

ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE ENTRE OS SISTEMAS CAD E BIM NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS

João Pedro Silva¹, Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes²

Resumo: Considerando que a busca por trabalhos rápidos e de alta eficiência domina o mercado de projetos e obras, decidiu-se por pesquisar a efetividade dos dois softwares que dominam a produção de projetos arquitetônicos, o AutoCAD e o Revit, com o propósito de confrontar os resultados da reprodução de projetos realizados pelos dois programas. Para tal, tornou-se necessário especificar os usos e recursos dos sistemas, analisar o custo-tempo para realização do projeto em cada ferramenta e identificar vantagens, desvantagens, conhecimento e difusão dos mesmos no mercado de trabalho. Realiza-se, então uma pesquisa bibliográfica que vem posteriormente trazer o embasamento teórico necessário para uma pesquisa quantitativa na reprodução de projetos e qualitativa a partir de questionamentos direcionados a usuários de ambos os softwares. Assim feito, verifica-se que o Revit apresenta uma vantagem significativa quando se trata de reprodução de projetos conseguindo demandar 50% menos tempo em relação ao AutoCAD e demonstra a boa recepção que o sistema BIM tem no mercado recente apesar da falta de incentivo tanto em universidades quanto no mercado mais antigo bem como o conhecimento sobre decretos do meio, o que impõe a constatação de que é preciso modernizar-se para manter o auto padrão e ter respaldo no mercado competitivo e exigente.

Palavras-chave: AutoCAD. Revit. Projeto Arquitetônico.

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo com economia cada vez mais globalizada e competitiva, com a velocidade e a complexidade das evoluções tecnológicas e aumento nas exigências comerciais, as formas de atuação empresarial e profissional em todos os setores têm se modificado sensivelmente. O mercado da construção civil, inserido em contextos cada vez mais competitivos, está sendo estimulado a se desenvolver, o que inclui o processo de desenvolvimento e representação gráfica de projetos. Esta etapa apresenta relação direta com a competitividade das empresas, devendo a mesma se dar de maneira estruturada e eficiente, aliado com princípios de produtividade [1].

A representação gráfica de elementos da engenharia vem evoluindo ao longo das décadas, motivado principalmente pelas demandas de mercado e difusão da tecnologia. Originalmente, este processo era realizado por meio do desenho técnico tradicional à mão, o que foi modificado no início da década de 80 por meio do desenvolvimento e popularização de ferramentas computacionais de auxílio ao desenho designado Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador) – CAD. Esta evolução do método de desenho propiciou mais qualidade e eficiência nos projetos de engenharia, uma vez que reduzia a necessidade de habilidades manuais e possibilitava a produzir modelos gráficos com mais agilidade [2].

Ainda que o CAD tenha representado uma revolução tanto do ponto de vista técnico como em termos de produtividade, o mesmo ainda é passível de falhas e inconsistências, limitações que vem estimulando o desenvolvimento e adoção de novas ferramentas e métodos de representação gráfica nos últimos anos [3].

O projeto de uma construção deve ser composto por um conjunto de peças gráficas complementares, devendo este conjunto se comunicar de forma harmoniosa, coesa, coerente e principalmente proporcionar eficiência às diversas áreas envolvidas, o que não é possível de ser integralmente realizado por meio da sobreposição dos projetos bidimensionais [4]. Diante desta nova demanda, vem ocorrendo a reinvenção dos mecanismos de projetos virtuais com o objetivo de melhorar a eficiência, a qualidade, o prazo, a demonstração aos clientes, os planejamentos e os custos, originando o método de projeto denominado por Modelagem de Informação da Construção ou Building Information Modelling - BIM [5]. Em resposta a modernização no processo de modelagem/projeto da indústria da arquitetura, engenharia e construção – AEC – o Governo Federal publicou o decreto 9.377, de 17 de maio de 2018, o qual institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País [6].

Inseridos nesse decreto existem diferentes estratégias de como difundir essa metodologia, tendo como ponto principal, a obrigatoriedade do uso dos mecanismos de BIM a partir do ano de 2021 em projetos para construção

de obras públicas. Acredita-se que estas medidas trarão benefícios como o aumento do lucro e consequentemente do PIB parcial sobre a área de construção civil. Estima-se que caso metade da cadeia de construção (em faturamento) adote esta ferramenta até 2028, o PIB deste setor ganhará um aumento de 7 pontos percentuais [7].

Considerando que o tema ainda é uma novidade no país, e diante da certa carência de estudos que comparem o desempenho na execução de projetos entre os métodos anteriormente mencionados, a presente pesquisa teve como objetivo comparar a produtividade dos métodos CAD e BIM no processo de projeto gráfico de uma residência unifamiliar. Adicionalmente, realizou-se uma pesquisa de opinião entre os usuários dos dois sistemas afim de identificar as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos.

2. PROJETAÇÃO

Os projetos construtivos existem desde o surgimento do homem e a sua necessidade de abrigo, mesmo que sendo muito diferente do que é hoje, a idealização é a mesma: planejar, projetar, e construir seguindo tal pensamento. Devido às mudanças, estes projetos tornaram-se cada vez mais apresentáveis e palpáveis deixando de existir apenas na mente do idealizador. Após sair do imaginário, os projetos passaram a ser representados por desenhos manuais em papéis e acompanharam a linha evolucionária, deixando de ser manuais e mudam para impressão [8].

Em razão dessas mudanças, muitos problemas foram superados, uns com mais facilidade que outros, mas ainda assim ocorriam erros de projeto, os quais demandavam maior previsão a fim de evitar o gasto excessivo e perda de tempo na execução.

O desenho eletrônico possibilitou diversos melhoramentos no processo de representação gráfica, tais como economia de tempo, flexibilidade de escalas de representação, virtualização da área de trabalho e portabilidade. Porém, também promoveu uma variação de métodos de trabalho e representação adotadas. Cada projetista imprime parte do seu estilo de projetar e essa livre organização pode causar falhas de comunicação entre os projetistas e erros de execução dos projetos. O objetivo do desenho técnico é a representação em linguagem gráfica das diretrizes e especificações de um projeto, assim, faz-se necessário que esta representação seja compreendida por todos os envolvidos na sua realização. Para tanto é de suma importância a padronização dos desenhos técnicos entre a equipe de projetistas das diversas áreas. Portanto, compatibilizar é uma maneira de incorporar todas as disciplinas que envolvem um projeto [9]. O processo se dá após a conclusão de todas as partes envolvidas, sanando conflitos e interferências através de sobreposição manual ou por meio de tecnologias que aceleram a verificação [10].

Assim, o sistema BIM surge como uma maneira eficiente de integrar todas informações, não somente a representação gráfica, mas também informações como técnicas de manutenção, custos de operação, rastreamento de materiais e técnicas de construção, relacionadas com o objeto arquitetônico de forma organizada e com a possibilidade de acompanhamento, em tempo real, por todos os envolvidos no projeto, imprimindo cada vez mais eficiência e qualidade no produto final.

