MATHEUS ALVES DARIVA

AUTOMATIZAÇÃO INFORMACIONAL DE SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS PREDIAIS ATRAVÉS DE TECNOLOGIA BIM E RA

Projeto de Pesquisa apresentado no V Seminário de Pesquisa – SEPE – no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Orientador: André Luis de Araujo

UBERLÂNDIA
2019

RESUMO:

Dariva, M. A.; Araujo, A. L. **Automatização informacional de Sistemas Hidrossanitários Prediais através ae tecnologia Bim e Ra.** 201. Projeto de Pesquisa (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU) Universidade Federal de Uberlândia.

As deficiências no processo de projeto de sistemas hidrossanitários podem ser decorrentes, principalmente, do envolvimento tardio dos projetistas na concepção do projeto e de sua participação descontinuada e pontual, deixando de incluir o desenvolvimento do as built e avaliações pós-ocupação. Percebe-se dificuldades associadas à implementação da NBR 15.575 e de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no cenário projetual de instalações hidrossanitárias, consequência da falta de pesquisas, desconhecimento pleno de ambos e de serem recentes. Para os desafios deste trabalho é proposto a criação de um artefato tecnológico, baseado em técnicas de modelagem generativas, utilizando tecnologia de Building Information Modeling (BIM) e Realidade Aumentada (RA), para produção e modificação automatizada, associada a arquitetura, das instalações hidrossanitárias de edificações, visando a melhoria da gestão do processo de projeto desse tipo de sistema. Evidenciando as deficiências processuais e propondo uma nova metodologia no processo de projeto, o presente trabalho pode acrescentar relevantes contribuições para além de diagnósticos, produzindo ferramentas projetuais que impactam o desempenho das edificações e que podem ser estendidas às melhores práticas de mercado e de gestão.

Palavras-chave: Projeto Hidrossanitário Predial. BIM. Realidade Aumentada.

ABSTRACT:

Dariva, M.A .; Araujo, A. L. **Informational automation of building water systems through BIM and RA technology.** 201. Research Project (Postgraduate in Architecture and Urbanism - PPGAU) The Federal University of Uberlândia.

Deficiencies in the design process for water sanitation systems may be mainly due to the late involvement of designers in project design and their discontinued and timely participation, and no longer include as built development and post-occupancy assessments. Difficulties are associated with the implementation of NBR 15.575 and Information and Communication Technologies (ICT) in the design scenario of water sanitation facilities, due to the lack of research, full ignorance of both and being recent. For the challenges of this work it is proposed the creation of a technological artifact, based on generative modeling techniques, using Building Information Modeling (BIM) and Augmented Reality (RA) technology, for the production and automated modification, associated with architecture, of water sanitation facilities. of buildings, aiming at improving the management of the design process of this type of system. By highlighting procedural deficiencies and proposing a new methodology in the design process, the present work can add relevant contributions beyond diagnostics, producing design tools that impact the performance of buildings and that can be extended to best market and management practices.

Key-words: Hydrosanitary Project. BIM. Augmented Reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do procedimento de automatização generativa de resultado. 11
Figura 2. Síndrome *Over-the-wall* - Interação entre os diferentes estágios e profissionais na concepção de uma obra. 12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de artigos publicados em anais de eventos científicos voltados para o ambiente construído (comparação entre quantidade de artigos referentes ao processo de projeto de Sistemas Hidrossanitários Prediais e outros de outras disciplinas).....6
Tabela 2. Tabela de parâmetros dos elementos hidrossanitários do modelo virtual. 10
Tabela 3. Descrição das atividades a serem desenvolvidas e períodos de realização. 15

