme abordado brevemente no tópico 4.1.

No semestre 2021.2 o processo de modelagem dos projetos de Água fria e Água quente se deu de maneira paralela as aulas ministradas pela docente da disciplina. Para a realização dessa etapa, foram disponibilizadas semanalmente aulas que tratavam sobre como proceder com a modelagem dos elementos necessários ao projeto hidrossanitário no ambiente do software *Autodesk Revit*.

A etapa inicial da coleta de dados através dos participantes se deu através do diagnóstico da situação da turma objeto de estudo em relação ao tema BIM e seus conhecimentos no software *Autodesk Revit* foi aplicado inicialmente um questionário, conforme apresentado no **APÊNDICE A**.

Na sequência, ao fim de cada projeto, buscou-se através de formulários aplicados de forma online coletar os dados para avaliação, sob a perspectiva dos discentes, a fim de conhecer quais as dificuldades que estes encontraram durante o desenvolvimento dos projetos. Além disso, a foi realizada observação durante os sete encontros síncronos propostos ao fim de cada etapa do plano de entregáveis da disciplina e em conjunto com a aplicação dos

questionários à turma, foi possível conhecer as dificuldades enfrentadas pelos discentes no processo de implantação BIM na disciplina.

Juntamente aos questionários aplicados, foram coletados junto a docente da disciplina os checklists utilizados para a correção dos trabalhos, onde foi possível conhecer quais os principais pontos solicitados que não foram atendidos pelos discentes.

3.3 Descrição dos resultados

Após a coleta e análise dos dados, foi realizada a etapa de descrição dos resultados, que consistiu na avaliação dos dados coletados através de gráficos, tabelas e quadros.

Conforme apresentado, baseado nos trabalhos de Araújo (2020) e Silva, Cândido e Siqueira (2021), foram elaborados os questionários para coleta de dados, onde os pontos analisados nestes foram o grau de conhecimento da turma em BIM, os aspectos relacionados ao processo de projeto como a modelagem, grau de comunicação, divisão de tarefas, qualidade do projeto finalizado e as dificuldades inerentes ao processo de desenvolvimento de projeto.

Conforme citado, a análise dos pontos ocorreu tanto a nível dos discentes, utilizando-se dos questionários respondidos por estes, quanto a nível da docente, através da análise dos checklists de projeto utilizados por esta para a avaliação dos trabalhos.

O Quadro 2 apresenta os requisitos avaliados durante o processo de adoção.

Quadro 2 - Requisitos avaliados

Requisitos avaliados
Qualidade da modelagem
Assertividade no dimensionamento dos sistemas
Ajustes realizados durante a etapa de projeto
Documentação
Comunicação
Divisão de tarefas

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Por fim, baseado nas dificuldades encontradas, sugeriram-se melhorias que podem ser utilizadas em trabalhos futuros que visem dar continuidade da implantação BIM na disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais, podendo ainda se estender as demais disciplinas lecionadas no campus que visem implantar o BIM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados do estudo de caso realizado, estando dividida da seguinte forma: Na seção 4.1, foram abordados os primeiros resultados da adoção teste realizada no semestre 2021.1, que foram o subsídio para o aperfeiçoamento do processo utilizado para o desenvolvimento do estudo. Na sequência, o tópico 4.2 apresenta o plano de execução adotado na disciplina. Por fim, foram apresentados nas seções 4.3 e 4.4 os resultados de caracterização e do processo de implantação, obtidos através das respostas dos formulários repassados para a turma objeto de estudo do presente trabalho.

4.1 Feedback da adoção teste no semestre 2021.1

Previamente a definição das estratégias para a implantação da ferramenta BIM na disciplina, foi realizada uma implantação teste, onde se objetivou principalmente realizar a preparação dos materiais necessários à confecção dos modelos, bem como conhecer as primeiras dificuldades relacionadas ao processo de adoção.

O processo ocorreu de forma experimental, pois a etapa de revisão da literatura ainda estava prestes a ser iniciada. Durante o semestre 2021.1 foram realizados treinamentos introdutórios semanais de maneira síncrona sobre o software *Autodesk Revit*, visando abordar conceitos BIM e as ferramentas do software, através da modelagem da disciplina de arquitetura. Em sequência, após a consolidação dos treinamentos introdutórios, foram realizados treinamentos voltados à modelagem das disciplinas dos sistemas de água e esgoto.

No período, os treinamentos eram realizados de forma separada do plano de aula da disciplina, sem o alinhamento e determinação de prazos dos entregáveis. Desse modo, os discentes tinham total autonomia no gerenciamento do prazo de entrega do projeto, devendo entregar o modelo, pranchas e memoriais de cálculo somente no prazo final estabelecido pela docente da disciplina.

O processo de implantação teste possibilitou o desenvolvimento do template usado posteriormente no processo de adoção estruturada. Ou seja, desenvolveu-se um arquivo base cujas configurações de tubos, peças, aparelhos hidráulicos e sanitários, materiais, parâmetros, tags, cotas e folhas fossem adequadas para a modelagem das disciplinas de água fria e esgoto no ambiente do software.

Além disso, foi possível elaborar o formulário utilizado para identificação das dificuldades ocorridas durante o processo de projeto na disciplina objeto do estudo deste trabalho.

O desenvolvimento dos arquivos base para a modelagem e os formulários para a coleta de dados, possibilitaram entender os primeiros pontos de melhoria necessários, que puderam ser aperfeiçoados e posteriormente utilizados para o acompanhamento da adoção estruturada, ocorrida no semestre 2021.2. Com base nessa experiência, pode-se ainda perceber que a taxa de presença e acompanhamento dos discentes nos encontros síncronos para treinamento era baixa, cerca de 10% da turma, e a maior taxa de acompanhamento se deu através disponibilização das gravações dos encontros síncronos e nos encontros semanais para tirar dúvidas.

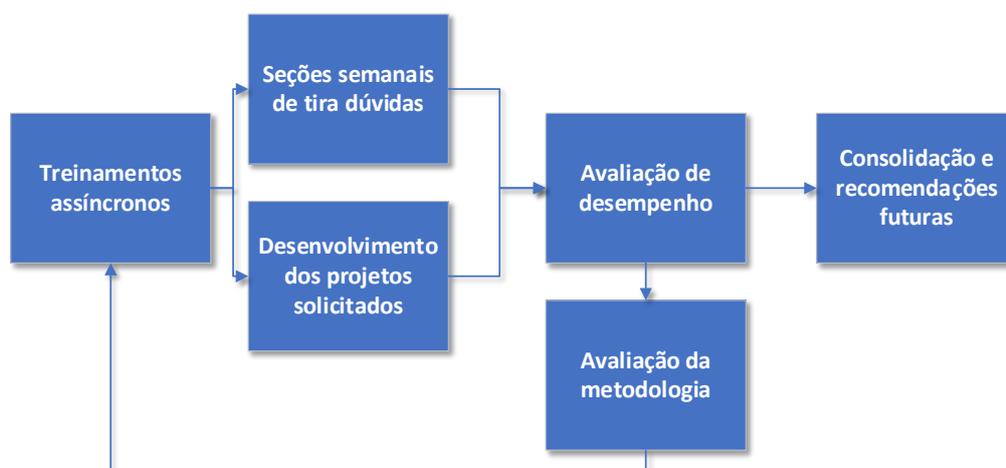
Pode-se perceber durante o desenvolvimento da implantação teste que a sobrecarga de atividades, não somente da disciplina de IHSP, mas também das demais disciplinas cursadas pelos discentes, bem como o prazo distanciado de entrega dos projetos foi um problema que afetou no aprendizado da ferramenta utilizada e na qualidade dos projetos desenvolvidos. Desse modo, adotou-se para a implantação estruturada o fatiamento das atividades, quebrando o processo de projeto em etapas de entregáveis menores. A decisão foi adotada por se entender que essa é uma forma melhor para sanar as dúvidas dos discentes, uma vez que trabalhando com a abordagem de conteúdos mais seccionada não há o acúmulo progressivo de dúvidas para serem sanadas.

Outro ponto modificado foi a utilização de videoaulas divididas por etapa em conjunto a seções semanais de tira dúvida, uma vez observada a baixa participação nos treinamentos síncronos, substituindo assim os treinamentos síncronos semanais, contribuindo ainda para o desmembramento dos conteúdos, o que se entendeu que proporcionaria uma melhor absorção dos conteúdos, uma vez que vídeos mais curtos possuem melhor objetividade e dinâmica.

4.2 Descrição do plano de execução da disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais no semestre 2021.2

Inicialmente foi definido junto a docente da disciplina que os projetos desenvolvidos durante a disciplina seriam relacionados respectivamente aos sistemas de água fria, água quente e esgoto, e que o sistema de águas pluviais não seria cobrado pelo curto período de tempo no fim do semestre letivo.

Figura 6 - Plano de execução dos treinamentos BIM



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Analisando a Figura 6, destaca-se que a principal característica da fase de execução do plano de ação foi a avaliação das atividades ao fim de cada um dos projetos que foram propostos aos discentes.

Essa abordagem promoveu subsídios que contribuem para a melhoria contínua do plano de execução, fornecendo indicativos da necessidade ou não de mudanças na metodologia utilizada.

Além disso, também foram definidas junto a docente as características e usos da modelagem, conforme apresentado no **APÊNDICE B**.

O nível de desenvolvimento dos projetos deveria ser em LOD300, devendo conter tubulações, conexões, registros, caixas e demais peças hidráulicas e sanitárias necessárias ao correto funcionamento dos sistemas solicitados. Destaca-se, que para a modelagem do sistema de esgoto foi solicitada a inserção de todas as inclinações em tubulações, respeitando os valores mínimos indicados na NBR 8160:1999.

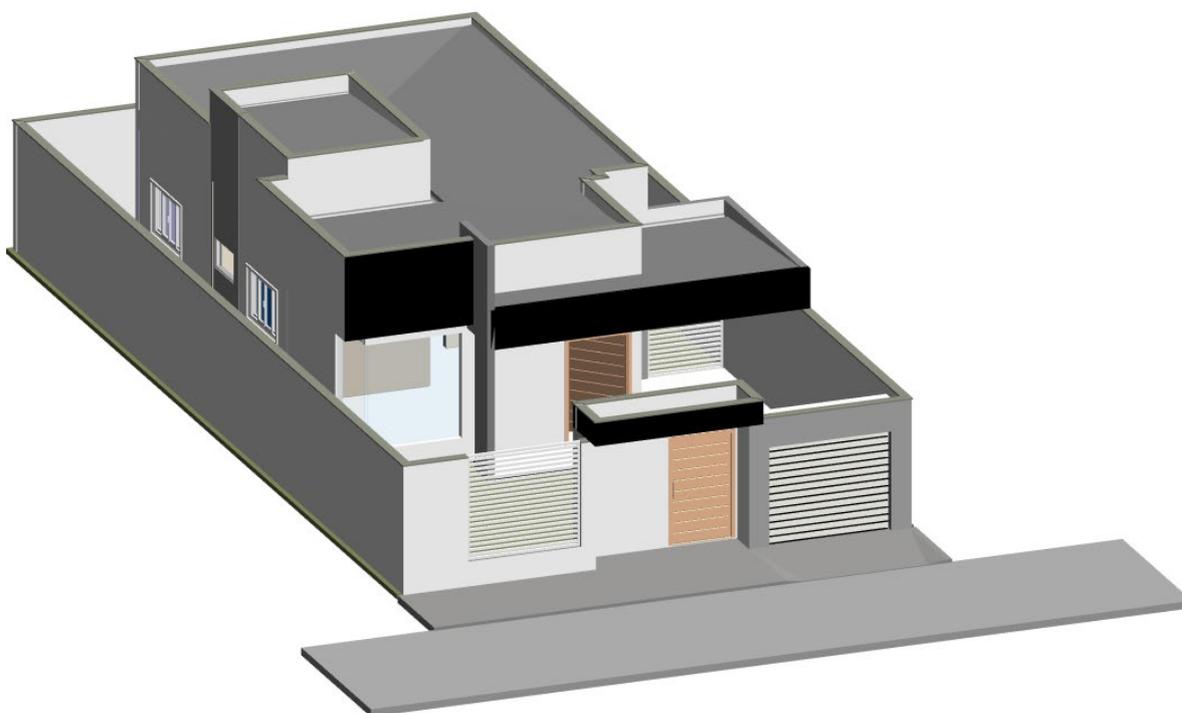
Definiu-se ainda que os usos dos projetos BIM solicitados seriam para fins de compatibilização do projeto e para a extração de quantitativos dos materiais necessários à execução do projeto.

