

OS DESAFIOS DA FALTA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UM RESIDENCIAL, GUARAPARI-ES.

THE CHALLENGES OF THE LACK OF PROJECT COMPATIBILITY IN CIVIL CONSTRUCTION: GUARAPARI-ES, CASO STUDY IN A RESIDENTIAL

Gabriele Stefani Gomes da Silva*

Rovena Dantas Rodrigues**

RESUMO

Na Construção Civil, para se dar início à um projeto são necessárias áreas de conhecimentos diversificadas, onde profissionais que atuam no ramo da construção civil elaborando e executando projetos sejam eles arquitetônicos, estruturais, e complementares têm utilizado softwares que possibilitam a integração e a compatibilização dos mesmos, pois para obter um bom desempenho técnico é preciso que todos os projetos estejam integrados antes da execução. O presente artigo teve como objetivo relatar através de um estudo de caso os desafios que foram encontrados durante a execução de um residencial onde não foi adotada nenhuma medida de compatibilização. Classifica-se como pesquisa exploratória, com coleta de dados por meio de entrevista aberta não estruturada com o responsável pela execução e foi elaborado tendo em base os conceitos necessários para auxiliar na compreensão dos dados coletados no estudo de caso. Muitas obras e empresas ainda não adotaram a compatibilização em seus projetos devido ao custo e a qualificação para poder utilizá-la, como é o caso do residencial analisado, por esse motivo a proporção de desafios e incompatibilidades encontrados entre os projetos durante a execução, resultaram em retrabalho, atraso nos prazos de entregas e danos econômicos. Portanto, foi possível afirmar que a compatibilização é um processo muito importante durante a elaboração dos projetos, e poderia evitar os contratempos que surgiram durante as etapas de execução do residencial, de forma que os desafios fossem solucionados ainda em fase de pré-projeto, com rapidez e eficácia, assim além de um empreendimento de qualidade, a etapa de compatibilização garantiria maior qualificação aos profissionais responsáveis pelos projetos e maior visibilidade à empresa responsável pela execução da obra.

Palavras-chave: Desafios. Compatibilização de projetos. Qualidade.

ABSTRACT

In Civil Construction, to start a project, diversified areas of knowledge are needed, where professionals who work in the field of construction, preparing and executing projects, whether architectural, structural, or complementary, have used software that enable the integration and compatibility of the same, because to obtain a good technical performance it is necessary that all projects are integrated before the execution. This article aims to report, through a case study, the challenges that were encountered during the execution of a residential facility where no compatibility measures were adopted. It is classified as exploratory research, with data collection through an open, unstructured interview with the person responsible for implementation and was prepared based on the concepts necessary to help in understanding the data collected in the case study. Many works and companies have not yet adopted the compatibility in their projects due to the cost and qualification to be able to use it, as is the case of the residential analyzed, for this reason the proportion of challenges and incompatibilities found between the projects during execution, resulted in rework, delayed delivery times and economic damage. Therefore, it was possible to affirm that the compatibility is a very important process during the elaboration of projects, and could avoid the setbacks that may arise during the residential execution stages, so that the challenges were solved still in the pre-project phase, with speed and efficiency, in addition to being a quality project, the matching stage would guarantee greater qualification to the professionals responsible for the projects and greater visibility for the company responsible for carrying out the work.

Keywords: Challenges. Project Compatibility. Quality.

1. Introdução

Na Construção Civil, para se dar início a um projeto são necessárias áreas de conhecimentos diversificados, onde cada profissional ficará responsável por desenvolver o projeto determinado pela empresa ou proprietário, serão eles, projeto arquitetônico, estrutural e complementares, como elétrico e hidráulico/hidro sanitário. Para obter um bom desempenho técnico é preciso que todos os projetos estejam em perfeita harmonia. Quando não há a compatibilização desses projetos, à medida que as etapas de projeto avançam, menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção (CALLEGARI,2007).

A etapa de compatibilização é fundamental para a qualidade e para o sucesso do empreendimento, a fim de superar os desafios, eliminando os conflitos entre os projetos relacionados à obra, simplificando a execução, otimização e utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as futuras manutenções (CALLEGARI,2007).

O processo de compatibilização deve ter início baseado nos dois principais projetos, arquitetônico e projeto estrutural. Para compreender cada etapa da construção é necessário ter definido a finalidade e a importância de cada projeto.

O autor Gregotti (1975), define que projeto arquitetônico não é ainda arquitetura, mas apenas um conjunto de símbolos com os quais tentamos fixar e comunicar nossa intenção arquitetônica; plantas, cortes, elevações, detalhes, perspectivas, não são mais que anotações convencionais, abstrações parciais e não autônomas de uma imagem que tentamos concretizar através do projeto.

Segundo Petrus (2008), o projeto estrutural de uma edificação é o processo de conceber, distribuir, interligar, analisar, dimensionar e proporcionar os elementos de um sistema estrutural destinado a suportar com segurança (resistência e estabilidade) um determinado conjunto de cargas sem exceder limites dos materiais empregados. Estabelecendo uma visão e afirmando que o projeto estrutural parte do arquitetônico o autor ainda reforça que, a concepção estrutural deve obedecer às diretrizes e atender às condições estéticas definidas no projeto arquitetônico.

Com o avanço da tecnologia novos métodos como softwares foram desenvolvidos para facilitar a elaboração desses projetos de forma rápida e prática, possibilitando uma visão realista entre eles. Os mais utilizados na elaboração dos projetos hoje são *AutoCAD*, *SketchUp* e *Revit*, onde é possível desenvolver e visualizar os projetos em 3D. Já para a análise da compatibilização dos projetos foi desenvolvida a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), com essa metodologia os softwares conseguem integrar os principais projetos e os complementares, para identificar onde se encontram os conflitos e poder buscar as melhores soluções. Para a compatibilização e gestão dos projetos o software Navisworks que possui a metodologia BIM desenvolvido pela Autodesk, é um dos mais utilizados hoje, ele permite que os usuários combinem os projetos e revisem os modelos, sendo capaz de checar os conflitos e ainda apresentar uma possível solução para o projeto.