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO **5**

1. OBJETIVOS **8**

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL 8

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

2. METODOLOGIA **8**

2.1. Elaboração do modelo virtual de estudo **8**

2.2. Integração do projeto à Realidade Aumentada (RA) **9**

2.3. Criação da tabela de parâmetros do projeto **10**

2.4. Integração da Tabela de Parâmetros a Realidade Aumentada (RA) **11**

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **11**

4. CAPÍTULOS SUPOSTOS **13**

5. RESULTADOS ESPERADOS **14**

6. CRONOGRAMA **14**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **15**

REFERÊNCIAS **16**

INTRODUÇÃO

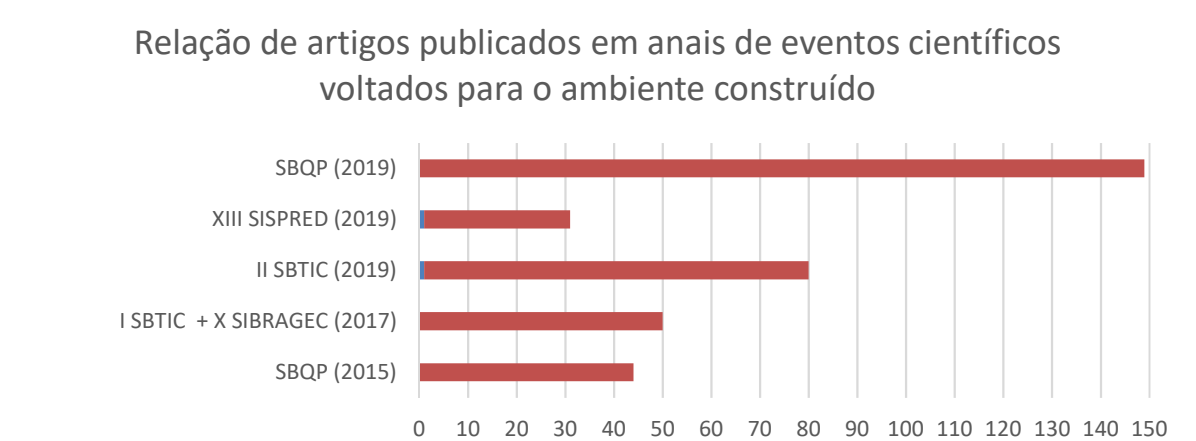
A concepção de um projeto pode ser considerado um mecanismo complexo que abrange, além do próprio modelo, diversas interfaces com outras características técnicas. Portanto, o processo de elaboração de um projeto deve considerar a necessidade de integração das equipes, dos conhecimentos e das experiências. Além disso, a dinâmica atual do setor de construção civil tem exigido otimização cada vez maior dos projetos para garantir melhor planejamento e controle das obras. Para que esse desenvolvimento seja possível, é necessário estabelecer um fluxo de trabalho estável e padronizado na elaboração dos projetos de um empreendimento, onde as etapas realizadas atendam adequadamente às necessidades de todos os intervenientes e contribuam para a comunicação entre as diversas equipes. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PREDIAIS, 2012).

O Projeto Hidrossanitário visa planejar a instalação do conjunto de canalizações, aparelhos, peças e acessórios que formam o sistema hidráulico e sanitário de uma edificação. Um projeto elaborado de acordo com a normas técnicas brasileiras garante o funcionamento destas instalações, evitando problemas como falta de pressão, de vazão ou manifestação de mal cheiro proveniente de ralos e afins (ABNT, 1999). Dentre as disciplinas de projeto, as instalações hidrossanitárias vêm recebendo destaque pois impacta fortemente no atendimento às exigências associadas à ecoeficiência e ao desempenho, em particular no atendimento dos requisitos estabelecidos pela NBR 15.575 (LIMA; ANDERY; VEIGA, 2016)

Embora haja diversas pesquisas referentes a sistemas hidrossanitários, ainda são escassos os trabalhos que concentram sua atenção no processo desse tipo de projeto do ponto de vista da gestão, ou seja, na relação desse sistema com as outras disciplinas de projeto, do momento em que esse projeto é elaborado, as normas pertinentes e como será executado o esquema na obra (EMMIT, 2010).