2.1 Sistema CAD

Com o avanço tecnológico ocorrido na segunda metade do século XX, várias exigências e deficiências do mercado conseguiram ser atendidas com o desenvolvimento de softwares, sendo assim, trabalhos antes exercidos inteiramente por meio manual passaram a dispor de ajuda ou foram substituídos por meios eletrônicos. Um dos principais exemplos a serem citados nessa situação são os sistemas CAD, que transformaram a indústria da projeção [11].

Tal sistema alcançou destaque principalmente devido a praticidade, a maneira mais rápida de produção, produzindo melhores projetos, com as informações de desenho sendo armazenadas em formato digital e seus componentes tendo variação de tamanhos com precisão [12].

Apesar da relevante evolução oriunda do emprego do CAD, a forma de projetar e construir não apresentou mudanças significativas. Ao passo que apenas as ferramentas de desenho foram transferidas para o computador, diminuindo erros, tempo e proporcionando maior facilidade de trabalho. Em suma, o processo ficou mais fácil, contudo o resultado final se manteve para fins representativos, somente. [8]

Avaliando a questão de falhas deste sistema, o mesmo é criticado devido as limitações apresentadas por desenhos. Por tratar-se de desenhos bidimensionais, necessita-se da criação de algumas vistas para detalhamento e representação de um projeto tridimensional que forneça o entendimento correto ao executor. Em contrapartida, com a criação excessiva de vistas pode-se vir a criar um projeto muito pesado visualmente e ainda podendo gerar erros com a vista bidimensional [13].

2.2. AutoCAD

Apesar de ter sua história começando a ser escrita no início dos anos 60, o mesmo veio a comercialização apenas no princípio dos anos 80 junto ao lançamento do computador pessoal da empresa IBM, o qual tornou

acessível a computação em desktop. No ano de 1982, John Walker fundou a Autodesk e um ano após esse feito, em 1983, lançou o AutoCAD, o que causou revolução na formulação de projetos da década e seguintes [14].

Atendendo a demanda necessária no seu tempo de lançamento, ganhou apreciadores e adeptos facilmente, otimizou o tempo de profissionais e, de algumas décadas passadas até o início do século atual, foi tratado como único no quesito de reprodução de gráfica computadorizada. Por ser um software pioneiro no mercado projetista, reinou durante muitos anos e foi apreciado com unanimidade nas empresas e/ou escritórios de engenheiros e arquitetos, se tornou a grande invenção para a indústria AEC no século XX e perdurou até o início do século XXI. A contribuição desta ferramenta é notória assim como seu domínio na área de projeção. É o alicerce principal da área, o qual perdura e sustenta dando amplitude o surgimento de mais softwares com o avanço tecnológico progressivo [8].

No entanto, devido ao seu sistema ser baseado na disposição do sistema geométrico 2D chegou a causar embaralhamento de idealização do virtual para o real no início de sua trajetória enquanto era difundido ao comércio de projeção [15].

Pelos processos citados anteriormente que apresentam certos problemas em alguns casos como: falhas, inconsistências, inseguranças e produções repetitivas, fazem com o que haja perda considerável de informações valiosas do projeto realizado [3].

2.3. Sistema BIM

Com o surgimento datado da década de 80 o sistema BIM também ganhou popularidade um pouco mais devagar do que o sistema CAD, o BIM surgiu com os softwares Allplan e ArchiCAD, mas não obtiveram êxito. Seu conhecimento passou a ser maior com o surgimento software Revit durante a década de 90, tida como uma das ferramentas referências no conceito BIM [16, 17].

A modelagem BIM é associada à interoperabilidade e compartilhamento de informação. Permite representar, de maneira consistente e coordenada, todas as informações e etapas de um edifício: do estudo preliminar à demolição [18]. Esse sistema apresenta potencial significativo para renovar os cursos tomados nos últimos anos pelo mercado da indústria da AEC, sendo diferenciado nos quesitos de planejamento, projeto, execução e finalização de edificações.

O impacto da tecnologia BIM é mais perceptível na fase em que se conceitua o projeto, pois consegue extrair significativa interação e avaliação melhorada para as decisões tomadas no começo do projeto. Na continuidade do esquema, os impactos abordam os níveis de construção, os detalhamentos, especificações e estimativas de custos, e por fim, a integração dos serviços de engenharia dando suporte a novas informações de trabalho e integração colaborativa [22].

O BIM é reconhecido como uma tecnologia de gerenciamento que oferece soluções integradas à indústria da construção civil, melhorando a satisfação do cliente em tempo, custo, segurança, qualidade e funcionalidade dos projetos [23].

Como pontos vantajosos para o sistema BIM:

- Possibilita visualização de conflitos e falhas que ocorreriam durante execução da obra;
- Melhora o controle do cronograma e prazos;
- Permite melhor controle do executor e projetista com o trabalho realizado;
- Economia proporcionada pelos recorrentes erros corrigidos com antecedência;
- Confiabilidade no projeto;
- Compatibilização de projetos.

Como desvantagens:

- Custo elevado para aquisição de software;
- Desconfiança do mercado mais antigo;
- Pouca difusão nas universidades [19].

Ao contrário do sistema CAD, que contém elementos denominado blocos, a ferramenta BIM apresenta objetos, usualmente, caracterizados como famílias. Esses objetos armazenam informações técnicas particulares dos materiais de construção. A partir disto, a ferramenta tem capacidade de não somente fornecer cortes e elevações, tabelas de esquadrias, acabamentos, áreas, mas também estimativas de cálculo e custos da obra. Com isso, é possível acompanhar minuciosamente o andamento de um projeto desde a fase preliminar, até a representação final com modelagem 3D. [4]

Buscando espaço no mercado competitivo, o sistema BIM tem essas vantagens para solucionar problemas recorrentes a algum tempo na área de projetos e acrescentando mais algumas qualidades as quais procuram trazer, principalmente economia financeira e de tempo, dois dos principais interesses de quem trabalha na indústria AEC.

Portanto, a ferramenta BIM, quando trabalhada em sincronia com as partes relacionadas do projeto (proprietário, arquiteto, engenheiro e construtor), costuma reduzir erros e omissões de projeto e modificações em obra, acarretando em um processo de entrega mais eficiente e confiável, que reduz o prazo e propicia um empreendimento menos oneroso [3].

2.4. Revit

Tendo a fundação de seu desenvolvimento ocorrido por volta de 1997 por uma equipe de estudantes do Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) em união com ex-funcionários da empresa de softwares Parametric Technologies Corporation (PTC), o software Revit trouxe como diferencial ser o primeiro do mercado a trabalhar com modelagem de construções paramétricas. Tal modelagem refere-se à relação entre todos os elementos em um projeto que permite a coordenação e o gerenciamento de alterações que o Revit oferece. [20]

Em uma boa fase de crescimento, o Revit, vem se popularizando e ganhando notoriedade no desenvolvimento de projetos. Por todo dinamismo dado a projeção, esse software mais recente vem ganhando mais adeptos com o passar dos anos [21]. Traz como grande vantagem a introdução do conceito BIM, que é uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção [15].