Para Motteu e Cnudde (1989), quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características do produto que foram idealizadas antes de sua execução.

Segundo Callegari (2007), quando não há a compatibilização dos projetos, à medida que as etapas de projeto avançam, menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção.

De acordo com a pesquisa de Hammarlund e Josephson (1992), o projeto aparece como principal causa das falhas de funcionamento das edificações, sendo a origem de 51% dos problemas.

Apesar dos diversos avanços tecnológicos e ferramentas que contribuem para a compatibilização entre os projetos, algumas empresas encontram dificuldades em adotar essa medida que é muito importante para garantir sucesso na execução. Os gastos com gestão e coordenação de projetos são insignificantes se analisada a eficiência e economia que podem trazer ao empreendimento como um todo. No aspecto econômico, a compatibilização de projetos além de trazer melhor qualidade à obra e eficiência entre a integração dos profissionais, garante economia de tempo e dinheiro.

No aspecto ambiental, um bom planejamento evita desperdícios além de acúmulo de resíduos devido ao retrabalho.

Logo, o presente artigo desenvolve uma análise sobre a compatibilização de projetos na Construção Civil, e discute os desafios encontrados entre a relação dos projetos na prática na construção de residenciais onde não foram adotadas medidas de compatibilização.

2. Referencial Teórico

2.1. Definição de Projeto

NBR-13531, conceitua projeto como determinação e representação prévias do objeto (urbanização, edificação, elemento da edificação, instalação predial, componente construtivo, material para construção) mediante o concurso dos princípios e das técnicas próprias da arquitetura e da engenharia.

2.2. Projeto Arquitetônico

Para compreender cada etapa da construção, é necessário ter definido a finalidade e a importância de cada projeto.

Projeto arquitetônico é uma proposta de solução para um particular problema de organização do entorno humano, através de uma determinada forma construível, bem como a descrição desta forma e as prescrições para sua execução (SILVA, 2006, p. 39).

Assim como qualquer outro, o projeto arquitetônico precisa ser estudado e elaborado em cada etapa.

Segundo afirma Vitruvius *apud* (1960), a arquitetura depende do ordenamento e disposição entre a euritmia, simetria, decoro e economia:

- Euritmia consiste na beleza e adequação no ajuste dos membros;
- Simetria, é a concordância apropriada entre os membros da própria obra, e a relação entre as diferentes partes e o esquema geral do todo, de acordo com certa parte tomada como padrão;
- Decoro como, a perfeição do estilo que advém quando uma obra está fundamentada com autoridade em princípios aprovados. Nasce da prescrição, do uso e da natureza;

-Economia, por sua vez, complementa estabelecendo a necessidade de se observar o correto emprego dos materiais e custos da obra.

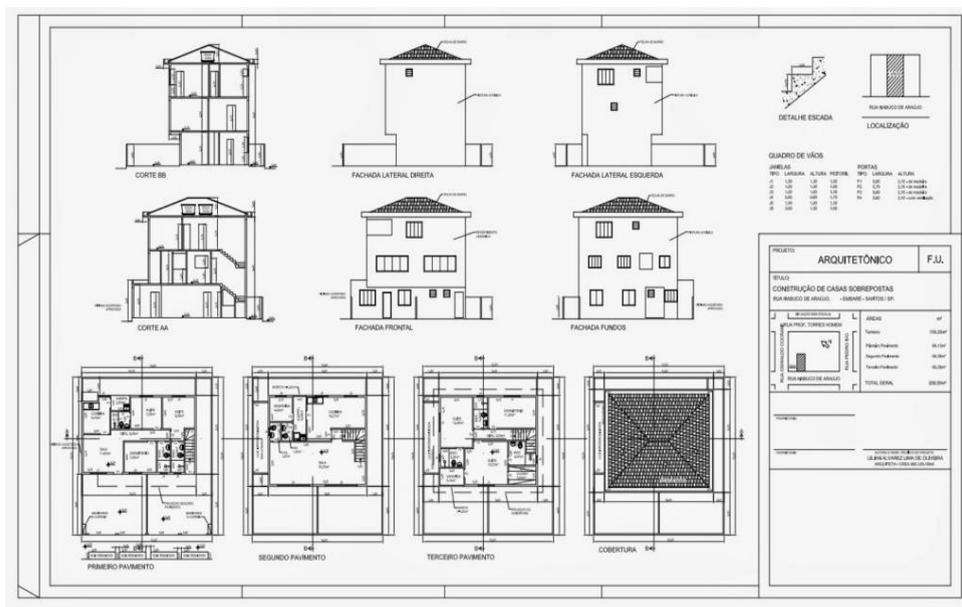
O processo de análise e estudo do projeto arquitetônico é muito importante para se entender o que se deseja obter da construção.

As etapas do projeto de arquitetura devem ser definidas de modo a possibilitar a subsequente definição e articulação das etapas das demais atividades técnicas que compõem o projeto da edificação. (ABNT-NBR 13532)

Segundo o autor Petrus (2008), a concepção geral de um edifício no espaço é determinada através do projeto arquitetônico. Nesta análise também deve-se efetuar uma verificação das distâncias cotadas nas plantas, cortes e vistas, evitando assim a propagação de possíveis erros existentes, o que comprometeria o projeto do edifício.

De acordo com a NBR-6492, o projeto arquitetônico executivo apresenta, de forma clara e organizada, todas as informações necessárias à execução da obra e todos os serviços inerentes. Os documentos típicos apresentados exigidos pela norma são os seguintes: locação; plantas, cortes e fachadas; detalhamento; discriminação técnica; quadro geral de acabamentos (facultativo); quadro geral de acabamentos (facultativo); especificações; lista de materiais; quadro geral de áreas (facultativo).