Como entregáveis foram solicitados o modelo BIM do desenvolvimento dos projetos, as planilhas eletrônicas de dimensionamento dos sistemas, as peças gráficas no formato .PDF e os memoriais descritivos.

O modelo escolhido para a realização da modelagem e dimensionamento dos sistemas foi elaborado sob a supervisão da docente, de modo que as características deste viessem a garantir a os discentes a aplicação dos conteúdos vistos nas aulas.

A Figura 7 apresenta uma vista 3D do modelo arquitetônico utilizado pelos discentes para a confecção dos projetos. De modo a proporcionar possibilidades de discussão sobre compatibilização de sistemas da edificação, incluiu-se o lançamento da estrutura da residência. Assim, ocorreram situações onde foi necessária a tomada de decisão sobre quais as melhores abordagens para resolução de conflitos entre os projetos.

Figura 7 - Modelo utilizado para a elaboração dos projetos pelos discentes



Fonte: Elaborado pelo Autor. (2022)

O modelo contém como cômodos dois quartos, uma suíte, banheiro social, cozinha, hall, sala de estar/jantar, varanda e garagem conforme planta baixa apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Planta baixa do modelo utilizado



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Após a estruturação do plano de ação, definiu-se que o processo de modelagem BIM ocorreria de forma paralela as aulas da disciplina, onde em datas estipuladas os discentes realizaram entregas de partes do projeto conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Itens entregáveis por etapa

Data de entrega	Disciplina de projeto	Etapa	Descrição
20/out	Água Fria	01	Preparação do arquivo, dimensionamento e posicionamento do reservatório e escolha do tipo de aquecimento
27/out		02	Traçado da tubulação
03/nov		03	Planilha de dimensionamento dos componentes
12/nov		04	Entrega e apresentação do projeto completo de água fria
26/nov	Esgoto sanitário	01	Preparação do arquivo, posicionamento dos componentes
15/dez		02	Traçado completo das tubulações e dimensionamento
17/dez		03	Entrega e apresentação do projeto completo de esgoto sanitário

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Após definidas as etapas de entregáveis, houve por parte da docente a definição dos pontos que seriam avaliados durante o desenvolvimento dos projetos. Optou-se pelo uso de checklists, onde foram estabelecidos por etapa quais requisitos deveriam ser atendidos. Os checklists utilizados constam no **ANEXO B** e **ANEXO C**.

Por fim, com base nas datas dos entregáveis e nos pontos de avaliação, tornou-se possível definir a forma que seriam abordados os pontos relacionados a modelagem BIM dos projetos. Desse modo, realizou-se a produção dos conteúdos relacionados a modelagem dos projetos. Para o desenvolvimento destes foi utilizado um modelo cujo porte da edificação era semelhante ao desenvolvido pelos discentes, através de uma série de vídeos¹ disponibilizados de acordo com a etapa de projeto que os discentes iriam atuar, conforme o apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Conteúdos abordados nos vídeos de apoio

Vídeo	Título do vídeo	Semana
01	Preparação - Criação do projeto a partir do template	01

continua

¹ Link para a playlist produzida neste trabalho: https://www.youtube.com/playlist?list=PLr5JROkLiNnzjsr_ZcSWSpExHu5cWbkDi

continuação

Vídeo	Título do vídeo	Semana
02	Preparação - Inserção dos vínculos de arquitetura e estrutura	
03	Preparação - Monitoramento dos níveis do projeto de arquitetura	
04	Preparação - Monitoramento das peças hidrossanitárias	
05	Preparação - Configurando o modelo do projeto	
06	Modelagem - Inserindo a caixa d'água	
07	Modelagem - Entendendo a visibilidade e modelos de vista	02
08	Modelagem - Inserindo o hidrômetro	
09	Modelagem - Entendendo a ferramenta tubo [PARTE 1]	
10	Modelagem - Entendendo a ferramenta tubo [PARTE 2]	
11	Modelagem - Tubulação do alimentador predial	
12	Modelagem - Tubulação do banheiro social	
13	Modelagem - Tubulação do banheiro da suíte	
14	Modelagem - Tubulação da área de serviço	
15	Modelagem - Tubulação da cozinha	
16	Modelagem - Tubulação da caixa d'água	04
17	Documentação - Duplicando as vistas	
18	Documentação - Caixa de corte e modelos de vista	
19	Documentação - Entendendo as ferramentas de tags e texto	
20	Documentação - Criando o isométrico do Banheiro Social	
21	Documentação - Criando o isométrico da Área de Serviço e cozinha	
22	Documentação - Criando o isométrico da caixa d'água	
23	Documentação - Criando a planta baixa	
24	Documentação - Criando a vista de legenda	
25	Documentação - Montando as folhas	
26	Preparação - Adicionando Parâmetros	05
27	Preparação - Organizando o navegador de projetos e configurando vistas para o projeto de esgoto	
28	Modelagem - Inserindo caixas sifonadas, Ralos e Caixa de gordura	
29	Modelagem - Entendendo a inclinação em tubulações	06
30	Modelagem - Tubulação do banheiro da suíte	
31	Modelagem - Tubulação do banheiro social	
32	Modelagem - Tubulação da área de serviço [PARTE 01]	
33	Modelagem - Tubulação da área de serviço [PARTE 02]	07
34	Modelagem - Inserindo e configurando a profundidade das caixas de inspeção	
35	Modelagem - Ventilação da Área de Serviço	
36	Modelagem - Ventilação dos banheiros	
37	Quantitativos - Criação das Tabelas de quantidades	
38	Documentação - Criando o isométrico do banheiro social	
39	Preparação - Configurando a família de identificador	
40	Documentação - Criando os isométricos dos demais ambientes	
41	Documentação - Criando a planta baixa do banheiro social	
42	Documentação - Criando a planta baixa do banheiro da suíte e cozinha	

continuação

conclui

Vídeo	Título do vídeo	Semana
43	Documentação – Criando a planta baixa da área de serviço	
44	Documentação – Criando a planta baixa geral e detalhes da caixa de inspeção	07
45	Documentação – Criando o isométrico geral e tabelas	
46	Documentação – Montando as folhas	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

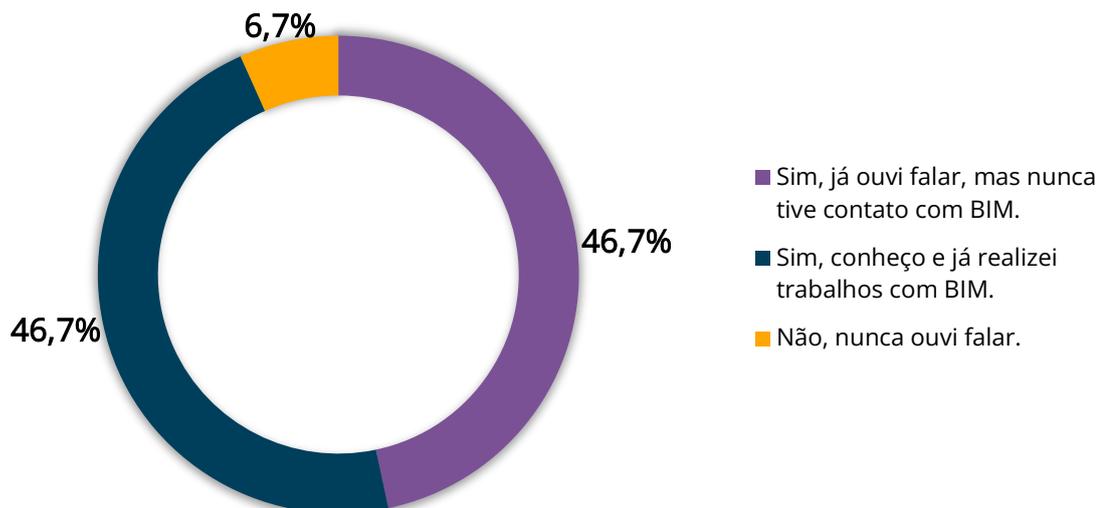
Da semana 01 a semana 05 houveram treinamentos relacionados ao sistema de água fria. Já nas semanas seguintes os treinamentos foram voltados ao sistema de esgoto sanitário. Complementarmente, além da série de vídeos disponibilizada, houveram 9 encontros síncronos, que como já citado ocorreram semanalmente, com duração de uma hora, onde os discentes puderam levar dúvidas relacionadas ao processo de concepção, modelagem e dimensionamento dos projetos e sanar de forma individualizada.

4.3 Caracterização do BIM na turma do semestre 2021.2

Os resultados apresentados nessa seção foram obtidos através da aplicação do formulário que se encontra no **APÊNDICE B**.

O formulário contou com sete questões fechadas, cuja amostra possuía tamanho de dezesseis discentes, onde se obteve como respondentes 94% dos integrantes da turma. A turma matriculada na disciplina no semestre 2021.2 era composta por 23% dos discentes pertencentes ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e 77% pertencentes ao curso de Engenharia Civil. Uma vez conhecida sua distribuição, questionou-se o grau de conhecimento destes sobre o tema conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Conhecimento dos discentes sobre BIM

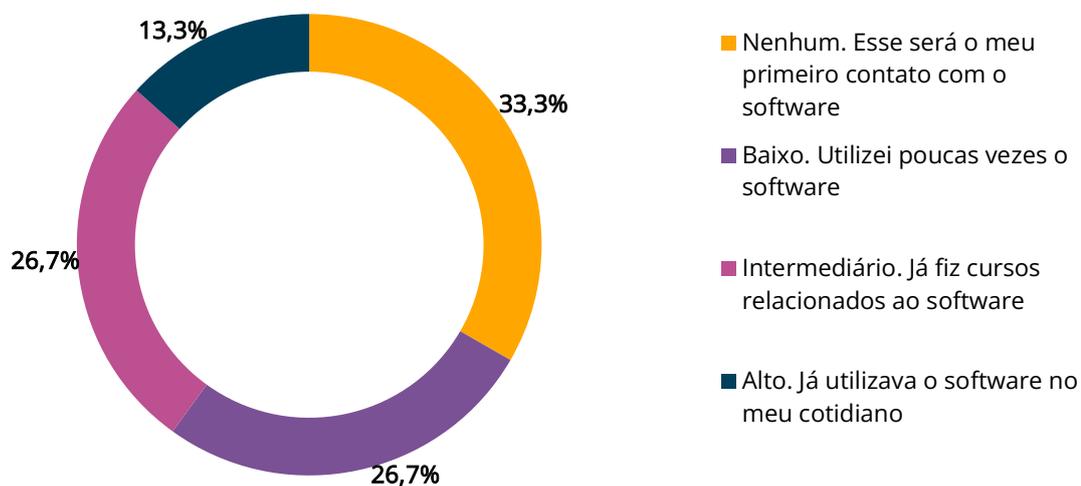


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Percebe-se que houve uma equilibrada distribuição sobre o conhecimento dos discentes acerca do tema BIM, o que é um indicativo de que o tema já é algo comentado nas disciplinas da instituição de ensino.