Implementado no conceito acima o Revit, vence a barreira do 3D, o que antes era umas de suas maiores vantagens, e chega atingir o 7D, um conceito muito confiável, o qual aumenta a confiabilidade do projeto. Além das 3 primeiras dimensões já conhecidas, com o 4D se ganha o conhecimento da sustentabilidade, gerenciamento e o consumo da edificação. O 5D é programado para receber informações de custo e quantitativos de serviços, permitindo assim a geração de orçamentos. Compete ao 6D fornecer informações referentes a validade dos matérias, ciclos de manutenções, e consumos de projetos realizados pelo Revit MEP. Por fim, temos o 7D que é referente ao tempo de execução dos elementos da edificação, que pode ser retirado como cronograma da obra, fornecendo ritmo de produção e gerenciamento [5].

3. NORMAS TÉCNICAS

As normas regem todas as ações feitas com segurança e qualidade no Brasil, com os projetos não é diferente e tais ações são distintas para os projetos em CAD e BIM. Apesar de não possuir uma norma oficial específica para o sistema CAD, os projetos feitos no mesmo devem obedecer às normas de representação gráfica sobretudo a ABNT NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura do ano de 1994.

Quando se trata do conceito BIM, em 2009 foi criado, no Brasil por meio de atitude do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, a ABNT/CEE-134, a qual tomou por responsabilidade de desenvolver normas técnicas relacionadas ao BIM. Tomando como ponto de partida e base os seguintes pontos:

- A tradução da ISO 12006-2, norma de padrão internacional referente a projetos BIM;
- Desenvolvimento de um sistema de classificação para a construção e;
- Desenvolvimento de diretrizes para criação de componentes BIM [24].

A norma completa é a ABNT NBR 15965, intitulada por Sistema de Classificação da Informação da Construção e é subdividida em sete aspectos:

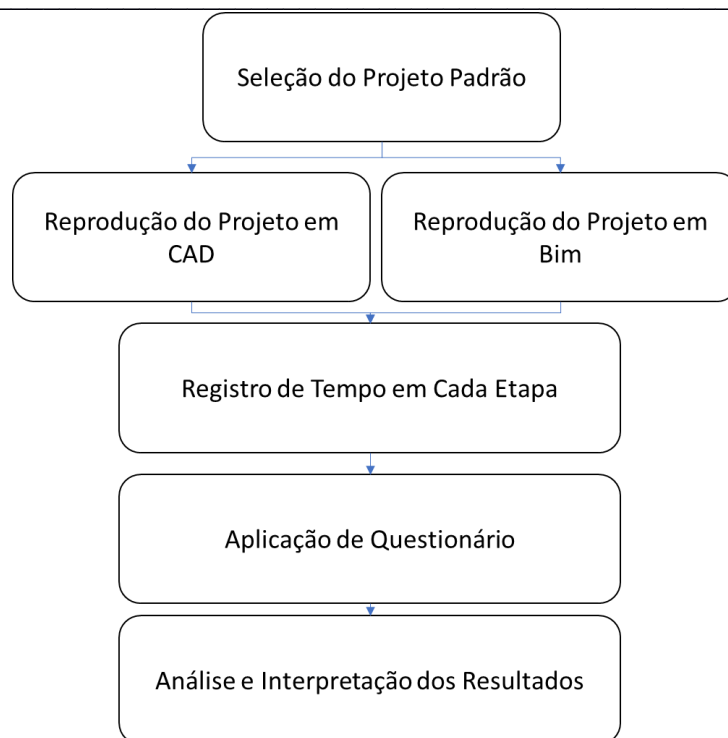
- Parte 1: Terminologia e estrutura;
- Parte 2: Características dos objetos da construção;
- Parte 3: Processos da Construção;
- Parte 4: Recursos da construção;
- Parte 5: Resultados da construção;
- Parte 6: Unidades da construção;
- Parte 7: Informação da construção.

A versão completa da norma foi validada a partir de 2-16, ABNT NBR 15965-7:2015, tendo as partes 1, 2 e 3 já sido publicadas e correspondem respectivamente, aos códigos ABNT NBR 15965-1:2011, ABNT NBR 15965-2:2012 e ABNT NBR 15965-3:2014. [8]

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenho Metodológico

Para comparação de desempenho entre o processo de projeto no método CAD e método BIM, inicialmente se definiu o projeto padrão para reprodução. Selecionado o projeto, o mesmo foi disponibilizado para 10 voluntários com experiência comprovada no uso das ferramentas requeridas. Cada voluntário reproduziu o projeto em ambas as metodologias, e registraram o tempo gasto em cada fase. Concluída a etapa de reprodução, aplicou-se questionário semiestruturado, tanto para os voluntários do projeto, como para outros usuários dos sistemas CAD e BIM. A figura abaixo apresenta as etapas aplicadas no estudo.



4.2 Seleção do Projeto Padrão

Como modelo para o projeto padrão do presente estudo optou-se por uma edificação do tipo residência unifamiliar, composta apenas por um pavimento (Figura 1). A escolha se deu em razão deste tipo de edificação ser considerado o mais comum no Brasil, atendendo a população de baixa-média classe financeira. Conjuntamente, considerou-se a clareza nas informações e qualidade gráfica, afim de evitar erros de projeto decorrentes da dificuldade na interpretação.

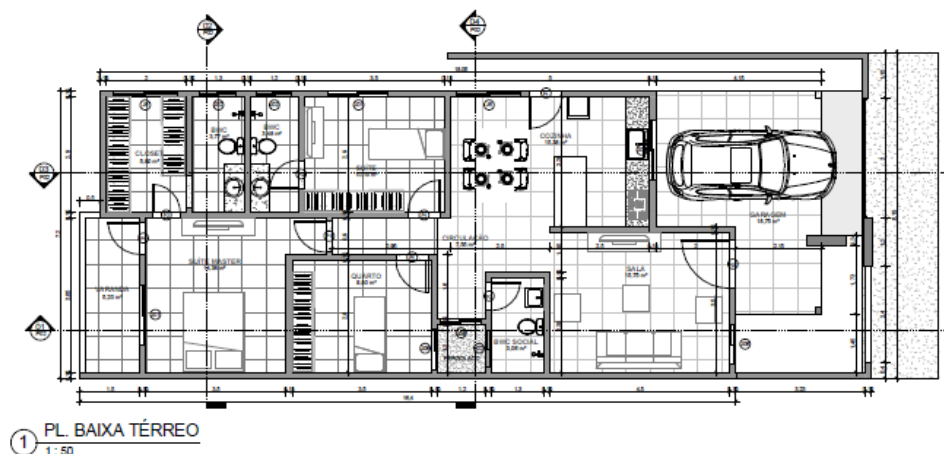


Figura 1: Planta baixa residência unifamiliar. Melo (2018)

4.3 Reprodução dos Projetos e Registro de Tempo

Os voluntários participantes do estudo (10 no total) receberam o projeto padrão em meio digital acompanhado de arquivos pré-configurados (templates), juntamente com as instruções e instruções para que cronometrassem o tempo gasto para elaboração de cada um dos elementos gráficos do projeto, a saber: Planta Baixa; Cortes; Elevações e Finalizações. Na etapa de Finalizações, considerou-se o tempo gasto para adição de cotas, inserção de textos, inserção de blocos/famílias, construção da prancha e impressão. Para reprodução na metodologia CAD se utilizou o software AutoCAD, e para a metodologia BIM se utilizou o software REVIT, ambos da empresa Autodesk (licença educacional).