Ywashima e Ilha (2010) relatam que a grande maioria dos escritórios das diversas disciplinas de projetos ainda trabalham de forma segmentada, e as soluções adotadas nem sempre atendem as necessidades dos usuários e a manutenibilidade da edificação. Para tornar os projetos compatíveis entre si, são realizadas diversas reuniões, as quais consomem recursos e implicam retrabalho (YWASHIMA; ILHA, 2010). As autoras ainda propõem a utilização de tecnologias projetuais, como o BIM, para a melhoria do processo de projeto e integração das

informações e de todos os participantes para implicar uma mudança metodológica no planejamento de obras que vem sendo praticado. Todavia, fazendo um levantamento sistemático dos artigos publicados em congressos científicos nacionais voltados para ambiente construído percebe-se a escassez em pesquisas que relacionam tecnologias projetuais aos sistemas hidrossanitários, onde em apenas dois eventos foram publicados um artigo com essa abordagem, como mostra o gráfico a seguir.



	SBQP (2015)	I SBTIC + X SIBRAGEC (2017)	II SBTIC (2019)	XIII SISPRED (2019)	SBQP (2019)
Artigos referente ao processo de projeto de Sistemas Hidrossanitários Prediais	0	0	1	1	0
Outros artigos	44	50	79	30	149

Tabela 1. Relação de artigos publicados em anais de eventos científicos voltados para o ambiente construído (comparação entre quantidade de artigos referentes ao processo de projeto de Sistemas Hidrossanitários Prediais e outros de outras disciplinas).

Fonte: AUTOR (2019).

Em outro levantamento sistemático, feito por Staut e Ilha (2010), dos artigos de periódicos publicados em inglês, indexados nas bases de dados Web of Science, Scopus e Engineering Village - Compendex, foi encontrado apenas um artigo que aborda o uso de tecnologias projetuais em disciplinas de sistemas prediais hidrossanitário. Neste artigo, Palomera-Arias e Liu (2016) relatam as modificações feitas em uma disciplina de Sistemas Prediais para o uso de BIM nos exercícios de laboratório, os benefícios e desvantagens do uso de BIM no processo de ensino e as observações decorrentes das avaliações dos alunos.

Segundo Lima, Andery e Veiga (2016), a progressiva incorporação de conceitos de engenharia simultânea no processo de projeto implica na definição de escopos que privilegiem o envolvimento dos profissionais responsáveis pelos projetos de instalações, desde o momento inicial de concepção dos projetos. No entanto, percebe-se que são pouco os estudos voltados para as disciplinas de instalações hidrossanitárias em relação a tecnologias e métodos de projeto, ou seja, não é pesquisada no mesmo ritmo que outras disciplinas, como arquitetura e estrutura. No mercado isso se reflete de forma similar, permanecendo atual o diagnóstico apresentado por Graça, Freire e Farina (1998), que ressaltavam as deficiências decorrentes de não se considerar as questões de instalações hidráulicas na fase de estudos preliminares dos projetos de uma edificação.

Apesar de nos meios acadêmicos terem sido propostos modelos para o desenvolvimento de programas de necessidades dos sistemas prediais, como fator indutor da qualidade do projeto e com selos de construção sustentável (LEED, Casa Azul, AQUA, etc) cada dia mais requisitados em empreendimentos, diante de um setor com um histórico de grande gerador de resíduos, estudos apontam para a continuidade nas deficiências associadas à contratação e coordenação dos projetos hidrossanitários (FARINA ET AL., 2002).

Ainda que os avanços tecnológicos associados ao desenvolvimento de materiais e sistemas prediais inovadores, patologias relacionadas aos sistemas hidrossanitários continuam sendo um aspecto crítico no uso e operação de edificações (CUPERTINO; BRANDSTETTER, 2015). De acordo com um estudo realizado em 2006 pelo Corpo de Bombeiros do estado de Goiás, cerca de 75% das patologias da construção são provenientes de problemas relacionados as instalações de água e esgoto (PACHECO, 2018). Parte significativa dos problemas é decorrente de inconsistências nos projetos ou equipamentos especificados inadequadamente (BELINAZO; BELINAZO; ILHA, 1999).