Figura 01: Exemplo de um projeto arquitetônico com planta, fachada e cortes.

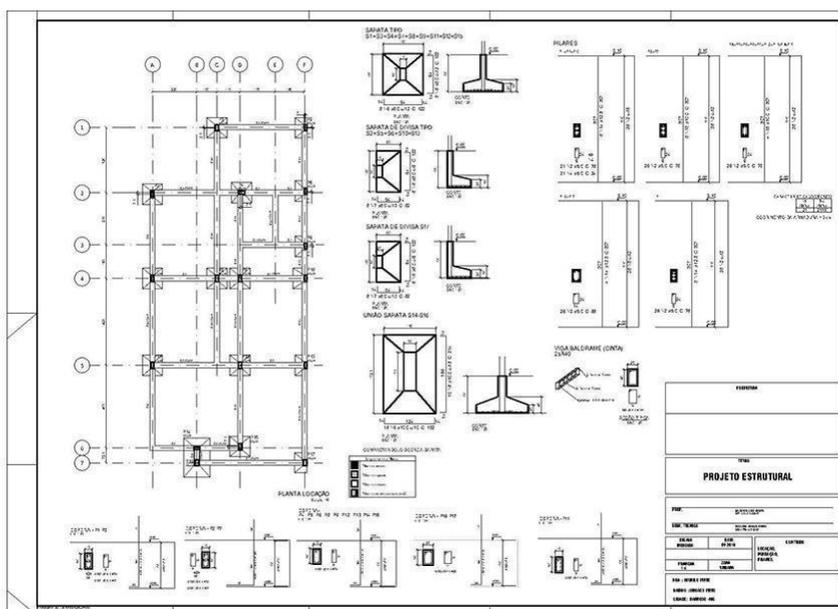


2.3. Projeto Estrutural

Para Petrus (2008), para a idealização de arranjo (projeto) estrutural é necessário conhecer o comportamento de cada uma das partes da estrutura a ser projetada. A concepção estrutural deve obedecer às seguintes diretrizes gerais: atender às condições estéticas definidas no projeto arquitetônico; vigas e pilares embutidos na alvenaria; evitar pilares e vigas em meio de vãos abertos, ou usá-los de forma racional; evitar excesso de vigas aparentes.

Em um projeto estrutural geralmente encontram-se detalhes a respeito da execução das fundações, lajes, vigas e pilares. Como por exemplo, na figura 02 abaixo, pode-se ver um projeto de fundações superficiais, com a planta baixa das sapatas e suas ferragens.

Figura 02: Exemplo componentes de projeto estrutural: fundação, laje, vigas e pilares



Fonte: WSL, 2021.

2.4. Projeto Elétrico

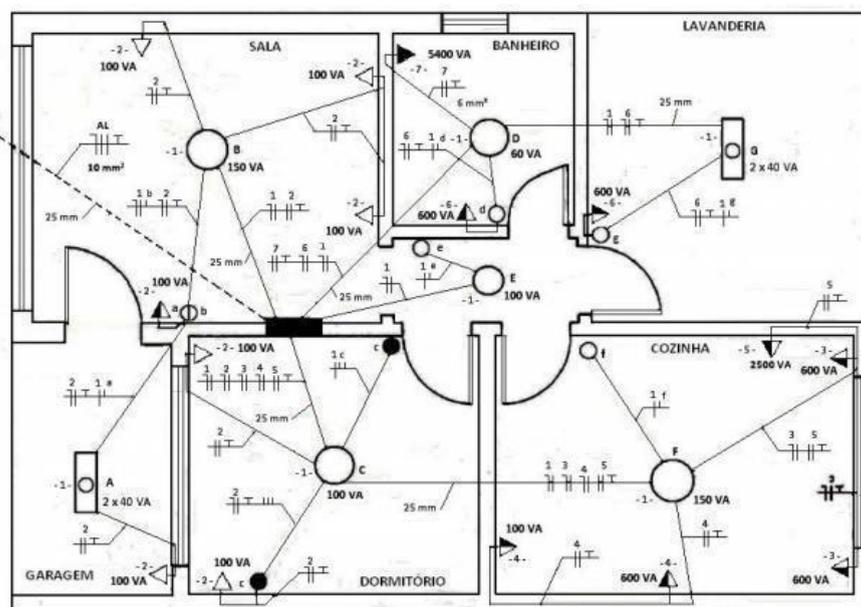
Além do arquitetônico e estrutural também é necessário compatibilizar os projetos complementares (hidráulica, elétrica, sanitária), para evitar que ambos entrem em conflito.

De acordo com ABNT- NBR 5410, componente (de uma instalação elétrica): Termo empregado para designar itens da instalação que, dependendo do contexto, podem ser materiais, acessórios, dispositivos,

instrumentos, equipamentos (de geração, conversão, transformação, transmissão, armazenamento, distribuição ou utilização de eletricidade), máquinas, conjuntos ou mesmo segmentos ou partes da instalação (por exemplo, linhas elétricas).

O projeto elétrico é a representação gráfica e escrita bem detalhada das instalações elétricas de uma construção (figura 03). Ele é responsável por dimensionar e quantificar toda a instalação elétrica, determinando onde estarão todos os pontos de tomada e iluminação, determina o trajeto dos conduítes, faz a divisão dos circuitos e dimensiona todo o projeto, tudo isso levando em conta as necessidades de cada cliente e as normas vigentes. (Jr. 2019).

Figura 03: Representação de projeto de instalação elétrica residencial.



Fonte: PEREIRA, 2020.