4.4 Aplicação de Questionário

Aplicou-se questionário do tipo semiestruturado com auxílio da ferramenta online Formulários Google composto por 12 questões, sendo 11 objetivas e 1 subjetiva. As questões objetivas foram do tipo múltipla escolha, e buscaram identificar a opinião e grau de satisfação dos usuários com as metodologias CAD e BIM, enquanto a questão subjetiva foi do tipo aberta, e possibilitou que os usuários se expressassem livremente, de forma a colher possíveis sugestões e críticas para ambas as metodologias. Questionário disponível em apêndices.

4.5 Análise e Interpretação dos Resultados

A análise de produtividade considerou o prazo de desenvolvimento dos projetos e processos a partir dos dois métodos estudados. O prazo demandado para o desenvolvimento de cada etapa do projeto foi registrado em planilha eletrônica, considerado intervalos de tempo de 0,5 horas. Os resultados foram tabulados em planilhas eletrônicas, a partir dos quais foram desenvolvidos gráficos e tabelas com informações comparativas sintetizadas.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados Teste de Reprodução

Referindo-se ao AutoCAD o tempo médio total gasto foi de 9,65 horas. Por tratar-se de média admitiu-se que o tempo fosse fracionado em porções menores, sendo o tempo menor 9 horas e o maior 10 horas, o que nos dá um desvio padrão baixo. Entrando detalhadamente em cada quesito, na planta o tempo médio gasto foi de 3,25 horas, sendo o menor tempo 2,5 e o maior 4 horas, os cortes obtiveram a mesma média de tempo gasto, 3,25 horas, sendo sua discrepância menor, com os valores variando de 3 a 3,5 horas. As elevações tiveram um tempo médio de 1,3 horas, variando entre 1 e 1,5 horas e as finalizações demandaram um pouco mais com 1,85 de média e tempo mínimo de 1,5 horas e tempo máximo de 2,5 horas.

Tabela 1. Valores de tempo, em horas, gasto no uso da reprodução do projeto no AutoCAD. (Autoria própria)

AutoCAD										
VOLUNTÁRIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PLANTA	3,50	3,00	3,50	4,00	3,00	3,50	3,00	2,50	3,50	3,00
CORTES	3,50	3,50	3,00	3,00	3,50	3,00	3,50	3,50	3,00	3,00
ELEVAÇÕES	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,00
FINALIZAÇÕES	1,50	2,00	2,00	1,50	2,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50
TOTAL	10,00	9,50	10,00	10,00	9,50	9,00	10,00	9,00	10,00	9,50

Nota: O tempo foi dado em função das frações de horas gastas

Desvio Padrão: 0,3905

Coefficiente de variação: 0,0405

Partindo então para o tempo despendido no Revit, pode-se notar uma discrepante diferença, onde o tempo foi reduzido mais do que pela metade em sua média, no qual obteve-se um tempo médio total gasto de 4,5 horas, sendo o tempo maior gasto 5,5 horas e o menor 3,5 horas. Na reprodução da planta, o tempo demandado foi menor do que no software anterior, tendo média de 1,8 horas variando entre 1,5 e 2,5 horas. Os cortes e elevações, devido à realização automática, não tiveram tempo contabilizado. As finalizações obtiveram um tempo maior de atividade do que no AutoCAD, sendo sua média 2,65 horas, tendo discrepância de 2 a 3 horas.

Tabela 2. Valores de tempo, em horas, gasto no uso da reprodução do projeto no Revit. (Autoria própria)

Revit										
Voluntários	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PLANTA	2,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50	1,50	1,00	1,50
CORTES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ELEVAÇÕES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FINALIZAÇÕES	3,00	2,00	2,50	2,50	2,50	3,00	3,00	2,50	3,00	2,50
TOTAL	5,00	3,50	4,50	5,00	4,00	5,00	5,50	4,00	4,00	4,00

Nota: O tempo foi dado em função das frações de horas gastas

Desvio Padrão: 0,6103

Coefficiente de variação: 0,1371

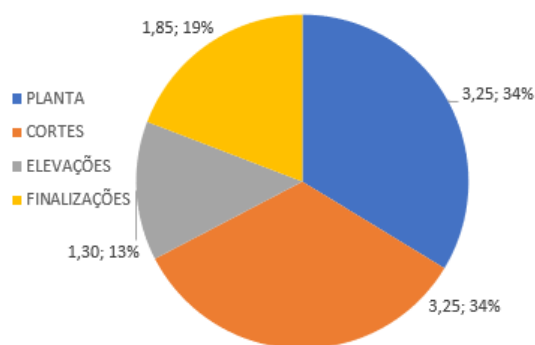


Figura 2. Tempo gasto de projeto no AutoCAD

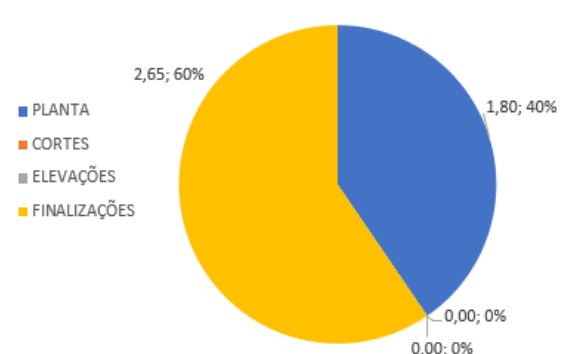


Figura 3. Tempo gasto de projeto no Revit

Fazendo uso de gráficos no entendimento do tempo gasto do projeto no AutoCAD, pode-se notar que a duração maior ocorreu na criação da planta e do corte, as quais somadas totalizam 68% do período total ou 7,5 horas. As elevações demandaram curto período de tempo sendo 13% ou 1,3 horas e as finalizações 19% ou 1,85 horas. Considerando esses dados percebe-se que o tempo gasto para projetar uma planta e um corte no AutoCAD poderia ser gasto fazendo duas plantas no Revit, economia de tempo e trabalho.

Considerando a média dos voluntários, o Revit demandou 40% do período total ou 1,8 horas para realização da planta e 60% ou 2,65 horas para a realização das finalizações, não tendo tempo gasto nem na realização de cortes e elevações. Esse tempo gasto maior nas finalizações do Revit se dá pelo trabalho um pouco maior para encontrar famílias e na edição de pranchas para a impressão.