Nesse atual contexto acadêmico e de mercado, brevemente delineado acima, duas questões desafiam o desenvolvimento dos projetos hidrossanitários, na perspectiva da gestão metodológica de projeto: a incorporação dos conceitos de TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) e a adequação às exigências da NBR 15.575 (Norma de Desempenho).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Criar um artefato que possibilite a concepção automática e análise de informação de projetos hidrossanitários utilizando Realidade Aumentada (RA).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos ordenam-se da seguinte forma:

1) Modelar uma edificação utilizando o Revit da Autodesk, Inc. com as disciplinas de arquitetura, estrutura e instalações hidrossanitárias e elétrica integradas;
2) Estudar viabilidade de integrar o modelo a dispositivos e aplicativos que disponham de tecnologia de RA, utilizando sistema de geolocalização para analisar aplicabilidade in loco;
3) Desenvolver um artefato (tabela de parâmetros) que permita aplicar o conceito de projeto generativo ao sistema hidrossanitário predial;
4) Integrar esse artefato a dispositivos de RA, permitindo a concepção automática do sistema hidrossanitário a partir dessa tecnologia in loco.

2. METODOLOGIA

2.1. Elaboração do modelo virtual de estudo

Na primeira etapa, tem-se como objetivo desenvolver o esboço de um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar de dois pavimentos em um terreno hipotético de 150 metros quadrados (10 metros de frente e aos fundos, por 15 metros de extensão dos lados). A partir disso, será analisada e criada uma lista de materiais que serão necessários para a implantação de todos os projetos (arquitetônico, estrutural e de instalações hidrossanitárias e elétricas). Inicia-se, então, o processo de modelagem das famílias listadas, com o objetivo de viabilizar a redução no tempo de elaboração do modelo virtual, adicionando parâmetros que possibilitem automatizar a concepção dos componentes do projeto de instalações e as informações construtivas.

Serão criadas famílias para o projeto arquitetônico de portas, janelas, paredes, pisos, revestimentos, forros e telhado. Em seguida, os componentes do projeto hidrossanitário de caixa de inspeção, caixa de gordura, caixa de passagem, fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro. As tubulações, conexões e algumas peças hidrossanitárias serão famílias desenvolvidas e disponibilizadas gratuitamente pela Tigre, Celite, Docol e Deca. Os elementos do projeto elétrico que serão criados são: luminárias, tomadas, interruptores, condutores, circuitos, quadro de distribuição e caixa de passagem. Por fim, para o projeto estrutural: pilares, vigas e lajes em concreto armado.

Conforme são produzidas as famílias, serão estudadas as atribuições de parâmetros para cada uma delas e avaliados quais realmente são necessários para o perfeito entendimento da construção e manutenções do empreendimento de forma sustentável. Para isso, serão desenvolvidos algoritmos no Revit e no Dynamo que possibilitem a prontidão na alteração desses parâmetros de forma a automatizar geração e modificação de projeto. Na produção das famílias, busca-se que todas informações e detalhes contidos nos elementos estejam no Nivel de Desenvolvimento 400, de acordo com o Caderno de Apresentação de Projetos em BIM do Governo de Santa Catarina. Pretende-se obter um modelo virtual próximo da realidade com informações construtivas automatizada e detalhadas.

Com as famílias confeccionadas, serão elaborados os projetos arquitetônico, estrutura e de instalações hidrossanitárias e elétricas da residência unifamiliar, de forma a garantir a compatibilidade entre eles. Para isso, será avaliado o esboço da arquitetura e a lista de materiais construtivos que serão utilizados no projeto, a fim de modelar todas as disciplinas no Revit utilizando as famílias produzidas na primeira etapa da pesquisa.

2.2. Integração do projeto à Realidade Aumentada (RA)

Na segunda etapa, com o modelo virtual finalizado, será estudado meios de integração do projeto à aplicativos e dispositivos de Realidade Aumentada. Serão utilizados para validação os seguintes sistemas: Augin, BIMx e HoloLens. Feito isso, será testado in loco por um sistema de geolocalização a aplicabilidade dessa tecnologia projetual.