Em sequência, buscou-se conhecer o nível de contato dos discentes com a ferramenta de modelagem utilizada que, como já citado, foi o software *Autodesk Revit*. O Gráfico 2 apresenta de forma detalhada o resultado das respostas obtidas.

Gráfico 2 - Contato com a ferramenta de modelagem Autodesk Revit



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

De forma a proporcionar e incentivar a participação de todos os integrantes das equipes, foi disponibilizada aos discentes uma série de vídeos sobre o software *Autodesk Revit*, resultados da experiência de implantação do semestre 2021.1. Destaca-se ainda que 66,7% dos discentes já possuíram algum tipo de contato com o software, o que é um bom indicativo e mostra que ferramentas de modelagem BIM já estão se tornando mais conhecidas entre os estudantes de graduação.

Visando ainda entender mais sobre o contato dos discentes com o software, buscou-se conhecer em quais disciplinas estes já haviam utilizado a ferramenta.

Tabela 1 - Disciplinas onde já foi feito uso do software

Disciplinas utilizadas	Respondentes	Porcentagem relativa
Projeto Estrutural	2	9,52%
Projeto Elétrico	4	19,05%
Projeto hidrossanitário	3	14,29%
Projeto de arquitetura	7	33,33%
Não se aplica	5	23,81%
Total	21	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Analisando a Tabela 1 se percebe que houve um forte contato dos discentes com a disciplina de arquitetura, e pouco contato com disciplinas relacionadas ao sistema de estrutura e sistemas prediais MEP, algo que já era esperado, uma vez que este é o primeiro contato dos discentes com a disciplina.

Dentro dessa parcela dos discentes que já utilizaram o software, buscou-se também entender quais as principais dificuldades encontradas por estes durante o uso da ferramenta conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Dificuldades no uso da ferramenta

Dificuldades	Respondentes	Porcentagem relativa
Criação/ajuste de famílias	4	28,57%
Processo de Modelagem	4	28,57%
Documentação	1	7,14%
Arquivos pesados	2	14,29%
Não se aplica	3	21,43%
Total	14	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Percebe-se que apesar do contato dos estudantes com a ferramenta, o processo de modelagem ainda era um gargalo encontrado por estes, seguido também pela dificuldade de criação/ajuste de famílias que são os componentes essenciais para que de fato haja a realização de uma boa modelagem.

Na percepção dos discentes, a abordagem sobre BIM possui relevância na graduação, sendo que 71% classificaram o tema como sendo extremamente importante. Apesar da quantia expressiva de discentes que julgam o conhecimento em BIM como algo extremamente importante à formação, 43% destes nunca ouviram falar sobre o decreto de nº 10.306/2020 que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública Federal.

De maneira paralela, buscou-se entender o grau de conhecimento dos discentes sobre o decreto de nº 9.983/2019, que trata da estratégia BIM BR, e traz estímulos para a difusão do BIM no Brasil. 33% dos discentes apontaram não ter conhecimento sobre o decreto, e apesar de alguns discentes conhecerem sobre o decreto de nº 10.306/2020, estes ainda desconhecem das estratégias propostas pelo Governo Federal para a difusão do BIM a nível nacional, o que mostra que ainda há desconhecimento entre os discentes sobre a crescente importância e relevância que o BIM tomará no Brasil nos próximos anos.

4.4 Análise da adoção estruturada no semestre 2021.2

Conforme apresentado na seção metodologia, buscou-se avaliar na adoção aspectos de projeto, grau de comunicação, divisão de tarefas, qualidade do projeto finalizado e as dificuldades inerentes ao processo de desenvolvimento dos projetos de Água fria e Esgoto.

4.4.1 Análise sob o ponto de vista dos discentes

Os resultados apresentados nessa seção foram obtidos através da aplicação dos formulários que se encontram no APÊNDICE C e APÊNDICE D.

4.4.1.1 Processo de projeto

A priori, buscou-se conhecer as principais dificuldades dos discentes, de maneira geral, durante a realização dos trabalhos de água fria e esgoto.

A Tabela 3 apresentam a consolidação dos resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 3 - Dificuldades gerais durante o processo de desenvolvimento dos projetos

Dificuldades	Água fria		Esgoto	
	Respondentes	Porcentagem relativa	Respondentes	Porcentagem relativa
Hardware insuficiente	5	33,33%	9	47,37%
Baixa formação no uso do software	8	53,33%	10	52,63%
Conexão de internet	1	6,66%	0	0,00%
Falta de compreensão sobre o processo de dimensionamento	0	0,00%	0	0,00%
Não houve dificuldade	1	6,66%	-	-
Total	15	100%	19	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Nota-se que há baixa formação no software, ou seja, há ausência de maior contato em treinamentos anteriores. Tal dificuldade em conjunto com o pouco contato anterior na modelagem de sistemas hidrossanitários, conforme Tabela 1, foi o fator mais desafiante para

a realização do trabalho, seguido pelas dificuldades encontradas com Hardware. Onde este último foi agravado pela pandemia causada pela COVID-19, uma vez que os discentes não puderam utilizar os computadores do laboratório da Universidade, usando assim, seus computadores pessoais, os quais em sua grande maioria não possuíam poder computacional suficiente para o uso do software de maneira fluida. Isso, por sua vez, impactou no tempo de desenvolvimento de projetos, uma vez que há maior ocorrência de lentidão e travamentos durante o processo de modelagem.

Em seguida, de maneira mais específica, buscou-se conhecer as principais dificuldades no uso do software BIM utilizado. A Tabela 4 apresenta a consolidação dos resultados relacionados às dificuldades encontradas pelos discentes no uso do software durante o desenvolvimento dos projetos.

Tabela 4 - Dificuldades associadas ao uso do software Revit na etapa de desenvolvimento dos projetos

Dificuldades	Água Fria		Esgoto	
	Respondentes	Porcentagem relativa	Respondentes	Porcentagem relativa
Processo de Modelagem	6	33,33%	7	53,84%
Criação/ajuste de famílias	4	22,22%	1	7,69%
Documentação	3	16,67%	2	15,38%
Não houve dificuldade com o uso da ferramenta	5	27,28%	3	23,07%
Total	18	100%	13	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Percebe-se que a principal dificuldade encontrada pelos discentes vai de acordo com o encontrado por Barison; Santos (2011) em nível BIM introdutório, que foram os conceitos relacionados a modelagem.

Destaca-se ainda, que durante os encontros realizados para sanar dúvidas, muitos discentes se mostravam confusos com o conceito de parâmetros em elementos do modelo, confirmando o que de fato Barison, Santos (2011) indicam, que associações paramétricas e de criação de famílias estão em nível BIM intermediário, e que em nível introdutório ainda há ausência de maturidade para assimilar conceitos simples relacionados a parâmetros em objetos.

Outro ponto que pôde ser observado é que os discentes ainda possuíam forte pensamento atrelado a desenhos 2D, o que acarretou em uma dificuldade no entendimento e interpretação de que objetos em um modelo BIM podem ser visualizados em planta baixa, corte ou em 3D sem redundâncias, divergências ou perda de informações.

Complementarmente às dificuldades encontradas, outro ponto analisado foi a auto percepção dos discentes em relação a evolução durante o uso do software. A métrica reflete se de fato a metodologia adotada foi coerente ou não, uma vez que através do resultado é possível compreender se houve absorção dos conteúdos disponibilizados pelos discentes. A Tabela 5 expressa os resultados obtidos.

Tabela 5 - Evolução na utilização do software durante o projeto de água fria

Evolução	Respondentes	Porcentagem relativa
Ruim, não consegui evoluir no software durante o decorrer do primeiro projeto.	1	9,09%
Médio, consegui melhorar um pouco no software durante o decorrer do primeiro projeto	6	54,55%
Bom, reforcei alguns conhecimentos e aprendi novos conhecimentos durante o decorrer do primeiro projeto.	2	18,18%
Normal, apliquei os conhecimentos existentes, não houve evolução em termos de software.	1	9,09%
Excelente, evolui bastante no software durante o decorrer do primeiro projeto.	1	9,09%
Total	11	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Percebe-se que após a finalização do desenvolvimento do projeto de água fria, menos de 20% dos discentes apontaram não ter apresentado nenhum tipo de evolução no uso da ferramenta durante o desenvolvimento do primeiro projeto, o que pode ser considerado um número baixo, levando-se em consideração que conforme o Gráfico 2, 33,33% destes não possuíam nenhum contato com o software utilizado até o momento da realização do projeto. A partir da análise do Gráfico 2 ainda se pode destacar que na primeira etapa aproximadamente 60% dos discentes conseguiram evoluir no aspecto técnico do uso do software ao fim do projeto de água fria.

Tabela 6 - Evolução na utilização do software durante o projeto de esgoto

Evolução	Respondentes	Porcentagem relativa
Ruim, não consegui evoluir no software durante o decorrer do segundo projeto.	0	0,00%
Médio, consegui melhorar um pouco no software durante o decorrer do segundo projeto	4	33,33%
Bom, reforcei alguns conhecimentos e aprendi novos conhecimentos durante o decorrer do segundo projeto.	6	50,0%
Excelente, evolui bastante no software durante o decorrer do segundo projeto.	2	16,67%
Total	12	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Analisando a evolução durante o desenvolvimento do projeto de esgoto, nota-se a partir da Tabela 6 que esta foi ainda mais considerável, uma vez que houve alguma melhoria por parte de todos os discentes respondentes envolvidos na realização deste.

Por fim, buscou-se compreender quais os principais retrabalhos e alterações necessários ao desenvolvimento de ambos os projetos.

Tabela 7 - Principais alterações durante o processo de projeto na etapa de água fria

Dificuldades	Respostas	Porcentagem relativa
Traçado da tubulação	9	56,25%
Alteração dos diâmetros de tubulações, peças de conexão e aparelhos hidráulicos	6	37,50%
Ajustes em famílias visando adequar as suas necessidades de projeto	1	6,25%
Criação de famílias	0	0,00%
Total	16	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Analisando a Tabela 7, nota-se que houve expressivo número de alterações no traçado da tubulação, alteração dos diâmetros, peças, conexões e aparelhos hidráulicos durante o desenvolvimento do projeto de água fria.

Porém, destaca-se que essa é uma alteração comum e inerente ao processo de concepção/dimensionamento de sistemas hidráulicos, uma vez que, quando não há o

atendimento dos parâmetros mínimos de desempenho solicitados na NBR 5626:2020, o projetista deve buscar atender estes através das alterações aqui observadas.

Tabela 8 - Principais alterações durante o processo de projeto na etapa de esgoto

Dificuldades	Respostas	Porcentagem relativa
Traçado da tubulação	4	26,67%
Alteração dos diâmetros de tubulações, peças de conexão e aparelhos hidráulicos	3	33,33%
Ajustes em famílias visando adequar as suas necessidades de projeto	5	20,00%
Criação de famílias	0	0,00%
Ajuste de inclinação	3	20,0,0%
Total	15	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Já para o desenvolvimento do projeto de esgoto, conforme apresentado na Tabela 8, tem-se a inserção do fator inclinação, característica inerente a esse tipo de sistema. Tal particularidade contribui para a dificuldade do processo de modelagem do sistema, uma vez que para a perfeita conexão dos elementos no software as alturas de tubulações devem estar perfeitamente alinhadas, o que conseqüentemente eleva o número de alterações necessárias durante o processo de modelagem deste, resultando em maiores retrabalhos de traçado, alteração de peças e da própria inclinação.