Pode-se ver que o ganho de tempo do Revit se deu, principalmente nas três primeiras etapas, que são a realização da planta, do corte e das elevações, gastando aproximadamente 56% do tempo para realização da planta e com ajuda do software, produziu-se de forma automática os cortes e elevações. Já o AutoCAD por ser preciso fazer cada parte citada antes manualmente gastou-se tanto tempo a mais, além de que no Revit cada elemento colocado já corresponde a uma parede ou seja qual o material esteja selecionado, mas no AutoCAD isso não é verdade considerando que é um sistema baseado em linhas necessitando de três ou quatro linhas para a finalização de uma parede. Em contrapartida, as finalizações foram mais custosas no Revit, já o AutoCAD conseguiu ganho nesse quesito pela maior facilidade para encontrar e posicionar blocos como também na preparação de pranchas e impressão.

5.2. Resultados Questionário

A pesquisa de cunho qualitativo foi respondida por 20 voluntários. Os questionamentos foram respondidos por 10 pessoas, 50% do todo, que cursam ensino superior em engenharia (Engenharia Civil ou Ciência e Tecnologia), 8 engenheiros formados, 40% do todo, 1, 5% do todo, projetista e 1, 5% do todo, arquiteto e urbanista.

Nos questionamentos referentes ao grau de dificuldade que os usuários apresentaram na aprendizagem de cada software, observou-se que nenhuma das ferramentas foi de difícil aprendizado, já que poucos afirmaram sentir dificuldade e nenhum voluntário optou por muita dificuldade. As respostas estão dispostas nas figuras 4 e 5

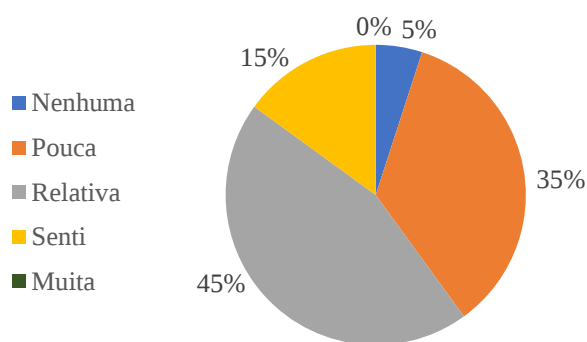


Figura 4. Dificuldade na aprendizagem do AutoCAD (Autoria Própria)

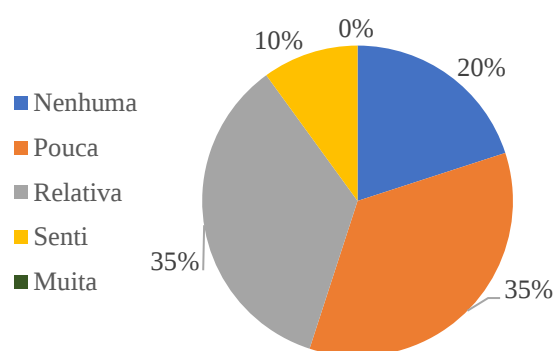


Figura 5. Dificuldade na aprendizagem do Revit (Autoria Própria)

75% dos respondentes, acreditam que em um futuro próximo o Revit ocupará totalmente o lugar do AutoCAD, mas outros 25% não concordam, justificando ainda que por serem da mesma empresa acredita-se que existirá uma utilidade melhor na apresentação de projetos com o sistema BIM.

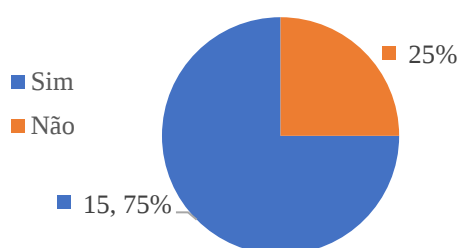


Figura 6. Ocupação do Revit sobre o AutoCAD (Autoria Própria)

Em relação a escolha do melhor software para apresentação do projeto, tendo em vista a alta qualidade apresentada no 3D do Revit se entende o porquê da preferência, 95% dos votos, pelo mesmo em relação ao AutoCAD, 0% dos votos, já que o mesmo foi construído com base no sistema geométrico 2D e apesar de implementar depois a vista 3D, a mesma ainda é precária em relação ao seu concorrente. No tempo despendido para realização de trabalhos, os usuários também escolheram o Revit, devido ao seu ganho, principalmente, no momento dos cortes, como foi visto no teste de reprodução do projeto.

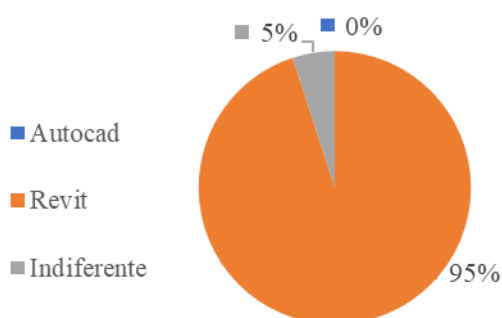


Figura 7. Melhor software para apresentação do projeto (Autoria Própria)

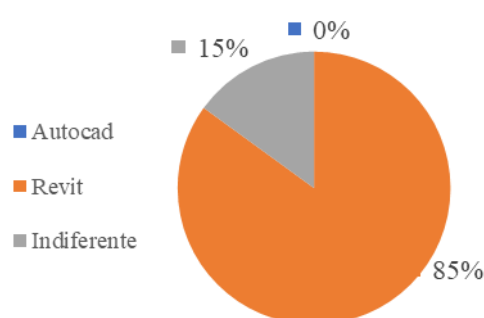


Figura 8. Ganho produtivo maior em relação ao tempo despendido (Autoria Própria)

Tratando se de mudanças após o projeto ser finalizado, os resultados tiveram um pouco mais de dispersão apesar de o Revit manter o domínio como preferência, 60% dos votos, entende-se que isto ocorreu devido a facilidade de mudar apenas em uma parte do projeto e as outras modificarem junto a mesma, apesar de que o AutoCAD também foi lembrado tendo, 30% dos votos, sendo apenas 10% indiferente. Outro ponto abordado, foi

o de qualidade de impressão, foi um pouco mais equilibrado, sendo que o AutoCAD tomou vantagem nesse com 50% das escolhas, deixando 25% dos respondentes com o Revit e outros 25% indiferentes para/com está escolha.