2.3. Criação da tabela de parâmetros do projeto

Na terceira etapa, será criado a tabela de parâmetros do modelo virtual. Ela será como uma tabela de identidade do projeto hidrossanitário, onde estarão disponíveis várias informações fundamentais para a execução da obra, como materiais, métodos construtivos, quantidade, etc. Essas informações serão separadas em tópicos, de acordo com a Tabela 2.

Hidráulica e Sanitária
Número de pessoas
Tubos de água fria
Tubos de esgoto
Tubos de águas pluviais
Peças hidrossanitárias
Acessórios
Reservatórios
Hidrômetro
Caixas de inspeção
Caixas de gordura
Caixas de passagem
Fossa
Filtro
Sumidouro

Tabela 2. Tabela de parâmetros dos elementos hidrossanitários do modelo virtual.

Fonte: AUTOR (2019).

Em cada um dos itens listados na Tabela 2 estarão atribuídas informações parametrizadas do modelo. Esses parâmetros serão alteráveis e qualquer modificação implicará em mudanças em componentes do projeto associados àquela instrução. Por exemplo, se o número de pessoas da residência for alterado na tabela, serão alterados também parâmetros da fossa, filtro e sumidouro, como volume, quantidade de materiais para fabricação e qualquer outro elemento associado a esse parâmetro. Com essa tabela, será possível automatizar modificações no projeto hidrossanitário e até gerar alternativas de concepções a partir de entrada de informações.

Para melhor entendimento, espera-se que na tabela possamos entrar com informações paramétricas (*input*) que passariam por um processo de cálculo e regras, através de algoritmos elaborados no Revit e Dynamo, para, então, gerar um resultado de projeto que melhor se encaixa àqueles parâmetros fornecidos inicialmente (*output*), conforme ilustra a Figura 3.

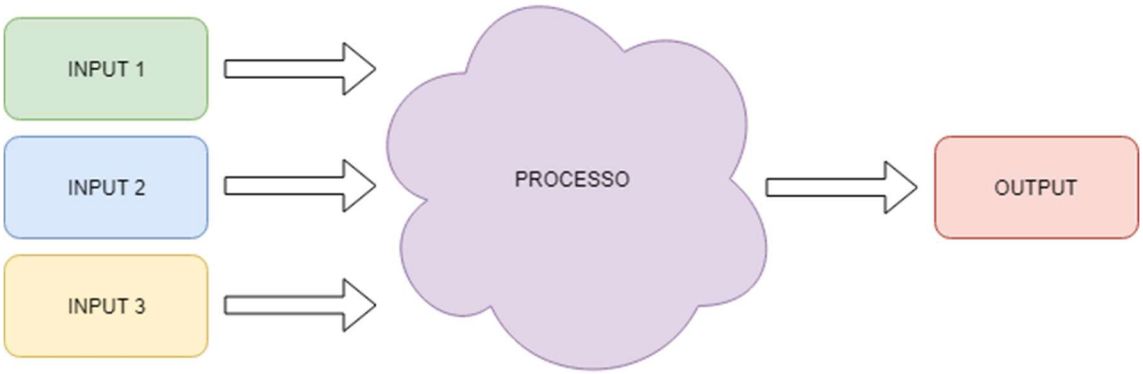


Figura 1. Fluxograma do procedimento de automatização generativa de resultado.

Fonte: AUTOR (2019).

2.4. Integração da Tabela de Parâmetros a Realidade Aumentada (RA)

Por fim, na quarta etapa, será estudada formas de integrar a tabela de parâmetros aos dispositivos de RA, criando uma interface que permita essa adaptação. Através dessa interface pretende-se possibilitar a análise, modificação automática, geração e gestão do projeto hidrossanitário com presteza, tornando funcional a integração dessa disciplina nas etapas iniciais de projeto de um empreendimento.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de projeto em grande parte do setor de construção civil ainda é baseado na abordagem tradicional de gestão. Isso significa que todo o processo de concepção e construção é conduzido de maneira sequencial ao longo do ciclo de vida do projeto (Nawi et al, 2011). Basicamente, esse processo começa com um resumo do cliente no início do projeto. Durante o processo de briefing, o cliente instruirá o arquiteto a projetar o edifício com base no método tradicional de construção. O arquiteto produzirá um projeto arquitetônico reunindo e analisando as informações e executando todo o trabalho necessário para elaborar um projeto (KAMAR; AM & AZMAN; MOHD NAWI, 2014).