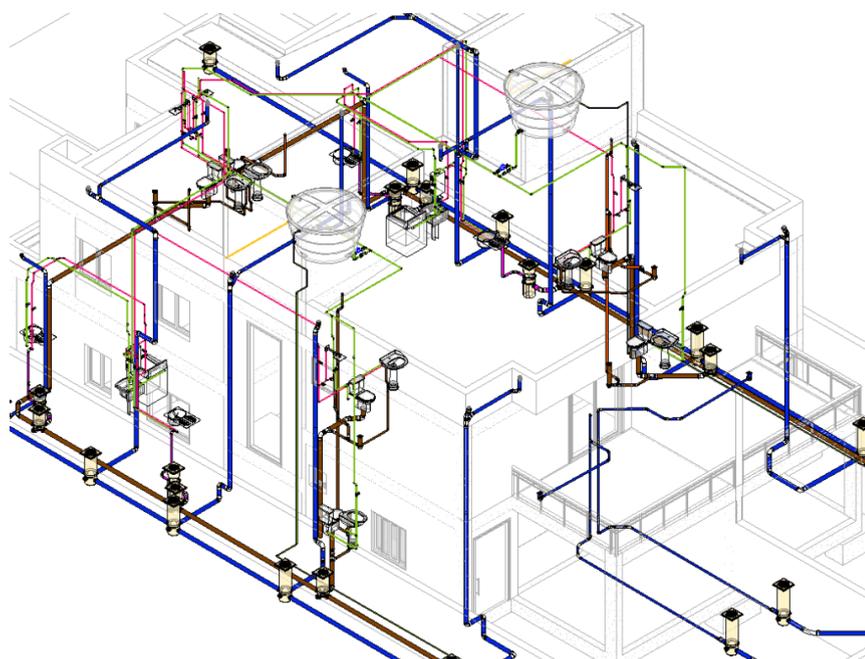
2.5. Projeto Hidráulico / Hidro sanitário

Para Zampa (2020), projeto hidráulico, ou projeto hidro sanitário, é uma etapa muito importante na construção, se não for bem-feita a instalação elétrica pode causar problemas no futuro. Sendo assim, um projeto devidamente elaborado pode, com toda a certeza, evitar muitos problemas e dores de cabeça, além de prejuízos e atrasos. O projeto hidráulico realiza um mapeamento e também a elaboração completa das tubulações de uma obra, como mostra a figura 04, este projeto considera desde a entrada de água, seja ela frio ou quente, até a realização do dimensionamento do conjunto de

componentes para a instalação, como é o caso de registros, bombas, válvulas, tubulações, caixas de armazenamento, sifões e a saída de esgoto, estes, por sua vez, devem se conectar a vasos, tanques, pias e lavatórios.

Afim de afirmar que o projeto hidráulico/hidro sanitário deve estar compatível o autor ainda cita que, a posição desses itens deve levar em conta o projeto arquitetônico, pois deve ser feita em estrita conformidade com o mesmo. Um projeto hidráulico realizado da forma correta, pode apresentar impactos positivos também nos demais projetos de uma construção. Por isso, é preciso garantir que todos sejam compatíveis entre si. Nesse caso, é importante que o projeto hidráulico contenha informações condizentes também com as informações de outros projetos, como o arquitetônico e o elétrico, por exemplo, de maneira a oferecer soluções para as possíveis interferências que possam ocorrer entre subsistemas (Zampa 2020).

Figura 04: Visualização de projeto hidráulico-hidro sanitário em 3D.



Fonte: Zampa, 2020.

2.6. Compatibilização

Para Callegari (2007) explana que a compatibilização consiste na ação do gerenciamento e integração dos projetos, tendo como objetivo a sincronização entre os mesmos, eliminando os conflitos entre os projetos relacionados à

determinada obra, simplificando a execução, otimização e utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções.

Segundo Malta, Gomes e Martins (2018), a compatibilização é ferramenta fundamental no processo de desenvolvimento dos projetos, detectando e eliminando problemas ainda na fase de concepção, reduzindo retrabalhos, o custo da construção e prazos de execução, qualificando o empreendimento e aumentando sua competitividade frente ao mercado.

Para Motteu e Cnudde (1989), quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando a grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características do produto que foram idealizadas antes de sua execução. Isso é comprovado pelo grande número de problemas patológicos dos edifícios atribuídos às falhas de projeto.

Segundo Callegari (2007), quando não há a compatibilização dos projetos, à medida que as etapas de projeto avançam, menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção. Com isso a necessidade de retrabalho tanto construtivo quanto dos projetos tornarão o empreendimento menos competitivo junto ao mercado, devido ao aumento do tempo e do custo de produção. Portanto, análises mais aprofundadas nas etapas iniciais do projeto tendem a gerar maior economia ao empreendimento.

2.7. Softwares para elaboração de projetos

Novos métodos e tecnologias foram desenvolvidos para facilitar a elaboração desses projetos de forma rápida e prática, possibilitando uma visão realista e a solução de possíveis desencontros entre os projetos

Para Alves (2017), alguns dos softwares mais utilizados na construção civil para a elaboração dos projetos são:

- SketchUp é um software referência entre arquitetos, designers de interiores e engenheiros. Com uma vasta biblioteca de modelos 3D, é a ferramenta ideal para profissionais e empresas que trabalham com o detalhamento de projetos e apresentações mais realistas.

- AutoCAD um dos softwares do tipo CAD mais conhecido do mundo. Extremamente prático e com grande compatibilidade para arquivos externos, o

programa pode ser utilizado para projetos de desenho técnico em 2D e também em modelagem 3D

-Revit é ideal para planejar, projetar, construir e gerenciar projetos construtivos e de infraestrutura, com a análise e a simulação de sistemas e modelos estruturais– tudo de maneira colaborativa e facilmente visualizável, assim, ao modificar um item em um plano, os outros planos são atualizados automaticamente.

2.8. BIM

Com as inovações tecnológicas surgiu a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), essa metodologia permite que os softwares consigam integrar os principais projetos e os complementares, para identificar onde se encontram os conflitos e buscar as melhores soluções.