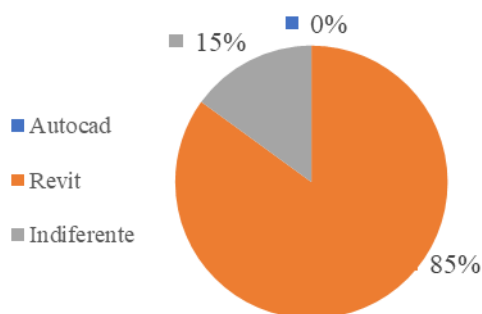


Figura 9. Mudanças após finalização do projeto (Autoria Própria)

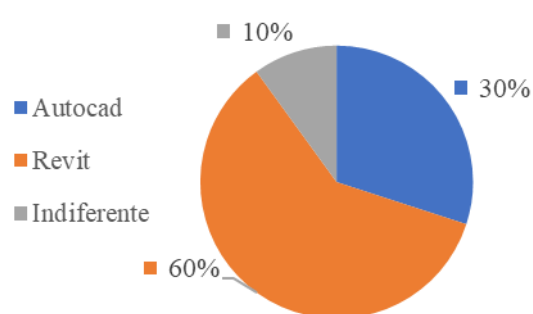


Figura 10. Qualidade na impressão (Autoria Própria)

Quanto as qualidades que mais atraíam aos voluntários em cada software, podendo escolher mais de uma, notou-se que no AutoCAD, figura 11, a preferência, 11 votos, deu-se por ser mais compatível com outros softwares, seguido da maior difusão no mercado e o melhor controle de linhas, 8 votos. Enquanto no Revit, as características preferíveis foram a compatibilização de projetos (estrutural, hidráulico e elétrico) junto com a realização automática de cortes, 18 votos, sendo seguido pela tabela de quantitativos, 14 votos.

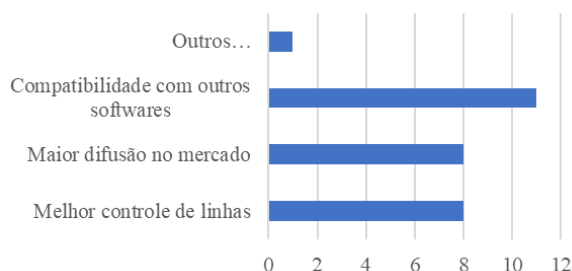


Figura 11. Qualidades referentes ao AutoCAD (Autoria Própria)

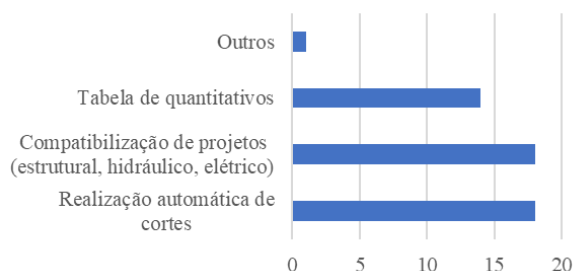


Figura 12. Qualidades referentes ao Revit (Autoria Própria)

O questionamento quanto o maior obstáculo para que o Revit seja adotado com maior frequência em projetos arquitetônicos, apresentou boa diversidade de respostas, tendo uma leve superioridade na falta de difusão no mercado, 8 votos, e na falta de incentivo nas universidades, 6 votos, das demais opções.

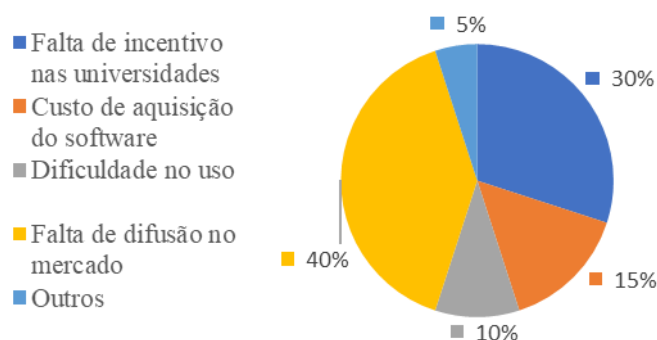


Figura 13. Principal obstáculo para afirmação do Revit (Autoria Própria)

Tratando se do conhecimento sobre o decreto nº 9.377, se necessita de um olhar cauteloso, pois a pesquisa foi disponibilizada para pessoas envolvidas na área de reprodução de projetos, mas 55% dos respondentes afirmaram não possuir conhecimento deste decreto.

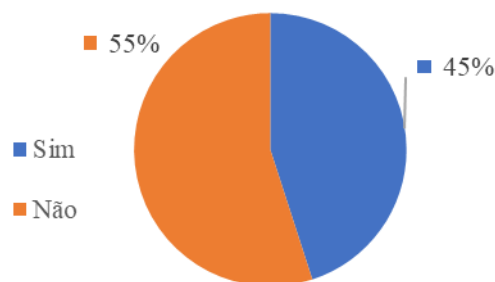


Figura 14. Conhecimento sobre o decreto nº 9.377 (Autoria Própria)

O último questionamento tratava-se de um espaço em aberto onde os respondentes poderiam deixar sua opinião sobre o embate deste assunto, foram deixadas mensagens como: “Tendo em vista a obrigatoriedade do uso da plataforma BIM na elaboração de projetos em um futuro tão próximo, é de extrema importância que as universidades se atualizem e passem a prever o ensino do software Revit como obrigatório e não como uma atividade extracurricular”, “Os programas são do mesmo criador, sendo assim não acredito que um substituirá o outro, o que creio é que o sistema BIM será a realidade das apresentações de projetos para os clientes justamente por transformar linhas em algo bem real”, “Devido os alunos de Revit em sua maioria já terem aprendido AutoCAD, a aprendizagem do Revit é facilitada” e “A compatibilização de projetos e o levantamento de quantitativo com extrema precisão são benefícios inigualáveis”.

6. CONCLUSÕES

Verificou-se que o Revit é mais eficiente do que o AutoCAD na reprodução do projeto utilizado, conseguindo cumprir o objetivo duas vezes mais rápido que este último. Observou-se também que os dois programas são de fácil aprendizado. Sobretudo quando se tratou do obstáculo para que o Revit seja mais utilizado, duas opções foram citadas com maior relevância, a falta de incentivo nas universidades e a falta de difusão no mercado.

Mais da metade do grupo pesquisado não tinha conhecimento do decreto anunciado em 2018 e que começará a ser implantado em 2021, o que é uma porcentagem relativamente alta para um grupo do qual é diretamente atingido ao assunto.

Sendo assim, este trabalho alcançou os objetivos que se propôs em relação a comparação direta das metodologias CAD e BIM na reprodução de um projeto arquitetônico e a avaliação de qualidades e informações de usuários dos programas. Desse modo, surgem sugestões para trabalhos futuros, indo mais a fundo na pesquisa de comparação se tratando de projetos hidráulicos, elétricos, estruturas e não apenas arquitetônicos, assim como a pesquisa sobre a utilização da tecnologia BIM nos últimos anos nas universidades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Durante, F. K. **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos**: Gerente BIM, Londrina, PR: UEL, 2013 (Trabalho de Conclusão de Curso).
- [2] Schodek, D.; Bechthold, M.; Griggs, J. K.; Kao, K.; Steinberg, M. **Digital Design and Manufacturing: CAD/CAN Applications in INC**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- [3] EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- [4] ARAÚJO, C. M. de. **Simulação de modelos de edifícios utilizando a tecnologia BIM**. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2016.
- [5] GOMES, Yassonarley Christianny de Paiva. **Utilização da metodologia BIM (Building Information Modeling) para a elaboração de um projeto 5D**. 2018. 63f. Trabalho Final de Graduação – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
- [6] BRASIL Decreto n. 9.377, de 17 de maio de 2018 [Artigo] // Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. - Brasília: [s.n.], maio de 2018. - p.3
- [7] CAMPESTRINI. **Governo federal exigirá o uso de BIM a partir de 2021**. Disponível em: <https://www.campestrini.com.br/single-post/2018/06/22/Governo-Federal-exigir%C3%A1-o-uso-de-BIM-a-partir-de-2021> Acesso em: 5 de fevereiro de 2019
- [8] NUNES, G. H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projeto entre a CAD tradicional e a modelagem BIM**. Revista de Engenharia Civil, Braga, 55, 47-61, julho 2018
- [9] MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.
- [10] MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto**

Colaborativo com o uso do BIM. São Paulo, SP: USP, 2013 (Tese de Doutorado).