4.4.1.2 Avaliação da comunicação e divisão de tarefas

Nesta seção são apresentados os resultados relacionados a comunicação e divisão de tarefas ocorrida entre os discentes durante o desenvolvimento dos projetos, objetivou-se conhecer como isso ocorreu desde o processo de projeto até a entrega dos produtos finais que consistiram no modelo, folhas e no memorial descritivo do projeto.

Tabela 9 - Avaliação da comunicação entre as equipes

Dificuldades	Água Fria		Esgoto	
	Respondentes	Porcentagem relativa	Respondentes	Porcentagem relativa
Excelente, o fluxo de trabalho e informações foi contínuo entre todos os envolvidos	2	18,18%	1	8,33%
Bom, houve colaboração entre todos os envolvidos	5	45,45%	7	58,33%
Intermediário, o resultado poderia ter sido melhor com mais comunicação	4	36,36%	4	33,33%
Falho, o baixo nível de comunicação impactou negativamente no resultado final e não houve a colaboração de todos os envolvidos	0	0,00%	0	0,00%
Falho, por conta de problemas relacionados a conexão de internet ou plano de conexão	0	0,00%	0	0,00%
Total	11	100%	12	100%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Analisando os dados da Tabela 9, pode-se perceber que não houveram grandes prejuízos na execução de ambos os projetos. Entretanto, através da análise dos resultados apresentados pode ser percebido que uma melhor comunicação corrobora para a melhoria da qualidade dos projetos de uma equipe durante o desenvolvimento de um projeto.

Destaca-se mais uma vez que, devido a pandemia do COVID-19, todo o processo de comunicação entre integrantes das equipes e o compartilhamento de arquivos se deu de forma remota, o que foi uma dificuldade a mais para a realização do trabalho, uma vez que foi

necessário um alinhamento mais efetivo entre os integrantes para que todos os objetivos fossem alcançados com êxito.

Uma vez avaliado o nível de comunicação entre os integrantes, parte-se para a análise da divisão de tarefas durante a execução da atividade. As Tabela 10 e Tabela 11 apresentam a consolidação do resultado de quatro perguntas do questionário analisado.

Tabela 10 - Divisão das tarefas no desenvolvimento do projeto de água fria

Dificuldades	Respondentes	Porcentagem relativa		
		1 integrante	2 integrantes	3 integrantes
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Modelagem BIM.	11	36,36%	36,36%	27,27%
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Dimensionamento.	11	27,27%	27,27%	45,45%
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Peças gráficas (Cotas, detalhamentos, escala, espessura de linhas, etc.)	11	45,45%	27,27%	27,27%
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Redação do memorial de projeto.	11	36,40%	18,2%	45,5%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Tabela 11 - Divisão das tarefas no desenvolvimento do projeto de esgoto

Dificuldades	Respondentes	Porcentagem relativa		
		1 integrante	2 integrantes	3 integrantes
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Modelagem BIM.	12	58,33%	33,33%	8,33%
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Dimensionamento.	12	25,00%	66,67%	8,33%

continua

conclusão

Dificuldades	Respondentes	Porcentagem relativa		
		1 integrante	2 integrantes	3 integrantes
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Peças gráficas (Cotas, detalhamentos, escala, espessura de linhas, etc.)	12	41,67%	58,33%	0%
Número de integrantes responsáveis pela etapa de Redação do memorial de projeto.	12	25,00%	33,33%	41,67%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Observando a etapa de modelagem BIM, percebe-se no desenvolvimento de ambos os projetos houve a concentração de trabalho entre um e dois integrantes dos grupos. Isso é um forte indício de que em cada equipe havia no mínimo uma pessoa que já possuía algum tipo de contato com BIM e com o software utilizado, e desse modo os membros com mais familiaridade se encarregaram por toda a manipulação da ferramenta utilizada.

Já na etapa de dimensionamento, houve maior colaboração, uma vez que esta é uma etapa onde há uso intensivo de planilhas eletrônicas e consultas as normas técnicas, sendo que esta é a etapa que define a necessidade ou não da alteração dos diâmetros e conexões inicialmente adotados na etapa de modelagem.

Em relação a confecção de peças gráficas, percebe-se semelhança com a divisão encontrada na etapa de modelagem, uma vez que essa é uma etapa onde há o uso do software. Houve majoritariamente concentração da atividade na mão de um ou dois membros, de modo análogo a etapa de modelagem, provavelmente aquele que mais possuía domínio no uso deste.

Por fim percebe-se que a etapa de memorial de projeto é a que, junto com o dimensionamento, apresenta maior integração entre os membros das equipes. Como já destacado, entende-se que pelo fato da não necessidade de uso do software Revit, há a maior participação de todos os membros.

4.4.2 Análise de desempenho

De maneira análoga, buscou-se avaliar quais os pontos solicitados pela docente da disciplina que os discentes conseguiram ou não atingir, sendo assim, possível entender quais das etapas possuem maior necessidades de melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

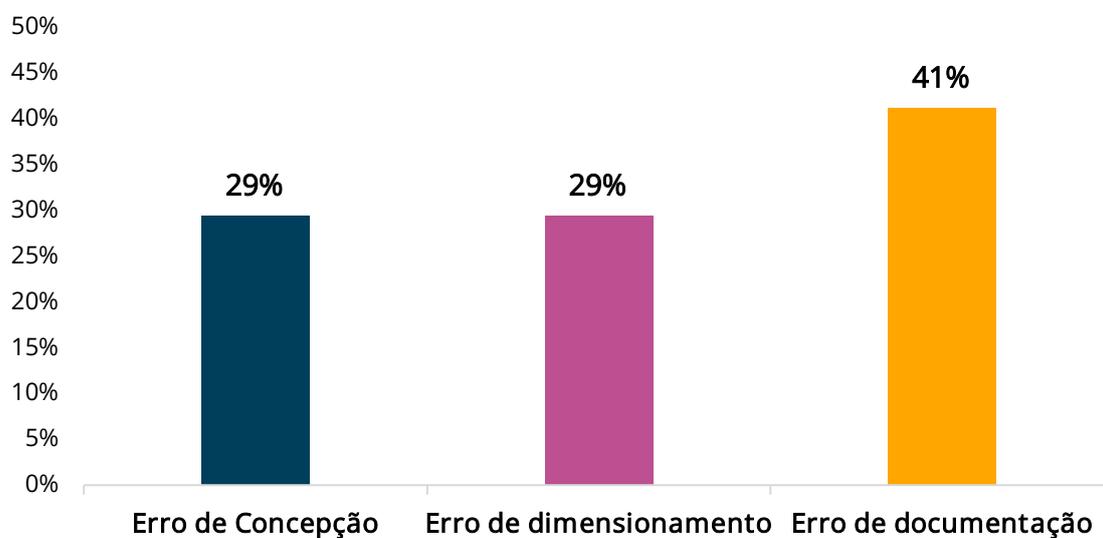
A partir da análise da correção dos trabalhos, realizada pela docente, classificaram-se os principais erros observados por esta em três categorias. A categoria de concepção está relacionada a equívocos observados no traçado das tubulações, divisões de ramais e escolhas de conexões.

Já a categoria de dimensionamento, verifica se houve coerência no processo de dimensionamento, atendendo requisitos normativos de pressão e velocidades bem como se foram seguidas boas práticas de projeto.

Por fim, na categoria de documentação, buscou-se observar se houve o atendimento dos requisitos de desenho técnico como a colocação de identificadores, cotas e legenda respeitando a clareza de informações, escolha de escala adequada, coerência nos dados de carimbo e escolha do tipo de folha.

O Gráfico 3 traz a frequência de erros observados nos trabalhos das equipes durante o desenvolvimento do projeto de água fria.

Gráfico 3 - Erros observados nos trabalhos de água fria



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Percebe-se houve um equilíbrio entre os erros de concepção e dimensionamento, uma vez que para a realização do dimensionamento há a necessidade de uma excelente concepção de projeto. Entre os principais erros observados, destacam-se a ausência de trechos de tubulação de alimentação, distribuição e ventilação no modelo.

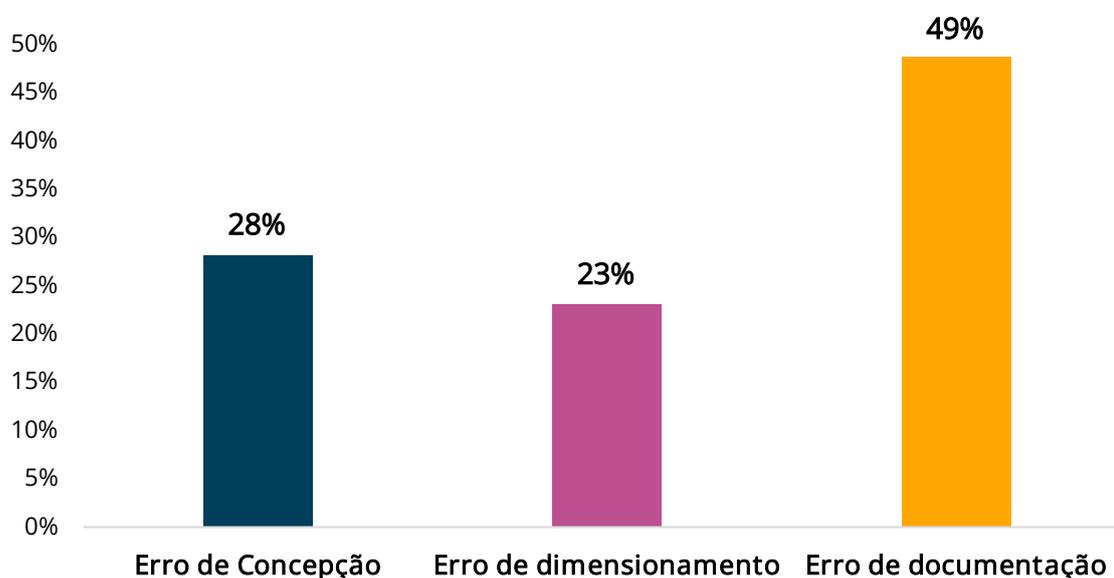
A ausência de tubulações de distribuição impactava diretamente nos resultados obtidos durante o dimensionamento, acarretando em erros na verificação das pressões em determinados trechos, uma vez que a ausência de informações implicava em perdas de carga que não eram corretas.

Uma forma para reduzir esse problema pode ser resolvido fazendo se do uso de vistas configuradas com o auxílio filtros gráficos, onde os discentes através do preenchimento de um parâmetro pré configurado podem destacar o trecho avaliado, o que possibilita assim a validação de todos os trechos e conexões presentes em cada trecho da edificação.

Além disso, nota-se que a categoria onde houveram mais erros foi de documentação, entre os quais puderam ser percebidos erros relacionados as questões de expressão gráfica de projetos, ou seja, ausência de cotas, tags e legendas de identificação. Outro problema também comum foi a qualidade impressão e o ajuste das vistas nas folhas dos arquivos executivos no formato .pdf, os quais não atendiam os níveis de qualidade solicitados pela docente.

De modo semelhante, realizou-se a análise para os resultados do projeto de esgoto, conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 - Erros observados nos trabalhos de esgoto



Nota-se que novamente houve equilíbrio na quantidade de os erros de concepção e dimensionamento, o que mais uma vez, reforça que a interdependência dessas etapas.