2.9. NAVISWORKS

De acordo com Beraldi (2021), o Navisworks, um software Autodesk, oferece uma solução ao detectar com precisão os conflitos entre os modelos no estágio de estudo do projeto. Ele gera relatórios de detecção de conflito para construtores e arquitetos lendo os dados geométricos e de tempo dos modelos enviados por partes interessadas distintas, como demonstra a figura 05. Os conflitos usuais incluem sobreposição espacial de modelos ou de suas partes, modelos em um mesmo projeto com parâmetros incompatíveis entre si ou uma sequência de tempo incompatível na modelagem BIM 4D.

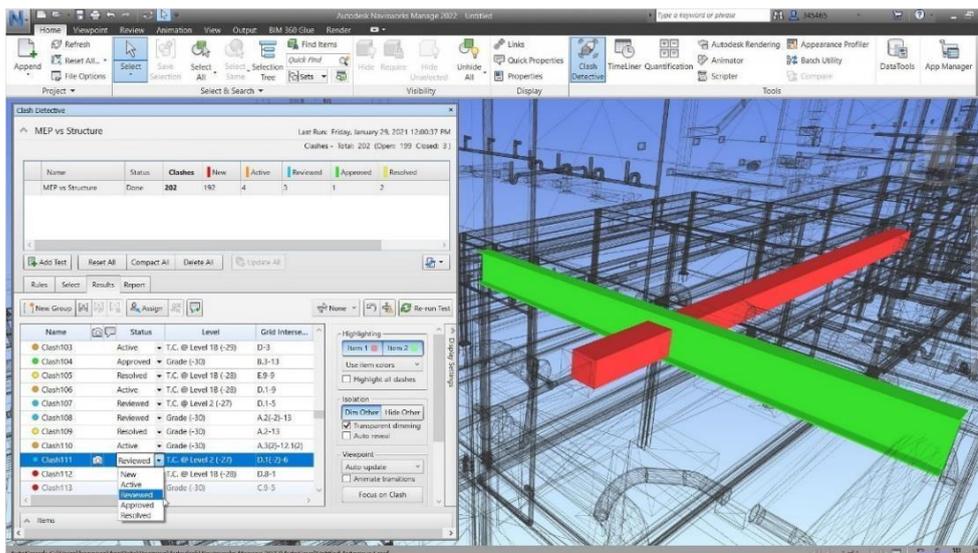
Para Beraldi (2021), a identificação de interferências e a resolução delas garantem a compatibilidade máxima entre os projetos. Tipos de colisões encontradas no Navisworks (clash detections):

-Hard Clash: Quando dois objetos ocupando o mesmo espaço, como um tubo passando por uma viga ou por um pilar.

-Soft Clash: Por exemplo, espaçamento não adequado entre dutos de água fria e águas negras (esgoto) em residências.

-Conflito temporal: Sequência inadequada de atividades, como colocar o reboco antes da alvenaria estar totalmente levantada.

Figura 4: Checagem de conflitos pelo Navisworks



Fonte: AUTODESK, 2021.

3. Metodologia

O presente artigo, classifica-se como pesquisa exploratória, pois realiza um estudo de caso com coleta de dados, e também se classifica como estudo de caso com coleta de dados por meio de entrevista aberta não estruturada com o responsável pela execução, relacionando teoria e prática no processo de compatibilização dos projetos.

O referencial teórico foi elaborado tendo em base os conceitos necessários para auxiliar na compreensão dos dados coletados no estudo de caso. O estudo foi realizado em um Residencial, onde estão sendo construídas duas residências localizadas em uma região de alto padrão na cidade de Guarapari-ES, a obra está sendo executada por uma empresa de porte médio da cidade, o projeto arquitetônico foi desenvolvido pela proprietária que exerce a profissão de arquiteta, e os projetos complementares como: elétrico, hidráulico e hidro sanitário foram terceirizados contratados pelos proprietários, para a execução desses projetos não foi utilizado nenhum meio na compatibilização.

3.1. Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na Av. Pientrangelo Viváqua Debiase, Bairro Praia do Morro- Guarapari ES (figura 05), o residencial denominado

Residencial da Aldeia. São dois duplex com entradas individuais e cada residência possui 206,21 m² de terreno, contando com inicialmente no projeto 178,00 m² de área construída, todos os projetos foram formalmente legalizados e apresentados à prefeitura do município.

Figura 05: Localização do Residencial.



Fonte: Google Maps, (autor).

3.2. Projeto Arquitetônico

O projeto do térreo inicialmente de cada duplex do residencial é composto por uma ampla sala de estar/jantar e lavabo, cozinha e copa, área de serviço, banheiro de serviço, duas vagas de garagem e uma área de lazer completa com churrasqueira e piscina com cascata (figura 05).

Figura 05: Planta baixa Térreo residência, 01 e 02.



Fonte: Construtora, 2021.