[11] Florio, W. **Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura.** In: Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, 2007.

[12] BOZDOC, Marian. History of CAD. 2003. Disponível em: <http://www.mbdesign.net/mbinfo/CAD-Intro.htm>. Acesso em: 27 fevereiro 2012.

[13] MILIOLI, Larissa. **O uso de sistemas CAD e de prototipagem rápida no projeto de arquitetura: benefícios e desafios.** 2012. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

[14] Belluomini, Nayra. **A evolução do CAD.** Disponível em: <http://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodesk-brasil/2017/01/02/a-evolucao-do-cad/> Acesso em: 5 de fevereiro de 2019

[15] AYRES FILHO, C.; Scheer, S. **Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico.** In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba, 2007.

[16] Hilgenberg, F. B.; Almeida, B. L.; Scheer, S.; Ayres Filho, C. **Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba.** In: Revista Gestão e Tecnologia de Projetos. São Paulo, SP: USP, 2012.

[17] Costa, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** Ouro Preto, MG: UFOP, 2013 (Dissertação de Mestrado).

[18] Leão, M. Aulas. **Tecnologias BIM na gestão de empreendimentos na construção civil.** Sinop: FACET - UNEMAT, 2013.

[19] FARR, E. R. P.; PIROOZFAR, P. A. E.; ROBINSON, D. **BIM as a generic configurator for facilitation of customization in the AEC industry.** In: Automation in Construction, Elsevier, 2014.

[20] TAKIM, R.; HARRIS, M.; NAWAWI, A. H. Building Information Modeling (BIM): **A new paradigm for quality of life within Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry.** Procedia – Social and Behavioral Sciences, Elsevier, 2013.

[21] SILVA, J. L. Da; COMPARIM, L. L. **Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas autocad e revit.** 2016. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

[22] **Sobre os relacionamentos da modelagem paramétrica.** Autodesk, 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-GetStarted/files/GUID-71F2C8EE-2A90-4076-A6C7-702082566DDF-htm.html>. Acesso em: 16 de março de 2019.

[23] TERRA. **O desenvolvimento do modelo BIM no Brasil.** Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/o-desenvolvimento-do-modelo-bim-nobrasil,3a857c8d2d65d205ae14b1e95525b4e0st957qob.html> Acesso em: 11 de fevereiro de 2019

[24] CATELANI, Wilton Silva; SANTOS, Eduardo Toledo. **Normas brasileiras sobre BIM.** Concreto e Construções, São Paulo, ano 44, n. 84, p.55-59, out./dez. 2016. Trimestral

APÊNDICES

Quadro 1. Questionário aplicado no estudo.

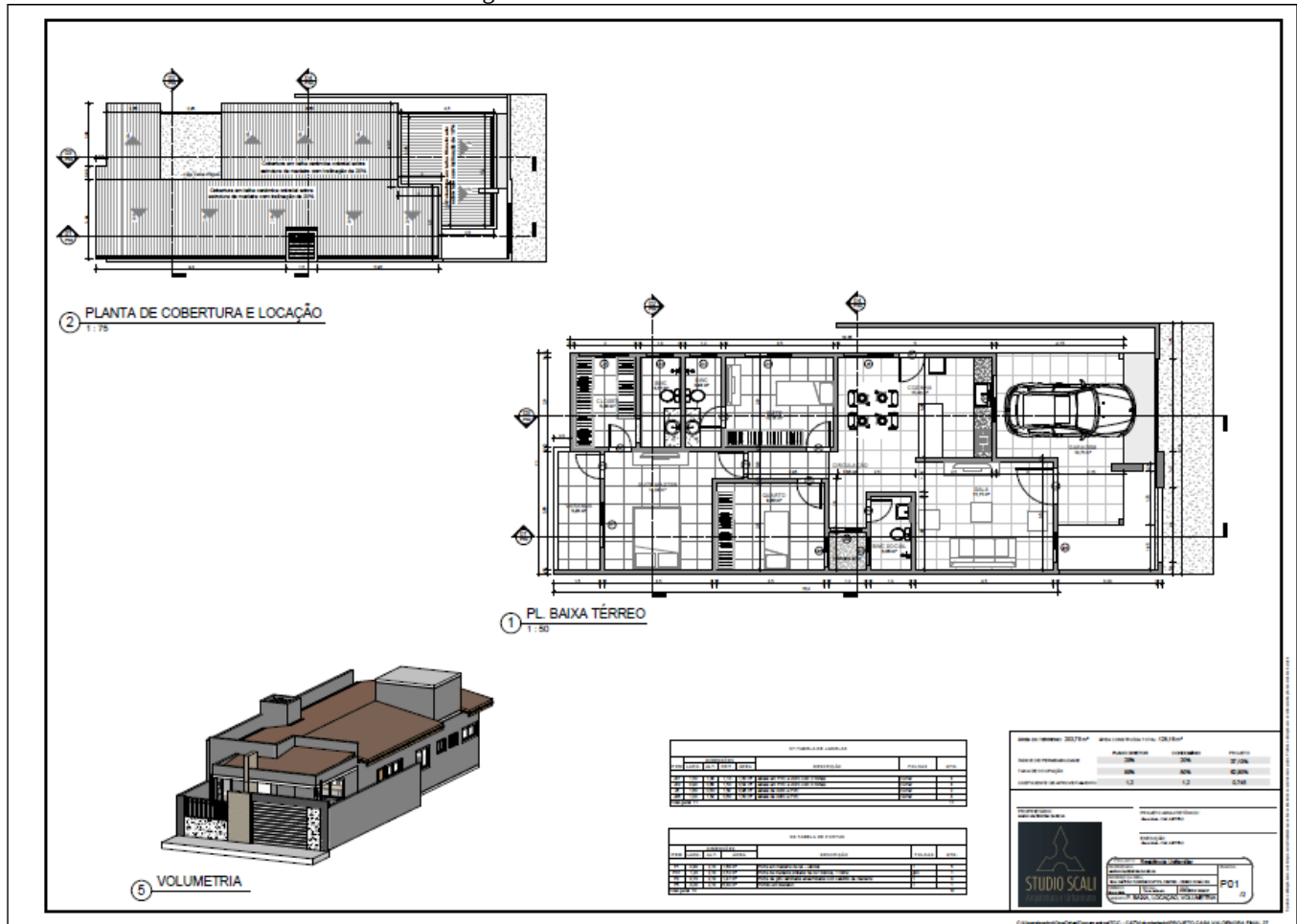
PERGUNTAS	ALTERNATIVAS
Qual grau de dificuldade você teve para aprender a utilizar o software AutoCAD? (Considere: 1 - Nenhuma dificuldade; 2 - Pouca dificuldade; 3 - Relativa dificuldade; 4 - Senti dificuldade; 5 - Muita dificuldade)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
Qual grau de dificuldade você teve para aprender a utilizar o software Revit? (Considere: 1 - Nenhuma dificuldade; 2 - Pouca dificuldade; 3 - Relativa dificuldade; 4 - Senti dificuldade; 5 - Muita dificuldade)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
Você acredita que em um futuro próximo o Revit ocupará totalmente o lugar do AutoCAD?	☐ Sim ☐ Não
Qual dos softwares você considera ser melhor para apresentação/entendimento da obra para com clientes/executores?	☐ AutoCAD ☐ Revit ☐ Indiferente
Em sua percepção existe um ganho produtivo maior em relação ao tempo despendido para criação de um projeto em qual dos softwares?	☐ AutoCAD ☐ Revit ☐ Indiferente
Em relação a uma mudança que precise ser feita após a finalização do projeto, em qual ferramenta você considera ser mais prática a realização dessa mudança?	☐ AutoCAD ☐ Revit ☐ Indiferente
Em relação a qualidade gráfica na impressão qual você analisa ser de melhor qualidade?	☐ AutoCAD ☐ Revit ☐ Indiferente
Quais as vantagens, para você, o AutoCAD apresenta em relação ao Revit?	☐ Melhor controle de linhas ☐ Maior difusão no mercado ☐ Compatibilidade dos softwares ☐ Outro:
Quais as vantagens, para você, o Revit apresenta em relação ao AutoCAD?	☐ Realização automática de cortes/vistas ☐ Compatibilização de projetos (estrutural, hidráulico e elétrico) ☐ Tabela de quantitativos ☐ Outro:
Na sua opinião, qual o principal obstáculo para que o Revit seja adotado com maior frequência em projetos arquitetônicos?	☐ Falta de incentivo nas universidades ☐ Custo de aquisição do software ☐ Dificuldade no uso ☐ Falta de difusão no mercado ☐ Outro:

CONTINUAÇÃO

Você, como engenheiro/projetista, sabia que a partir de 2021 começara a ser implantado um projeto de lei que ao seu fim tem como objetivo que todos os projetos de obras públicas sejam com formato de tecnologia BIM?	☐ Sim ☐ Não
Espaço reservado para opiniões e questionamentos, sinta-se à vontade.	

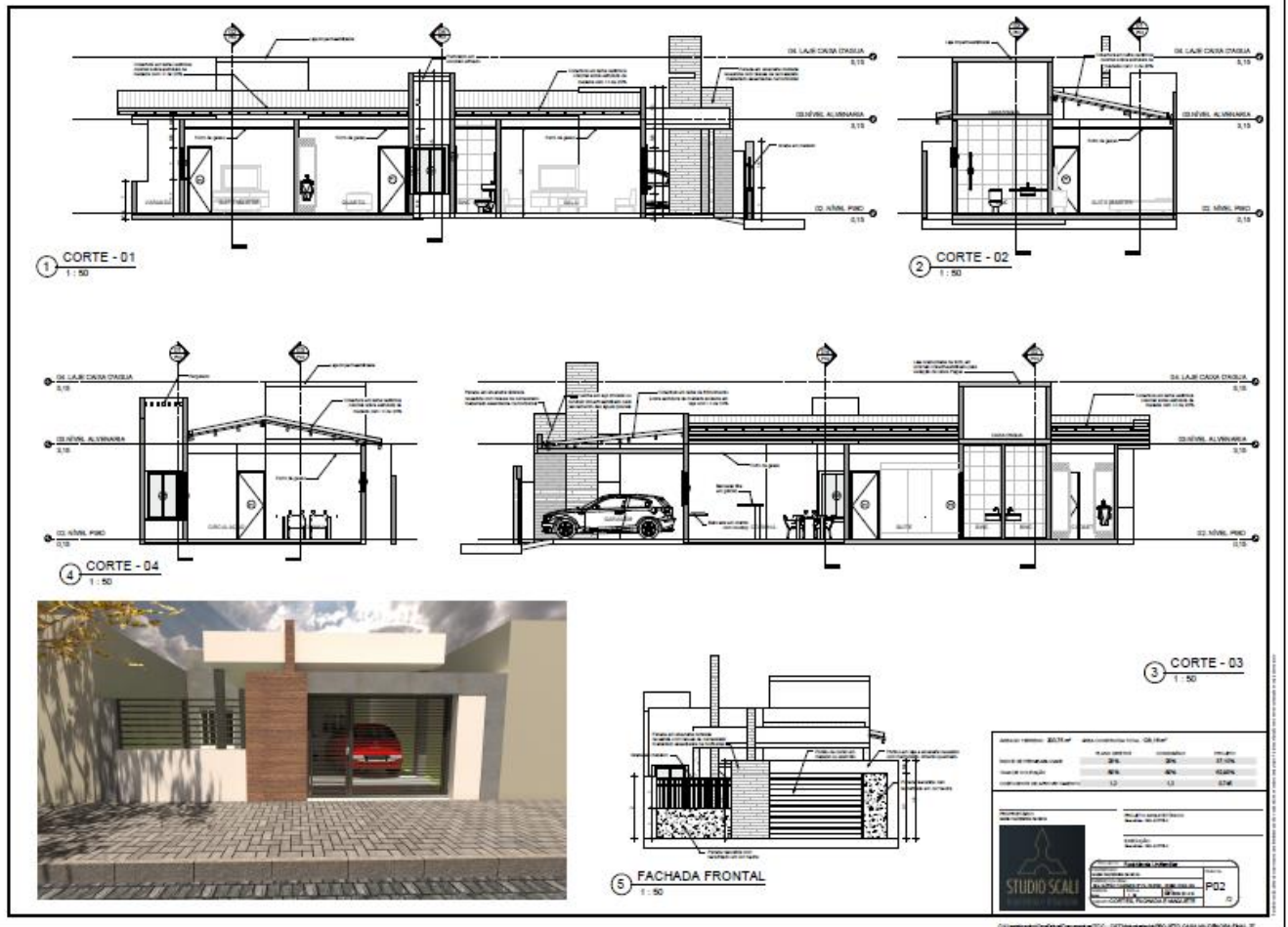
ANEXOS

Figura 15 – Prancha 01



Fonte: Adaptado, Melo (2018)

Figura 16- Prancha 02



Fonte: Adaptado, Melo (2018)