Na próxima etapa, todos os detalhes de informações e documentação serão fornecidos aos engenheiros estruturais, a fim de preparar e conceber os elementos estruturais. Em seguida, essas informações também serão usadas pelos engenheiros de instalações hidrossanitárias e elétricas para produzir especificações e concepções desses sistemas. Após a conclusão do projeto estrutural e de instalações prediais, os projetos e especificações detalhados serão transmitidos ao inspetor de quantidade para estimar os custos e preparar a lista de quantidades para o processo de licitação e contratação. Durante o processo de seleção do contratante principal, a prática geral é basear-se na submissão mais apropriada e com o menor custo para a construção (KAMAR; AM & AZMAN; MOHD NAWI, 2014).

Todos os documentos serão repassados ao empreiteiro para iniciar as obras. No entanto, o contratante precisa discutir primeiro com fabricantes ou fornecedores de materiais, a fim de converter todos os desenhos tradicionais em padrão ou especificação do mercado. Finalmente, o processo de construção pode começar. Esse processo tradicional é conhecido como síndrome *"over-the-wall"* e é mostrado na Figura 2 (KAMAR; AM & AZMAN; MOHD NAWI, 2014).

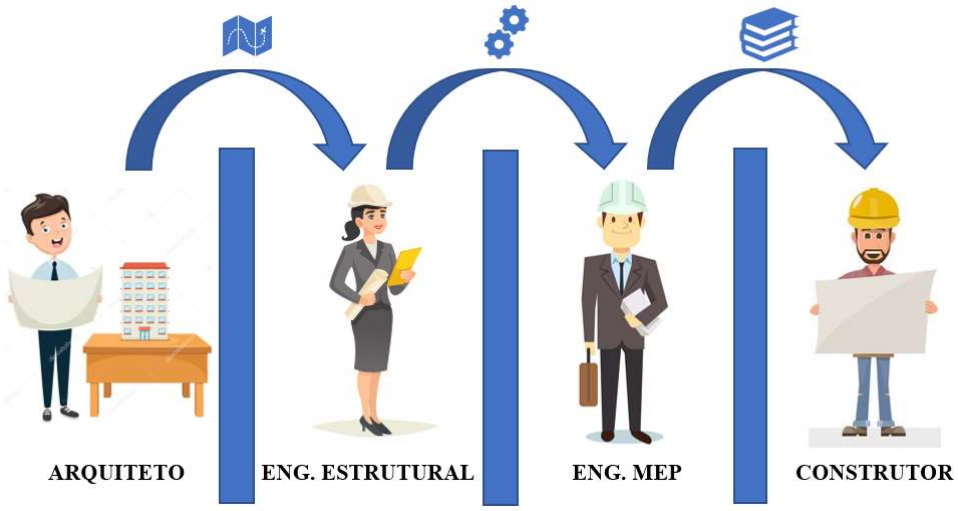


Figura 2. Síndrome *Over-the-wall* - Interação entre os diferentes estágios e profissionais na concepção de uma obra.

Fonte: AUTOR (2019).

O processo tradicional de construção tem sido amplamente criticado por sua abordagem fragmentada da entrega do projeto e por sua falha em formar equipes eficazes. Pesquisadores anteriores (EVBUOMWAN; ANUMBA, 1998; EGAN, 2002). revelaram que essa abordagem tradicional gerou muitos problemas associados à fragmentação, como isolamento de profissionais e falta de coordenação entre

projeto e construção. Por outro lado, Abadi (2005) definiu fragmentação como: “a divisão resultante do número crescente de profissões e organizações envolvidas em todos os processos de um projeto de construção. Isso foi causado pela crescente demanda por diferenciação e especialização, à medida que os projetos de construção aumentam em tamanho e complexidade”.