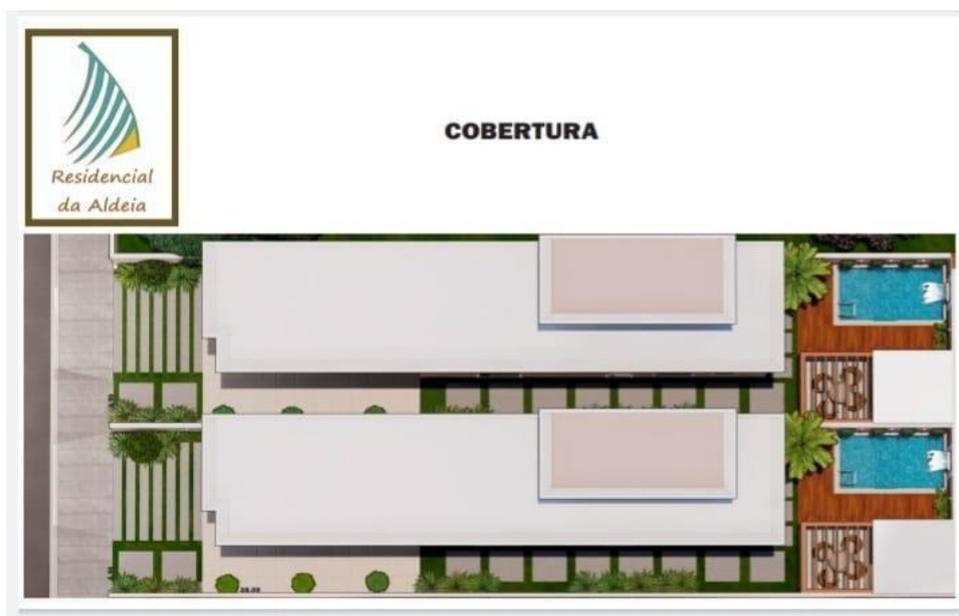
O segundo pavimento das residências (figura 06), é composto por 3 suítes sendo uma máster com closet, varanda e banheiro com duas cubas, além de conter um 3º pavimento que é a cobertura, composta pelo alçapão e casa da caixa d'água (figura 07).

Figura 06: Planta baixa 2º Pavimentos, residência 01 e 02.



Fonte: Construtora, 2021.

Figura 07: Cobertura 3º Pavimento, residência 01 e 02.



Fonte: Construtora, 2021.

Figura 08: Projeto em visualização 3D do residencial.



Fonte: Construtora, 2021.

3.3. Projeto Estrutural, Elétrico e Hidráulico/Hidro sanitário

3.3.1 Projeto Estrutural

O projeto estrutural do residencial foi elaborado em conformidade com as normas e realizado por um profissional terceirizado, atendendo aos critérios exigidos pelas NBR's, foram elaborados diferentes projetos e cada qual com a sua respectiva especificação, como demonstra a figura 09 a locação dos pilares

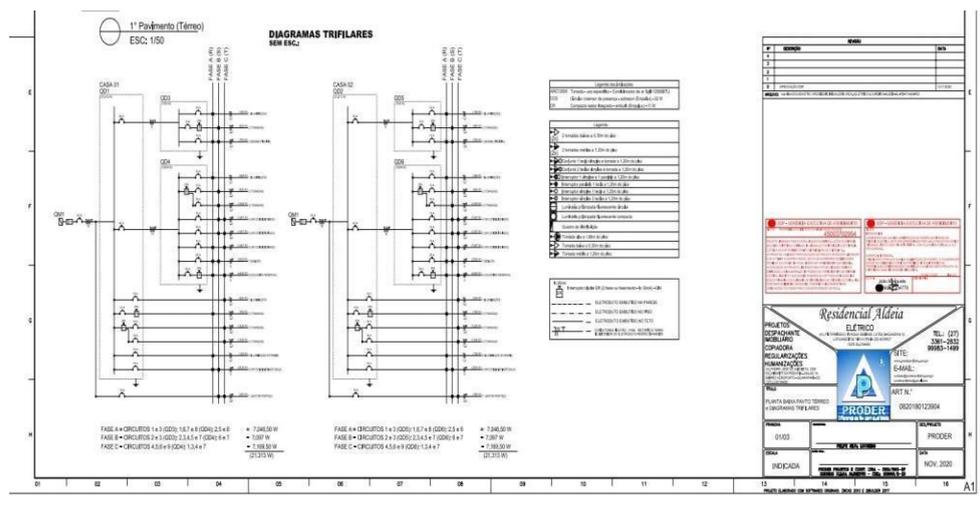
exigidos pelos proprietários todas as tomadas e pontos elétricos foram locados de acordo com as medidas dos futuros moveis planejados e foram elaborados projetos elétricos diferentes, cada qual com a sua respectiva especificação como demonstra as figuras 11 e 12 abaixo, o projeto dos diagramas trifilares (quadros e caixas de passagem).

Figura 11: Projeto Trifilar térreo.



Fonte: Construtora, 2021.

Figura 12: Descrição dos diagramas referente ao Projeto Trifilar térreo.



Fonte: Construtora, 2021.

3.3.3 Projeto Hidráulico/Hidro sanitário

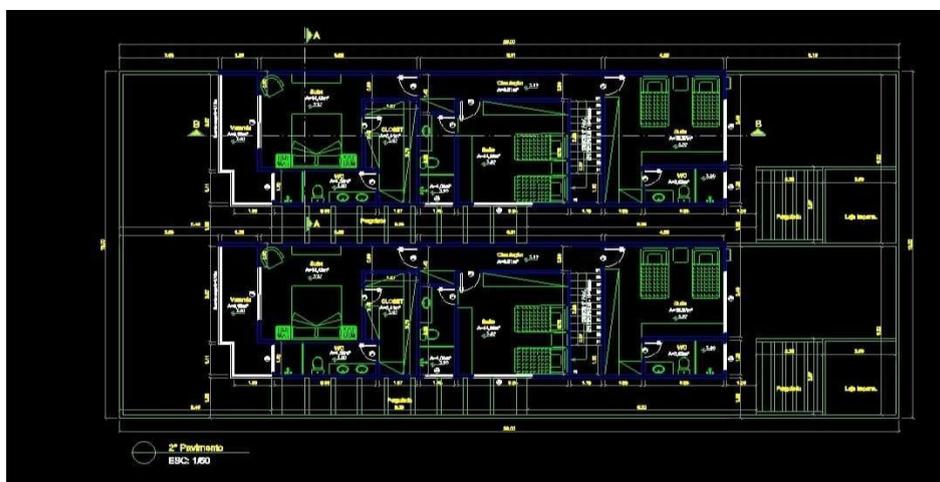
Assim como os projetos ditos anteriormente, o projeto hidráulico e hidro sanitário, também foram terceirizados por outro profissional da área, por serem inicialmente semelhantes os projetos das duas residências foram igualmente elaborados segundo as especificações das normas (figuras 13 e 14), bem como as prescrições de entrada e saída de água quente e fria, saída de esgoto e águas para consumo humano, também contando com um reservatório de águas pluviais de 5.000 L para fins de reaproveitamento.