De maneira análoga, perceberam-se ausência de tubulações, especialmente as do sistema de ventilação, que são parte fundamental para o correto funcionamento do sistema de esgoto. Outro ponto percebido, foi a utilização de conexões de maneira inadequada, como por exemplo joelhos no lugar de curvas e junções no lugar de tês.

Além disso, a categoria onde novamente houveram mais erros foi a de documentação, onde puderam ser percebidas ausência de informações semelhantes as faltantes no sistema de água fria.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de descrever e avaliar o processo de implantação BIM no ensino da disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias prediais nos cursos de Engenharia de uma IES no estado do Ceará, onde a partir do estudo apresentado foi possível entender a forma que se deu a execução do processo de implantação na disciplina.

A partir da descrição do plano de execução, tornou-se possível compreender as características que o modelo BIM solicitado pela docente da disciplina deveria conter, quais elementos deveriam ser modelados, quais os usos propostos e quais os entregáveis BIM.

Já em relação as dificuldades encontradas, destaca-se a limitação de tempo, problema percebido durante o processo de implantação. Tal dificuldade ocorreu devido a necessidade de mais tempo dedicado a disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais

Sobre os conceitos BIM, reforça-se que a pandemia causada pelo COVID-19 proporcionou um ambiente atípico, tornando todas as atividades remotas. Nesse contexto, uma maior comunicação e integração dos participantes das equipes poderia gerar resultados melhores durante o processo de desenvolvimento de projeto.

Outrossim, apesar do BIM promover maiores incentivos a trabalhos remotos, destaca-se o fato dos discentes não terem acesso a máquinas com hardwares que proporcionassem melhores condições para o desenvolvimento dos projetos, como as disponibilizadas no campus da instituição, ponto que foi relatado por estes como uma barreira para continuação da utilização de um software BIM no cotidiano.

Com o retorno das atividades presenciais sugere-se, caso haja a continuidade do projeto, que os treinamentos assíncronos continuem em utilização e em constante aprimoramento, além disso o retorno presencial possibilita que os encontros de tira dúvidas, possam ser realizados na própria instituição de ensino, o que possibilita um suporte mais próximo aos discentes que possuem maior dificuldade na aprendizagem e utilização da ferramenta de projeto.

Outro ponto sugerido é a melhoria do template utilizado, que deve ocorrer de forma contínua, visando evitar problemas com as famílias necessárias à modelagem dos projetos, direcionando assim o foco dos discentes somente as questões como modelagem, compatibilização e extração de quantidades.

REFERÊNCIAS

ABRASIP-MG. **BIM ganha espaço no mercado de engenharia de sistemas prediais**. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/12150-bim-ganha-espaco-no-mercado-de-engenharia-de-sistemas-prediais>>.

ARAUJO, Leticia Santos Machado de. **Abordagem Baseada em Problemas o Ensino do Projeto de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitárias**. 2020. 283 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unicamp, Campinas, 2020.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Metodologia para capacitação e implantação de sistema de gestão da qualidade em escala nacional para profissionais e construtoras baseada no pbqp-h e em educação à distância**. 2003. 200 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85266/197985.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

AZEVEDO, J. B. de; RIBEIRO, S. A. **Indicação de diretrizes para elaboração de projetos hidrossanitários em bim**. n. 1, p. 2–9, 2020.

BARISON, M. B.; INTRODUÇÃO. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista**. 2015. Universidade de São Paulo, 2015.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Ensino De Bim: Tendências Atuais No Cenário Internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 6, n. 2, p. 67–80, 2011.

BÖES, Jeferson Spiering. **Proposta de plano de implantação do bim na indústria da construção civil**. 2019. 281 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BRITO, A. M. A. Diretrizes e padrões para a produção de desenhos e gestão do fluxo de informações no processo de projeto utilizando recursos computacionais. p. 90–91, 2001.

CARVALHIO JUNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2013

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Ensino-Aprendizagem De Bim Nos Cursos De Graduação Em Engenharia Civil E O Papel Da Expressão Gráfica Neste Contexto**. 2014. 235 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014a.

CHECCUCCI, Érica de Sousa; AMORIM, Arivaldo Leão de. 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, 30 jun. 2014. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v5i1.8634540>.

COSTA, C.; STAUT, S.; ILHA, M. Projeto de sistemas prediais hidráulicos sanitários com BIM: mapeamento da literatura. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 1, n. 1, p. 2760–2769, 2014.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília, 2016. v. 1: Formas de contratação BIM.

FARINA, Humberto e GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de sistemas prediais**. São Paulo: EPUSP.

SILVA FILHO, W. B. D. **Modelo De Implementação De Bim Aplicado A Projetos De Sistemas Prediais**. 2018. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MANENTI, Eloisa Marcon; MARCHIORI, Fernanda Fernandes; CORRÊA, Leonardo de Aguiar. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 65-85, mar. 2020. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100363>.

LIMA, Camila Fonseca Melo. **Gestão do processo de projeto hidrossanitário**. 2016. 284 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MATOS, Adriano Oliveira. **Planejamento Operacional Para Execução Dos Sistemas Prediais Hidráulicos, Sanitários E De Gás Combustível**. 2011. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

MEDEIROS, Gabriel Rocha Lima. **Projeto De Sistemas Prediais Hidráulicos Em Bim: Adequação Dos Métodos De Cálculo Às Normas Brasileiras Através Da Programação Visual**. 2017. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

NASCIMENTO, Luiz Antonio do; SANTOS, Eduardo Toledo. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 69-81, 30 maio 2003.

PAIVA JUNIOR, Francisco Alverne Albuquerque. **Plano de execução BIM em MPE: estudo de caso em microempresas de construção**. 2021. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2021.

PERALTA, A. C. **Um Modelo Do Processo De Projeto De Edificações, Baseado Na Engenharia Simultânea, Em Empresas Construtoras Incorporadoras De Pequeno Porte**. 2002. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. de; MORAIS, M. de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151–165, 2013.

SABONGI, F. J. The Integration of BIM in the Undergraduate Curriculum: an analysis of undergraduate courses. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 394, n. 1–2, p. 315, 2014.

SACKS, Rafael; EASTMAN, Charles; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers**. New Jersey: Wiley, 2018.

SILVA, José David Monte da; CÂNDIDO, Luis Felipe; SIQUEIRA, Stelamaris Alves de. A propensão ao BIM no curso de Engenharia Civil durante atividades remotas na pandemia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 49., 2021, Minas Gerais. **Anais [...]**. Minas Gerais: Abenge, 2021. p. 28-30.

SERIDÓ, Lucas Rafael de Sousa. **A Adoção Do Bim No Ensino De Engenharia Civil E Arquitetura E Urbanismo Em Instituições De Ensino Superior Do Ceará**. 2021. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2021.

SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. **Building Information Modelling: point of adoption**. Tampere: Cib World Congress, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301815129_Building_Information_Modelling_Point_of_Adoption.

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

YWASHIMA, L. A.; ILHA, M. S. de O. Concepção De Projeto Dos Sistemas Hidráulicos Sanitários Prediais: mudanças no processo de projeto com a utilização de Building Information Modeling (BIM). **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, p. 10, 2010. Disponível em: <<https://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/502.pdf>>.

**APÊNDICE A – DEFINIÇÃO DOS ASPECTOS BIM UTILIZADOS NA
DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS NO
SEMESTRE 2021.2**

1. Informações do projeto

Docente: Tatiane Lima Batista

Disciplina: Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais

Descrição do projeto: Residência unifamiliar.

2. Modelagem das informações

2.1. Projetos Executivo em BIM das disciplinas de:

- Água fria
- Esgoto

3. Definição dos níveis de desenvolvimento da informação (LOD)

- LOD 300

4. Definição dos elementos modelados

- Todos os elementos necessários à realização da modelagem dos projetos solicitados serão fornecidos em template previamente configurado e disponibilizado. Os itens modelados devem ser tubulações, conexões, registros, caixas e demais peças hidráulicas e sanitárias necessárias ao funcionamento dos sistemas solicitados;
- Quando necessária, será levada em consideração a inclinação em tubulações, respeitando todos os valores apontados nas normas técnicas utilizadas.

5. Objetivos e usos dos modelos de informação

- Compatibilização entre os projetos
- Geração de arquivos executivos.
- Extração de quantitativos

6. Conformidade com as normas;

- Atendimento as ABNT NBR 5626/2020 e ABNT NBR 8160/1999.

7. Softwares BIM a utilizar durante o projeto e suas versões;

- Revit 2020 e/ou Revit 2021.

8. Entregáveis

- Modelo BIM contendo as disciplinas apresentadas no item 2.1
- Planilhas de dimensionamento
- Peças gráficas do projeto em formato .pdf
- Memoriais Descritivos

**APÊNDICE B – DIAGNÓSTICO SOBRE O CONHECIMENTO BIM DOS
DISCENTES NA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E
SANITÁRIAS PREDIAIS DO SEMSTRE 2021.2**

FORMULÁRIO 01 - DIAGNÓSTICO BIM NA DISCIPLINA DE IHSP 2021.2

Este formulário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), orientado por Tatiane Lima Batista, discente da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús. O formulário busca entender o grau de contato e conhecimento dos discentes com BIM, anterior ao início da disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais do semestre 2021.2.

OBS: o formulário é anônimo, seu nome nem e-mail serão coletados.

1. Qual o seu curso?

- Engenharia Civil
- Engenharia Ambiental e Sanitária

2. Você conhece e/ou já teve contato com BIM (Building Information Modeling) na graduação?

- Não, nunca ouvi falar
- Sim, já ouvi falar, mas nunca tive contato com BIM
- Sim, conheço e já realizei trabalhos com BIM.

3. Qual o nível de importância você dá ao uso do BIM durante a graduação em uma escala de 0 a 5 (0 sem importância, 5 extremamente importância)?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. O decreto 10.306/2020 de 02 de abril de 2020, estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Você tem conhecimento sobre esse decreto?

- Sim, já ouvi falar, mas nunca me interessei pelo tema
- Sim, já li sobre ele
- Não, nunca ouvi falar

5. O Decreto 9.983/2019 traz, através da estratégia BIM BR, estímulos para a difusão do BIM no Brasil. Você tem conhecimento sobre esse decreto?

- Sim, já ouvi falar, mas nunca me interessei pelo tema
- Sim, já li sobre ele
- Não, nunca ouvi falar

6. Como você classifica o seu grau de experiência e/ou conhecimento com o software Revit?

- Nenhum. Esse será o meu primeiro contato com o software
- Baixo. Utilizei poucas vezes o software
- Intermediário. Já fiz cursos relacionados ao software
- Já utilizava o software no meu cotidiano

7. Em quais disciplinas você já utilizou o software Revit?

- Projeto arquitetônico
- Projeto estrutural
- Projeto elétrico
- Projeto hidrossanitário
- Não se aplica

APÊNDICE C – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA A COLETA DE DADOS APÓS A CONCLUSÃO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA

FORMULÁRIO 02 - AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA NA DISCIPLINA DE IHSP DO SEMESTRE 2021.2

Este formulário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), orientado por Tatiane Lima Batista, discente da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús. O formulário busca entender as principais evoluções e dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto de água fria e os possíveis pontos de melhoria que podem ser corrigidos para o desenvolvimento do próximo projeto da disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais do semestre 2021.2.

OBS: o formulário é anônimo, seu nome nem e-mail serão coletados.