Além disso, a natureza do processo de construção tradicional em si é conduzida de maneira sequencial e é construído com base na abordagem de profissionais segregados durante a fase de projeto e construção. Esse cenário geralmente resulta em ineficiências durante a fase de construção, como aumento da complexidade do projeto, retrabalho, aumento de custos e maior duração da construção, o que resulta em ineficiência no processo de entrega do projeto (EVBUOMWAN; ANUMBA, 1998). Como resultado dessa fragmentação, o processo tradicional de construção tende a incorrer em custos adicionais com o retrabalho resultante de erros, problemas de qualidade e ineficiência dos prazos de entrega do projeto, baixo desempenho e insatisfação do cliente com a entrega dos produtos (EGAN, 2002; LOVE; GUNASEKARAN; LI, 1998). Além disso, essa prática permite que os fabricantes e contratados se envolvam somente após a fase de projeto, criando problemas para o processo da cadeia de suprimentos (como atrasos no fornecimento de materiais, custos adicionais, etc) e a questões relacionadas à construtibilidade.

4. CAPÍTULOS SUPOSTOS

A dissertação será dividida em cinco capítulos, incluindo o capítulo introdutório onde se faz um enquadramento geral do tema e são referidos os objetivos a atingir. No segundo capítulo será apresentado o estudo do estado da arte na área das tecnologias da informação na construção, com ênfase nos aspectos relacionados com os formatos padrão no processo de projeto e no Sistema Hidrossanitário Predial. No terceiro capítulo serão avaliados os requisitos a cumprir pelos modelos de Sistemas Hidrossanitários Prediais a fim de garantir as exigências da Norma de Desempenho. No quarto capítulo será apresentado o formato proposto para o método de concepção automática a partir de Realidade Aumentada de Sistemas Hidrossanitários Prediais, efetuando uma avaliação do modelo in loco, incluindo a aplicação das ferramentas desenvolvidas. No quinto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se obter uma interface de Realidade Aumentada que possibilite a visualização de modelos virtuais BIM in loco, por meio de geolocalização, com uma tabela de parâmetros atribuída a ele, contendo informações de fabricação, construção e manutenção de elementos da obra, de forma que seja possível gerar alternativas de projetos hidrossanitários a partir de entradas de informações. Ou seja, pretende-se conceber um artefato tecnológico, com base em técnicas de modelagem generativas, para produção e modificação automatizada, associada a arquitetura, das instalações hidrossanitárias de edificações. Proporcionando prontidão em concepção e alteração de projetos, minimizando erros e desperdícios na execução de obras, aumentando a produtividade na elaboração e gestão de projetos e viabilizando obter um modelo virtual próximo da realidade.

6. CRONOGRAMA

Para realização da pesquisa, o planejamento será dividido conforme Tabela 4.

Atividades	1° Bimestre	2° Bimestre	3° Bimestre	4° Bimestre	5° Bimestre	6° Bimestre	7° Bimestre	8° Bimestre
Revisão Bibliográfica								
Concepção geral do projeto da residência								
Análise de catálogos de materiais								
Lista de componentes a serem modelados								
Modelagem de famílias								
Modelagem dos projetos								
Estudo de integração do modelo a aplicativos de RA								
Criação da Tabela de Parâmetros (TP)								

Estudo de integração da TP a aplicativos de RA								
Criação da interface de concepção automática de SHP através de RA								
Redação de relatórios								
Redação de artigos								

Tabela 3. Descrição das atividades a serem desenvolvidas e períodos de realização.
Fonte: AUTOR (ano)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de decisões relativas à disciplina de hidráulica, especialmente nas fases iniciais de concepção dos empreendimentos, pode potencializar a ocorrência de erros e de retrabalho para vários dos agentes envolvidos, constituindo uma fonte significativa de desperdício de recursos e perda de valor agregado. Em um momento no qual, aliada à demanda de melhoria da qualidade e do desempenho dos edifícios, as empresas aumentam sua preocupação com a redução dos riscos, as disciplinas de engenharia no processo de projeto acabam ganhando valorização, em especial as disciplinas de instalações.