Figura 13: Projeto hidráulico e hidro sanitário 1º Pavimento.



Fonte: Construtora, 2021.

Figura 14: Projeto hidráulico e hidro sanitário 2º Pavimento.



Fonte: Construtora, 2021.

Apesar de ter os projetos elaborados em conformidade com as normas para execução, não houve compatibilização realizada ainda em fase de pré-projeto, todos esses projetos foram terceirizados por profissionais diferentes de cada área, a empresa apenas ficou responsável pela execução dos projetos, por esse motivo, foram encontrados muitos desafios durante o processo, o que resultou em incompatibilidades e retrabalhos, esses desafios eles foram identificados e relatados através de fotos, e feito uma análise de quais as medidas tomadas pela empresa responsável pela execução para solucionar esses desafios da falta de compatibilização.

Cunha e Neumann *apud* Mayr (2000), afirmam que é corrente a prática de projetistas em deixar a solução de vários problemas construtivos para serem resolvidos pelo construtor em obra, quando na realidade deveriam fazer parte integrante do projeto.

4. Resultados e Discussões

Como dito na etapa de coleta de dados, os projetos existem, porém não foi feita a compatibilização, o que gerou para cada tipo de execução, de acordo com a entrevista concedida pelo responsável técnico, diversos contratemplos, como prejuízos, atrasos, discussões para solucionar os desafios encontrados.

4.1. Projeto Estrutural

O projeto estrutural das residências foi executado conforme as descrições do projeto e seguindo também o projeto arquitetônico, porém algumas mudanças foram feitas durante o processo de execução, à pedidos da proprietária, a residência 01 teve o layout modificado, passando a ter 4 quartos, sendo 2 suítes e 2 com banheiro compartilhado. Sendo assim, primeiro começaram o 2º Pavimento da residência 2 (figura 15), para dar tempo de modificar o projeto anterior, e em seguida deram início ao da casa 01 que foi modificada.

Figura 15: Execução da estrutura das residências



Fonte: Construtora, 2021

De acordo com Mayr (2000), como consequência, podem ocorrer deficiências nos projetos e improvisações no canteiro de obras, que levam à perda de produtividade no processo de execução, ao comprometimento do desempenho do sistema edificado e a não conformidade da obra em relação ao projeto. O autor ainda reforça que, se o projeto for considerado como um conjunto de instruções para a execução da obra, um dos caminhos que se apresenta é o da melhoria no processo de comunicação do projeto para a obra.

4.2. Projeto Arquitetônico

Com relação ao projeto arquitetônico e design das residências, a fachada da residência 01, após executada também teve uma alteração, a proprietária da residência achou melhor aumentar a janela para entrada de iluminação. Nas figuras 16 e 17 a seguir, é possível perceber que onde eram duas janelas no projeto, elas se tornaram uma grande de 2,20x1,80.

Figura 16: Como eram as janelas antes da modificação.



Fonte: Autor, 2021

Figura 17: Como ficou a janela após a modificação.



Fonte: Autor, 2021

De acordo com a Lei n. 5.194/96, que regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, determina em seu artigo 18 que as alterações do projeto ou plano original só poderão ser feitas pelo profissional que o tenha elaborado.

Dessa maneira, as modificações realizadas durante a execução do projeto arquitetônico, fachadas e etc., foram feitas conforme o regulamenta a lei, já que a proprietária exerce a profissão de arquiteta e foi ela quem projetou o residencial.

4.3. Projetos Complementares

Nessa etapa da execução, através dos relatos foi possível perceber que os desafios da falta de compatibilidade começaram a surgir com mais frequência. Na execução dos projetos elétricos e hidráulico/ hidro sanitário ocorreram alguns exemplos que poderiam ter sido evitados se as utilizações dos métodos de auxílio para compatibilização tivessem sido utilizadas.

4.4. Projeto Elétrico

Os projetos elétricos dos dois residenciais tiveram alterações durante o processo de execução, alguns desencontros que puderam ser corrigidos de forma mais viável o possível foram realizados. Porém casos como o da figura 18 não tiveram muitas opções para correção.

Figura 18: Conflito entre projeto elétrico e estrutural.



Fonte: Autor, 2021

Nesse caso em específico da residência 01 o pilar teve que ser um pouco desgastado para a passagem da rede elétrica da residência, pois a escada já havia sido concretada e o meio encontrado para corrigir foi o desgaste do pilar.

De acordo com a NBR- 6118 de 2014, a abertura máxima característica das fissuras, desde que não exceda valores da ordem de 0,2 mm a 0,4 mm, (conforme Tabela 13.4) sob ação das combinações frequentes, não tem importância significativa na corrosão das armaduras passivas.

Na residência 02, como a escada ainda não havia sido concretada, a fiação passou por debaixo das ferragens e evitou que tivesse que desgastar o pilar como foi feito na residência 01 (figura 19), e possibilitou a conclusão da instalação elétrica.

Figura 19: Conduítes entre a armação da escada.



Fonte: Autor, 2021

Outra incompatibilidade encontrada foi durante a abertura de passagem para caixinhas de pontos elétricos (figura 20), nesse caso, de acordo com a medida do projeto elétrico a caixinha estaria no pilar, a solução foi colocá-la um pouco mais à frente, cerca de 15 cm.

Figura 20: Caixinha elétrica em conflito com pilar.



Fonte: Autor, 2021.