1. Como você avalia o seu desenvolvimento na utilização do software Revit durante a realização do projeto de água fria?

- Ruim, não consegui evoluir no software durante o decorrer do primeiro projeto
- Médio, consegui melhorar em alguns pontos no software durante o decorrer do primeiro projeto
- Bom, reforcei alguns conhecimentos que já possuía e aprendi novos conhecimentos durante o decorrer do primeiro projeto
- Excelente, evolui bastante no software durante o decorrer do primeiro projeto

2. Quais as principais dificuldades encontradas durante a realização do projeto de água fria?

- Arquivo pesado, o hardware da máquina não rodou o projeto de maneira rápida e fluida
- A conexão de internet dificultou o compartilhamento dos arquivos de projeto
- Houve falta de compreensão sobre o processo de dimensionamento
- Grande parte dos membros da equipe não dominavam o software principal

3. Qual ou quais as principais dificuldades você ainda encontra durante o uso do software Revit?

- Processo de Modelagem
- Criação e/ou ajustes de famílias
- Documentação do projeto
- Não tive dificuldade com o uso da ferramenta

4. Durante a execução do projeto de água fria quais foram os principais ajustes realizados no modelo?

- () Alteração no traçado das tubulações
- () Alteração dos diâmetros das tubulações, peças de conexão e aparelhos hidráulicos
- () Ajustes em famílias, visando adequar estas as suas necessidades de projeto
- () Criação de famílias

5. Qual foi o nível de comunicação entre os membros da equipe durante o desenvolvimento do projeto de Água Fria?

- () Falho, especialmente por conta de problemas relacionados a conexão de internet ou plano de conexão
- () Falho. O baixo nível de comunicação impactou negativamente no resultado final e não houve a colaboração de todos os integrantes
- () Intermediário. O resultado final poderia ter sido melhor caso houvesse mais comunicação
- () Bom. Houve comunicação entre todos os envolvidos no projeto.
- () Excelente, o fluxo de trabalho, comunicação e informações foi contínuo entre todos os envolvidos

6. De que forma foi feita a divisão de tarefas pela equipe? Selecione quantos integrantes ficaram responsáveis por cada uma das tarefas;

1 Integrante 2 Integrantes 3 Integrantes 4 Integrantes

Modelagem BIM

Dimensionamento

Peças gráficas

(Cotas,

detalhamentos,

escala, espessura

de linhas, etc)

Redação do

memorial de

projeto

7. Críticas, elogios comentários e/ou sugestões de pontos que podem ser melhorados na metodologia para o desenvolvimento do próximo projeto:

APÊNDICE D – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA A COLETA DE DADOS APÓS A CONCLUSÃO DO PROJETO DE ESGOTO

FORMULÁRIO 02 - AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA NA DISCIPLINA DE IHSP DO SEMESTRE 2021.2

Este formulário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), orientado por Tatiane Lima Batista, discente da Universidade Federal do Ceará - Campus Crateús. O formulário busca entender as principais evoluções e dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto de esgoto e os possíveis pontos de melhoria que podem ser melhorados para disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais dos semestres subsequentes.

OBS: o formulário é anônimo, seu nome nem e-mail serão coletados.

1. Como você avalia o seu desenvolvimento na utilização do software Revit durante a realização do projeto de esgoto?

- Ruim, não consegui evoluir no software durante o decorrer do primeiro projeto
- Médio, consegui melhorar em alguns pontos no software durante o decorrer do primeiro projeto
- Bom, reforcei alguns conhecimentos que já possuía e aprendi novos conhecimentos durante o decorrer do primeiro projeto
- Excelente, evoluí bastante no software durante o decorrer do primeiro projeto

2. Quais as principais dificuldades encontradas durante a realização do projeto de esgoto?

- Arquivo pesado, o hardware da máquina não rodou o projeto de maneira rápida e fluida
- A conexão de internet dificultou o compartilhamento dos arquivos de projeto
- Houve falta de compreensão sobre o processo de dimensionamento
- Grande parte dos membros da equipe não dominavam o software principal

3. Qual ou quais as principais dificuldades você ainda encontra durante o uso do software Revit?

- Processo de Modelagem
- Criação e/ou ajustes de famílias
- Documentação do projeto
- Não tive dificuldade com o uso da ferramenta

4. Durante a execução do projeto de esgoto quais foram os principais ajustes realizados no modelo?

- () Alteração no traçado das tubulações
- () Ajustes na inclinação das tubulações
- () Alteração dos diâmetros das tubulações, peças de conexão e aparelhos hidráulicos
- () Ajustes em famílias, visando adequar estas as suas necessidades de projeto
- () Criação de famílias

5. Qual foi o nível de comunicação entre os membros da equipe durante o desenvolvimento do projeto de esgoto?

- () Falho, especialmente por conta de problemas relacionados a conexão de internet ou plano de conexão
- () Falho. O baixo nível de comunicação impactou negativamente no resultado final e não houve a colaboração de todos os integrantes
- () Intermediário. O resultado final poderia ter sido melhor caso houvesse mais comunicação
- () Bom. Houve comunicação entre todos os envolvidos no projeto.
- () Excelente, o fluxo de trabalho, comunicação e informações foi contínuo entre todos os envolvidos

6. De que forma foi feita a divisão de tarefas pela equipe? Selecione quantos integrantes ficaram responsáveis por cada uma das tarefas;

1 Integrante 2 Integrantes 3 Integrantes 4 Integrantes

Modelagem BIM

Dimensionamento

Peças gráficas

(Cotas,

detalhamentos,

escala, espessura

de linhas, etc)

Redação do

memorial de

projeto

7. Críticas, elogios comentários e/ou sugestões de pontos que podem ser melhorados para as próximas turmas da disciplina:

**ANEXO A– PLANO DE AULAS DA DISCIPLINA DE INSTALAÇÕES
HIDRÁULICAS E PREDIAIS SANITÁRIAS.**

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ Pró-Reitoria de Graduação		Plano de Reposição de Aulas Semestre de 2021.2		
Unidade Acadêmica		Curso		
Campus de Crateús		Engenharia Civil		
Componente Curricular		Código do Componente	Semestre	
Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais		CRT0375	8º	
Turma	Pré-Requisitos			
T01	CRT0108			
CH total	CH Teórica	CH Prática	Outra	
64h	48h	16h		
Docente:	Tatiane Lima Batista			
Monitor (a):	João Matias Marinho Neto			
Data de início		Data Prevista de término		
27/09/2021		10/02/2022		
Objetivos do curso:				
Propiciar ao estudante conhecimentos necessários para a elaboração de projetos de instalações hidráulicas e sanitárias prediais.				
Ementa				
<p>Conceitos, Normas técnicas, materiais e especificações, projetos e Técnicas construtivas das Instalações Prediais Hidráulicas, Esgotamento Sanitário, Águas Pluviais, Incêndio e Gás. Estudo das instalações, sua importância e compatibilidade na construção dos edifícios residenciais e comerciais. As instalações sob a ótica da economia dos recursos naturais. Projeto de instalações prediais de água fria e quente, representação gráfica, dimensionamento do consumo diário, das tubulações, pressurização, por gravidade e redutora de pressão. Projeto de Instalações prediais de esgotamento sanitário e pluviais, representação gráfica e dimensionamento das tubulações para escoamento; ramais e colunas de ventilação. Instalações, representação gráfica e dimensionamento da rede de combate a incêndio e de gás.</p>				
Descrição dos conteúdos				
<p>Introdução aos Sistemas Prediais</p> <p>Sistema Predial de Água Fria: Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema; Formas de Abastecimento; Sistemas de Distribuição. Reservatórios: Materiais, Tipos, potabilidade da água, dimensionamento, ventilação e separação atmosférica. Subsistema de distribuição: Dimensionamento das tubulações (ramais, sub-ramais, colunas e barriletes) e verificação das pressões, velocidades e vazões. Dimensionamento de instalações elevatórias: conjunto motor, bomba e tubulações de sucção e de recalque. Projeto.</p> <p>Sistema Predial de Água Quente: Introdução; Requisitos; Componentes; Materiais. Sistemas de Aquecimento; Dimensionamento dos componentes. Projeto.</p>				

Sistema Predial de Esgoto Sanitário:

Introdução; Requisitos; Componentes; Materiais. Dimensionamento do subsistema de coleta e transporte. Dimensionamento do subsistema de ventilação. Projeto.

Sistema Predial de Águas Pluviais:

Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema. Dimensionamento dos elementos; Projeto (Leitura e Interpretação, concepção).

Sistema Predial de Combate a Incêndio e Pânico:

Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema.

Sistema Predial de Gás:

Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema. Abordagem sobre o projeto de instalações de gás

1. Metodologia

A disciplina terá caráter totalmente remoto. Os conteúdos da ementa serão trabalhados em módulos, sendo abordados por meio de videoaulas, arquivos-texto disponibilizados para os alunos e realização de webconferências.

As plataformas utilizadas para disciplina serão o Sigaa e o Google Meet. O Sigaa será utilizado para a postagem das notas e frequências, postagem dos conteúdos e recebimento de atividades. O Google Meet será utilizado para realização das webconferências.

A carga horária prática da disciplina será trabalhada através do desenvolvimento de um projeto em equipe de instalações hidráulicas e sanitárias de uma edificação utilizando o software Revit.

A disciplina vai contar com um monitor que vai trabalhar auxiliando os alunos e também auxiliando a professora na implantação da utilização de um software BIM como ferramenta de projeto.

2. Atividades Discentes

- Assistir as videoaulas;
- Fazer a leitura de materiais disponibilizados;
- Participar das webconferências;
- Realizar as atividades propostas;
- Interagir com os colegas e com a professora;
- Buscar auxílio do monitor quando julgar necessário;
- Trabalhar em equipe.

3. Avaliação e Média de Aprovação

As avaliações dos discentes serão todas realizadas remotamente sendo constituídas através da entrega de projetos e realização de Provas.

A média final será a média ponderada de 3 médias parciais (MP):

$$(2*MP1+2*MP2+MP3) / 5.$$

As médias parciais serão as médias obtidas pelos discentes em cada módulo (3 módulos), de acordo com o quadro abaixo.

Módulo	Atividade Avaliativa	Pontuação
1	Projeto 01	6
	Prova 01	4
2	Projeto 02	6
	Prova 02	4
3	Tarefa	5
	Prova 03	5

Caso o discente obtenha média final maior ou igual a 7,0 (sete) e frequência maior ou igual a 75%, sua aprovação é direta.

Caso o discente obtenha média maior ou igual a 4,0 (quatro) e menor que 7,0 (sete) e frequência maior ou igual a 75%, fará uma avaliação final (AF). Caso a média da avaliação final ($MAF = (MF + \text{Nota da AF}) / 2$) seja maior ou igual a 5,0 (cinco) o discente será aprovado.

Estará REPROVADO o aluno que se enquadrar em pelo menos um dos casos:

- Tiver frequência inferior a 75%;
- Ficar com média final menor que quatro (4,0);
- Tiver uma média na avaliação final inferior a cinco (5,0) – quando aplicável.