Com frequente falta de interação entre arquitetos e projetistas desses sistemas, o mercado e a academia devem passar a considerar mais relevante a participação do projetista de instalações na fase inicial de concepção de empreendimentos e estudos referentes ao processo de projeto hidrossanitário. Dessa forma, o presente trabalho irá reforçar a necessidade de contato entre projetistas de instalações e os responsáveis pela concepção no início dos trabalhos propondo ferramentas e métodos de concepção, gestão e análise de projetos hidrossanitários prediais. Acredita-se também que essa pesquisa possa ser um caminho para a criação de plataformas de projetos generativos de residências associado a parâmetros que englobem tanto elementos visuais de arquitetura quanto elementos de infraestrutura.

REFERÊNCIAS

Abadi, M. (2005). **Issues and challenges in communication within design teams in the construction industry.** Unpublished Ph.D. Thesis, University of Manchester, UK.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PREDIAIS**. Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Hidráulica.** 2012. Disponível em: http://www.sinaenco.com.br/downloads/manual_Hidraulica.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 5626**: Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário- Projeto e execução.** Rio de Janeiro, 1999.

Egan, J. (2002). Accelerating change. **Strategic Forum for Construction**, London.

EMMITT, Stephen. **Gestão do processo de projeto em arquitetura, engenharia e construção: origem e tendências.** Gestão & Tecnologia de Projetos, Brasil, v. 5, n. 3, p. p. 27-38, dec. 2010. ISSN 1981-1543. doi: https://doi.org/10.4237/gtp.v5i3.173

Evbuomwan, N.F.O.; and Anumba, C.J. (1998). **An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction.** Advances in Engineering Software, 29(7-9), 587-597.

FARINA, H. et al. Programa de necessidades para sistemas prediais e a qualidade do projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2002. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_1921_1930.pdf

GRAÇA, M.E.A.; FREIRE, C.C.A.; FARINA, H. A produção de projetos de sistemas prediais: fase conceitual e fase preliminar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 18., Niterói, 1998. **Anais…** Niterói: ENEGEP, 1998. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART400.pdf

ILHA, M. S. de O. et al. Caracterização da produção científica na área dos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...**

Porto Alegre: ANTAC, 2006. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_3383_3391.pdf

KAMAR, K.AM & AZMAN, M.N.A. & Mohd Nawi, Mohd Nasrun. (2014). **IBS survey 2010: Drivers, barriers and critical success factors in adopting industrialised building system (IBS) construction by G7 contractors in Malaysia.** Journal of Engineering Science and Technology. 9. 490-501.

LIMA, Camila Fonseca Melo; ANDERY, Paulo Roberto Pereira; VEIGA, Ana Cecília Rocha. **Análise do processo de projeto de sistemas hidrossanitários prediais.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 102-113, jun. 2016. ISSN 1980-6809. Disponível em: Acesso em: 05 nov. 2019. doi: http://dx.doi.org/10.20396/parc.v7i2.8645049.

Love, P.E.D.; Gunasekaran, A.; and Li, H. (1998). **Concurrent engineering: A strategy for procuring construction projects.** International Journal of Project Management, 16(6), 375-383.

Nawi, M.N.M.; Lee, A.; Kamar, K.A.M.; and Hamid, Z.A. (2011). **A critical literature review on the concept of team integration in industrialised building system (IBS).** Malaysia Construction Research Journal (MCRJ), 9(2), 1-18.

PALOMERA-ARIAS, R.; LIU, R. **BIM Laboratory Exercises for a MEP Systems Course in a Construction Science and Management Program.** Journal of Information Technology in Construction, [s. l.], v. 21, n. Issa R, p. 188–203, 2016.

STAUT, Solange L. S.; ILHA, Marina. S. de O. SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS DESEMPENHO E INOVAÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS, XIII., 2019, SÃO PAULO. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.antaceventos.net.br/index.php/sispred2019/sispred2019/paper/viewFile/692/339. Acesso em: 5 nov. 2019.

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).** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. Anais ... Porto Alegre: ANTAC, 2010. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/502.pdf.