4. Planejamento

A disciplina será dividida em 3 módulos:

Aulas	Data	Descrição
MÓDULO 01 (26h)		
Web 01	29/set : 13h - 15h (Quarta-feira)	Introdução à Disciplina: Apresentação da disciplina no formato remoto, conversa inicial.
Aula 01	01/out	Introdução aos Sistemas Prediais. Sistema Predial de Água Fria e Água Quente (1/6): Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema; Formas de Abastecimento; Sistemas de Distribuição.
Aula 02	06/out	Sistema Predial de Água Fria e Água Quente (2/6): Reservatórios: Materiais, Tipos, potabilidade da água, dimensionamento, ventilação e separação atmosférica.
Aula 03	08/out	Sistema Predial de Água Fria e Água Quente (3/6): Sistemas de aquecimento
Web 02	13/out 13h - 15h (Quarta-feira)	Resolução de exercícios e apresentação do enunciado do projeto de água fria e quente
Aula 04	20/out	Sistema Predial de Sistema Predial de Água Fria e Água Quente (4/6): Subsistema de distribuição: Dimensionamento das tubulações (ramais, sub-ramais, colunas e barriletes) e verificação das pressões, velocidades e vazões.

Recebimento de Atividade	20/out	Entrega da parte 01 do projeto de água fria e quente: preparação do arquivo, posicionamento do reservatório, escolha do tipo de aquecimento.
Aula 05	22/out	Sistema Predial de Sistema Predial de Água Fria e Água Quente (5/6): Subsistema de distribuição: Dimensionamento das tubulações (ramais, sub-ramais, colunas e barriletes) e verificação das pressões, velocidades e vazões.
Web 03	27/out 13h - 15h (Quarta-feira)	Resolução de exercícios. Feedback da entrega do projeto
Recebimento de Atividade	27/out	Entrega da parte 02 do projeto de água fria e quente: Traçado da tubulação
Aula 06	29/out	Sistema Predial de de Água Fria e Água Quente (6/6): Dimensionamento de instalações elevatórias: conjunto motor, bomba e tubulações de sucção e de recalque
Recebimento de Atividade	03/nov	Entrega da parte 03 do projeto de água fria e quente: Planilha de Dimensionamento dos componentes
Prova 01	05/nov	
Web 04	10/nov 13h - 15h (Quarta-feira)	Feedback da Prova 01 e tira dúvidas sobre o Projeto
Web 05 e Recebimento de Atividade	12/nov 08h - 10h (Sexta-feira)	Entrega e apresentação do Projeto completo de água fria e quente
MÓDULO 02 - 23h		
Web 06	17/nov 13h - 15h (Quarta-feira)	Introdução ao Módulo 02. Apresentação do enunciado do projeto de esgoto sanitário
Aula 07	19/nov	Sistema Predial de Esgoto Sanitário(1/4): Introdução; Requisitos; Componentes; Materiais
Web 07	24/nov 13h - 15h (Quarta-feira)	Resolução de exercícios
Aula 08	26/nov	Sistema Predial de Esgoto Sanitário(2/4): Dimensionamento do subsistema de coleta e transporte
Recebimento de Atividade	26/nov	Entrega da parte 01 do projeto de esgoto sanitário: preparação do arquivo, posicionamento dos componentes
Web 08	08/dez 13h - 15h (Quarta-feira)	Resolução de exercícios
Aula 09	10/dez	Sistema Predial de Esgoto Sanitário(3/4): Dimensionamento do subsistema de coleta e transporte
Aula 10	15/dez	Sistema Predial de Esgoto Sanitário (4/4): Dimensionamento do subsistema de ventilação
Recebimento de Atividade	15/dez	Entrega da parte 02 do projeto de esgoto sanitário: traçado completo das tubulações e dimensionamento
Web 09 e Recebimento de Atividade	17/dez 08h - 10h (Sexta-feira)	Entrega e apresentação do Projeto completo de esgoto sanitário
Web 10	12/jan 13h - 15h (Quarta-feira)	Resolução de exercícios. Finalização do módulo 02. Feedback do projeto 02
Prova 02	14/jan	
MÓDULO 03 - 13h		

Aula 11	19/jan	Sistema predial de águas pluviais(1/2): Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema.
Aula 12	21/jan	Sistema predial de águas pluviais(2/2): Dimensionamento dos elementos; Projeto (Leitura e Interpretação, concepção)
Web 11	26/jan 13h - 15h (Quarta-feira)	Resolução de exercícios
Aula 13	28/jan	Sistema predial de combate à incêndio e pânico (1/2): Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema. Abordagem sobre o projeto de SPCIP
Aula 14	02/fev	Sistema predial de gás (1/1): Introdução; Componentes; Materiais; Características do sistema. Abordagem sobre o projeto de instalações de gás
Web 12	04/fev 13h - 15h (Quarta-feira)	Finalização do Módulo 03
Recebimento de Atividade	04/fev	Entrega da Atividade do Módulo 03
Prova 03	09/fev	

4.1 Gerenciamento das atividades:

Avaliações:

As atividades avaliativas serão compostas por: tarefas, provas e projetos, conforme descrito no tópico 3. As tarefas poderão ser constituídas de Listas de Exercícios, Seminário, Projetos, Gravação de vídeos, etc.

Os projetos e as tarefas serão realizados em equipe. As provas serão realizadas individualmente e terão duração de 24h.

Frequência:

Será computada por meio da participação dos discentes nas webconferências e na realização das atividades avaliativas, da seguinte forma:

Módulo	Evento	Carga horária (h)
1 - 26h	Prova 01	4
	Projeto 01	12 (3 cada parte)
	Webs	10 (2 cada)
2 - 23h	Prova 02	4
	Projeto 02	9 (3 cada parte)
	Webs	10 (2 cada)
3 - 15h	Prova 03	4
	Tarefa 03	7
	Webs	4 (2 cada)

As webconferências serão gravadas. Caso algum aluno precise faltar, será disponibilizado, posteriormente um formulário com algumas perguntas que deverá ser respondido após a visualização da gravação em até dois dias após a webconferência para contabilização da frequência.

A gravação ficará disponível por 30 dias.

Webconferências

Conforme cronograma do item 4.

5. Bibliografia

<p>BÁSICA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. Manual de Hidráulica. 9ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2018, 632 p. 2. BOTELHO, Manoel Henrique Campos; RIBEIRO JUNIOR, Geraldo Andrade. Instalações Hidráulicas Prediais utilizando tubos plásticos. São Paulo: Pini, 2014. 407 p. 3. CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6ªed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006. 440p. <p>COMPLEMENTAR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. BOTELHO, Manoel Henrique Campos. Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades. 4. ed. rev. ampl. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2017. 344 p. ISBN 9788521212270 (broch.) 2. CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários. 3.ed. São Paulo: Blucher, 2018. 224p. ISBN 9788521212966 (broch.) 3. ÇENGEL, Yunus A.; CIMBALA, John M. Mecânica dos fluidos: fundamentos e aplicações. 3. ed. Porto Alegre: AMGH Ed., 2015. xxiii, 990 p. ISBN 9788580554908 (broch.) 4. FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. Introdução à mecânica dos fluidos. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. xvii, 871 p. ISBN 9788521623021 (broch.) 5. GRIBBIN, John E. Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais. São Paulo: Cengage Learning, 2017. viii, 526 p. ISBN 9788522116348 (broch.) 6. MACINTYRE, Archibald Joseph. Instalações hidráulicas: prediais e industriais. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2010. ix, 579 p. ISBN 9788521616573 (broch.) 7. NUVOLARI, Ariovaldo. ESGOTO sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo, SP: Blucher, 2011. 565 p. ISBN 978852120568. 8. Normas Técnicas ABNT 9. Normas Técnicas da Concessionária de Água e Esgoto. 	
---	--

Local e Data:	
Crateús-CE, 27 de setembro de 2021.	
Assinatura do Professor	
Aprovado em	Assinatura do Chefe de Departamento ou Diretor da Unidade Acadêmica
___/___/___	

ANEXO B – CHECKLISTS UTILIZADOS PELA DOCENTE PARA A CORREÇÃO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA.

Entregáveis - Etapa 01						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (1 Ponto)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Planilha						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Preparação do arquivo						
Instalou o REVIT e abriu o template?				-	-	
Inseriu os vínculos (projeto arquitetônico e projeto estrutural)?						
Realizou o monitoramento?						
Dimensionamento e posicionamento do reservatório						
Dimensionou o reservatório corretamente?						
Posicionou o reservatório em local adequado?						
Usou o reservatório correspondente ao dimensionado?						
Escolha do tipo de aquecimento						
Definiram o tipo de aquecimento que será utilizado?						

Entregáveis - Etapa 02						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (1 Ponto)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Arquivos das correções referentes as etapas anteriores						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Traçado da tubulação						
Inseriu o cavalete/hidrômetro?						
Traçou o alimentador predial corretamente?						
Realizou uma concepção do sistema adequada (divisão em colunas, ramais e sub-ramais) respeitando as alturas dos pontos de utilização?						

Traçou a tubulação de extravasão e limpeza?						
Traçou a tubulação de ventilação das colunas?						
Correções referentes as etapas anteriores						
Ficaram correções pendentes nas etapas anteriores?						
Essas correções foram realizadas?						

Entregáveis - Etapa 03						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (1 Ponto)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Planilha de dimensionamento						
Arquivos das correções referentes as etapas anteriores						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Dimensionamento das tubulações						
Apresentou uma figura mostrando claramente a divisão dos trechos considerados no dimensionamento?						
Dimensionou corretamente a alimentação do reservatório?						
Pré-dimensionou corretamente os trechos da tubulação de distribuição pelo método do consumo máximo provável?						
Realizou as verificações de velocidades, perdas de carga, vazões e pressões disponíveis em cada trecho e apresentou uma solução final adequada?						
Dimensionou as tubulações de extravasão, limpeza e ventilação?						
Calculou a separação atmosférica?						
Correções referentes as etapas anteriores						

Ficaram correções pendentes nas etapas anteriores?						
Essas correções foram realizadas?						

Entregáveis - Etapa 04						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (3 Pontos)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Arquivo em . PDF						
Memorial Descritivo e de Cálculo						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Planta						
Apresentou a planta do pavimento com todas as tubulações e a planta de cobertura?						
Identificou as colunas?						
Apresentou os diâmetros dos trechos?						
Apresentou os aparelhos?						
Apresentou as principais cotas?						
Detalhes isométricos						
Apresentou detalhes isométricos de todos os ambientes com a indicação dos aparelhos?						
Apresentou detalhes isométricos do reservatório com as tubulações que estão conectadas a ele?						
Identificou as tubulações nos detalhes isométricos?						
Os diâmetros foram apresentados?						
Legenda e carimbo						
Apresentou uma legenda clara contendo as informações necessárias? (abreviação e altura dos pontos de utilização, simbologia)						

Apresentou um carimbo organizado com as informações necessárias? (disciplina, professor, título, responsáveis técnicos, data, assunto, folha, escala)						
Clareza do desenho e normalização (As escalas, tipos de linhas, espessura das linhas, tamanho do texto e representação na folha de papel estavam adequados?)						
Memorial descritivo e de cálculo						
Apresentou sumário e capa, dados básicos do empreendimento, objetivo, documentação entregue?						
Apresentou a descrição geral da instalação de água?						
Apresentou todas as informações referentes ao dimensionamento realizado na planilha na Parte 03?						
O memorial está organizado?						

ANEXO C – CHECKLISTS UTILIZADOS PELA DOCENTE PARA A CORREÇÃO DO PROJETO DE ESGOTO.

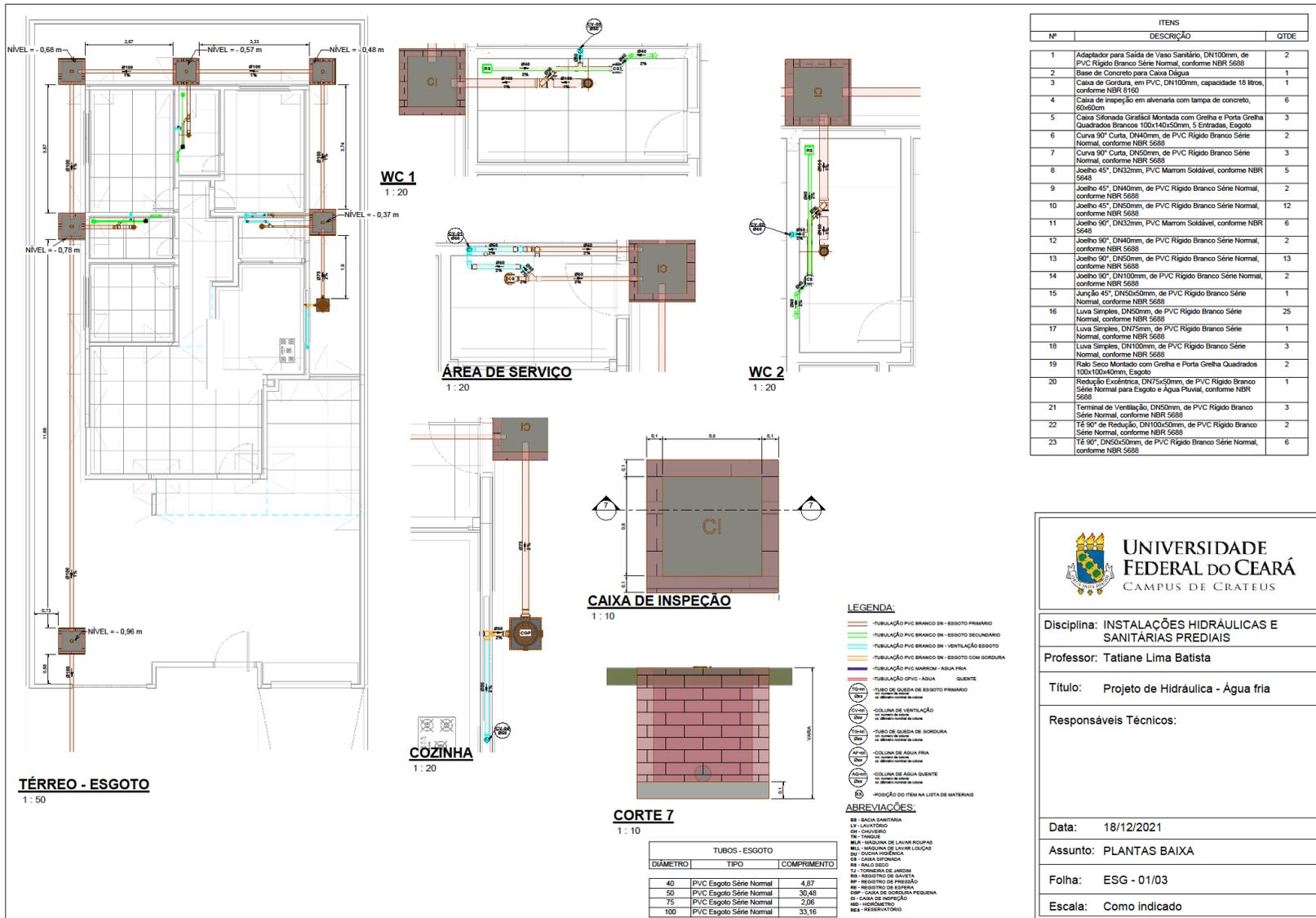
Entregáveis - Etapa 01						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (0,5 Pontos)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Preparação do arquivo						
Realizou o ajuste do template?						
Posicionamento dos componentes: ralos, caixas sifonadas, caixa de gordura;						
Posicionou os ralos?						
Posicionou as caixas sifonadas?						
Posicionou a caixa de gordura?						

Entregáveis - Etapa 02						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (1,5 Pontos)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Planilha de dimensionamento do sistema de coleta e transporte						
Arquivos das correções referentes as etapas anteriores						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Traçado da tubulação						
Realizou corretamente o traçado da tubulação do sistema de coleta e transporte (ramais de descarga, ramais de esgoto, subcoletor e coletor predial)?						
Alocou as caixas de inspeção?						
Dimensionamento do sistema de coleta e transporte						
Estipulou uma contribuição adequada e dimensionou corretamente a tubulação? (ramais de descarga, ramal de esgoto, subcoletor e coletor predial)						
Estipulou contribuição adequada e dimensionou corretamente as caixas sifonadas?						

Estipulou contribuição adequada e dimensionou corretamente a caixa de gordura? Especificou a caixa de gordura?						
Apresentou as dimensões da caixa de inspeção? Estão de acordo com a norma?						
Apresentou as profundidades das caixas de inspeção?						
Correções referentes a etapas anteriores						
Ficaram correções pendentes nas etapas anteriores?						
Essas correções foram realizadas?						

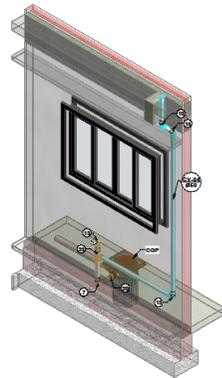
Entregáveis - Etapa 03						
Arquivos entregues:	Sim	Não	Em parte	Pontuação máxima (3,2 Pontos)	Pontuação obtida	Observações
Arquivo .rvt						
Arquivo em . PDF						
Memorial Descritivo e de Cálculo em PDF						
Critérios de avaliação (checklist de projeto)						
Sistema de ventilação						
Alocou corretamente ventilação?						
Todos os desconectores estão ventilados respeitando a distância máxima prevista na norma?						
Planta						
Apresentou a planta do pavimento?						
Identificou os componentes do sistema (caixa sifonada, caixa de inspeção, colunas de ventilação, etc);						
Apresentou os diâmetros e as inclinações dos trechos?						
Apresentou os aparelhos ou a identificação deles?						
Apresentou as principais cotas?						
Apresentou uma planta de cada ambiente com o detalhamento das conexões?						
Detalhes isométricos						
Apresentou, no mínimo, um detalhe isométrico por ambiente?						
Identificou os diâmetros das tubulações nos detalhes isométricos?						
Apresentou uma vista isométrica geral contendo toda a instalação? (aqui não precisa indicar os diâmetros)						
Legenda e carimbo						

Apresentou uma legenda clara contendo as informações necessárias?						
Apresentou um carimbo organizado com as informações necessárias? (disciplina, professor, título, responsáveis técnicos, data, assunto, folha, escala)						
Clareza do desenho e normalização (As escalas, tipos de linhas, espessura das linhas, tamanho do texto e representação na folha de papel estavam adequados?)						
Memorial descritivo e de cálculo						
Apresentou sumário e capa, dados básicos do empreendimento, objetivo, documentação entregue e a descrição geral da instalação de esgoto?						
apresentou todas as informações referentes ao dimensionamento realizado na planilha na Parte 02?						
Apresentou o dimensionamento correto do sistema de ventilação?						
O memorial está organizado?						

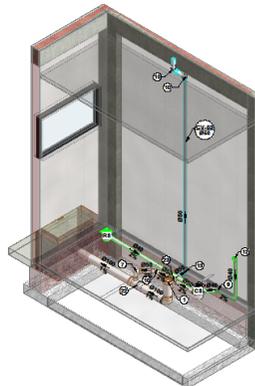



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CAMPUS DE CRATEUS

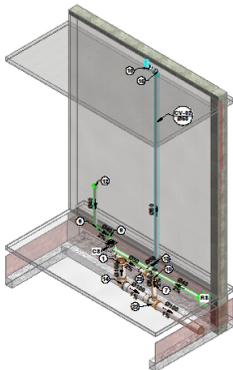
Disciplina: **INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS**
 Professor: **Tatiane Lima Batista**
 Título: **Projeto de Hidráulica - Água fria**
 Responsáveis Técnicos:
 Data: **18/12/2021**
 Assunto: **PLANTAS BAIXA**
 Folha: **ESG - 01/03**
 Escala: **Como indicado**



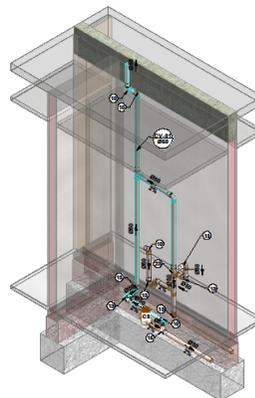
ESG - COZINHA



ESG - WC 1



ESG - WC 2



ESG - ÁREA DE SERVIÇO

LEGENDA:

- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO PRIMÁRIO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO SECUNDÁRIO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - VENTILAÇÃO ESGOTO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO COM SORCURA

— TUBULAÇÃO PVC MARROM - ÁGUA FRIA

— TUBULAÇÃO PVC - ÁGUA - QUENTE

— TUBO DE SAÍDA DE ESGOTO PRIMÁRIO

— TUBO DE SAÍDA DE ESGOTO SECUNDÁRIO

— TUBO DE SAÍDA DE SORCURA

— SCOLUNA DE ÁGUA FRIA

— SCOLUNA DE ÁGUA QUENTE

ABREVIACOES:

- BS - BACIA SANITÁRIA
- LV - LAVATÓRIO
- OS - OSIÁRIO
- ME - MANGUEIRA DE LAVAR LOUÇAS
- ML - MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
- DI - DUCHA RESISTÊNCIA
- CB - CAIXA BIFONDA
- RF - RALO RESISTÊNCIA
- FJ - TORNEIRA DE JARDIM
- RS - RESISTOR DE SÓDIO
- RP - RESISTOR DE PRESSÃO
- RE - RESISTOR DE ESFERA
- CA - CAIXA DE SORCURA/REGULINA
- CI - CAIXA DE REPOSIÇÃO
- HE - HERMETICO
- RES - RESERVATÓRIO

TUBOS - ESGOTO

DIÂMETRO	TIPO	COMPRIMENTO
40	PVC Esgoto Série Normal	4,87
50	PVC Esgoto Série Normal	30,48
75	PVC Esgoto Série Normal	2,06
100	PVC Esgoto Série Normal	33,16

ITENS		
Nº	DESCRIÇÃO	QTDE
1	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2
2	Base de Concreto para Caixa D'água	1
3	Caixa de Gordura, em PVC, DN100mm, capacidade 18 litros, conforme NBR 8160	1
4	Caixa de Inspeção em alvenaria com tampa de concreto, 60x60cm	6
5	Caixa Sifonada Girafácil Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrada Branca 100x140x50mm, 5 Entradas, Esgoto	3
6	Curva 90° Curta, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2
7	Curva 90° Curta, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	3
8	Joelho 45°, DN32mm, PVC Marrom Solidável, conforme NBR 5648	5
9	Joelho 45°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2
10	Joelho 45°, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	12
11	Joelho 90°, DN32mm, PVC Marrom Solidável, conforme NBR 5648	6
12	Joelho 90°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2
13	Joelho 90°, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	13
14	Joelho 90°, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2
15	Junção 45°, DN50x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1
16	Luva Simples, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	25
17	Luva Simples, DN75mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1
18	Luva Simples, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	3
19	Ralo Seco Montado com Grelha e Porta Grelha Quadrados 100x100x40mm, Esgoto	2
20	Redução Excêntrica, DN75x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	1
21	Terminal de Ventilação, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	3
22	Tê 90° de Redução, DN100x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2
23	Tê 90°, DN60x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	6



Disciplina: **INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS**

Professor: **Tatiane Lima Batista**

Título: **Projeto de Hidráulica - Água fria**

Responsáveis Técnicos:

Data: **18/12/2021**

Assunto: **ISOMÉTRICOS**

Folha: **ESG - 02/03**

Escala: **1 : 50**