4.5. Instalação hidráulica e hidro sanitária

Durante a execução dos projetos de hidráulica a empresa terceirizada responsável por realizar o serviço, encontrou algumas dificuldades e divergências, pois no projeto não dava para perceber que a maioria dos canos atravessava algumas vigas e teve que ser feito furos para a passagem dos mesmos como mostram as figuras 21 e 22 abaixo.

Figura 21: Furo na viga para a passagem dos canos para instalação hidráulica



Fonte: Autor, 2021.

Figura 22: Furo na viga e laje para a passagem dos canos para instalação hidráulica.

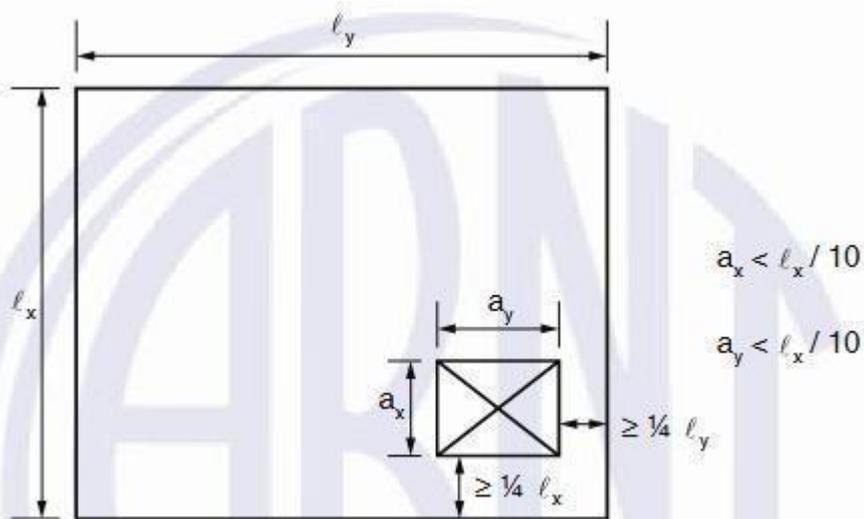


Fonte: Autor, 2021.

Segundo a NBR 6118 (2014), quando forem previstos furos e aberturas em elementos estruturais, seu efeito na resistência e na deformação deve ser verificado e não podem ser ultrapassados os limites previstos pela mesma. Em lajes lisas ou lajes-cogumelo, a verificação de resistência e deformação previstas em 13.2.5 (aberturas que atravessam lajes na direção de sua espessura) deve sempre ser realizada:

- a) as dimensões da abertura devem corresponder no máximo a $1/10$ do vão menor (x) (Figura 23);
- b) a distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que $1/4$ do vão, na direção considerada;
- c) a distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que a metade do menor vão.

Figura 23: Dimensões previstas para furos em laje.



Fonte: NBR 6118, 2014.

Pode-se concluir que diante dos dados expostos no artigo, as incompatibilidades nos projetos se fizeram presentes na obra durante a execução, desde o início do projeto estrutural até o momento das instalações dos projetos complementares mencionados, que foram eles projeto elétrico e hidráulico/hidro sanitário, essas incompatibilidades se deram pois não foi realizado nenhum método de compatibilização apesar de existirem softwares como o Navisworks que facilita esse processo ainda em fase de pré-projeto.

Malta, Gomes e Martins (2018), reforçam o que foi dito sobre importância dessa etapa, que a compatibilização é ferramenta fundamental no processo de desenvolvimento dos projetos, detectando e eliminando problemas ainda na fase de concepção, reduzindo retrabalhos, o custo da construção e prazos de execução, qualificando o empreendimento e aumentando sua competitividade frente ao mercado.

Considerações Finais

Levando-se em consideração o tema abordado e os aspectos mencionados, foi possível concluir que, já existem diversos métodos para auxiliar no processo de compatibilização de projetos, porém ainda sim muitas empresas encontram desafios durante a execução das obras por não adotarem essas medidas devido ao custo e a capacitação para utilizá-las.

Dessa forma, em virtude dos dados apresentados no estudo de caso, foi perceptível a dificuldade encontrada durante a execução do Residencial, justamente pela falta da compatibilização entre os projetos e a comunicação entre os projetistas.

Todos esses fatores levaram ao atraso da obra, a data prevista de entrega se prolongou por mais alguns meses, tiveram que arcar com custos dos materiais, prejuízos pelo retrabalho devido a mudanças repentinas nos projetos, e entre outros desafios que poderiam ser evitados, porém foram solucionados pelo responsável técnico e Engenheiro Civil da obra que buscou estar em conformidade com as normas e da forma mais viável resolver os desafios da falta de compatibilização.

Portanto, foi possível afirmar que a compatibilização é um processo muito importante durante a elaboração dos projetos, e poderia evitar os contratemplos que surgiram durante as etapas de execução do residencial, de forma que os desafios fossem solucionados ainda em fase de pré-projeto, com rapidez e eficácia.

Assim como, adotar as medidas de compatibilização utilizando os softwares que auxiliam nessa etapa, além de resultados imediatos, trariam resultados à longo prazo, o investimento inicial é mínimo se comparado aos benefícios proporcionados por um serviço de qualidade, além disso a compatibilização dos projetos garantiria maior qualificação aos profissionais responsáveis pelos projetos e maior visibilidade à empresa responsável pela execução da obra.

Referências

ABNT-NBR 13531 *Elaboração de projetos de edificações -Atividades técnicas*. Disponível em: <http://apoiodidatico.iau.usp.br/projeto3/2013/nbr13531.pdf> . Acesso em 18 de Outubro de 2021.

ABNT - NBR 13532 (1995). Disponível em: <https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2013/01/NBR-13532-Projeto-de-Arquitetura-.pdf> Acesso em 18 de outubro de 2021.

ABNT- NBR 5410- *instalações elétricas de baixa tensão (Electrical installations of buildings - Low voltag)* – disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410> acesso em : 18 de outubro de 2021

ABNT NBR 6118 (2014)- *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*. Disponível em: https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf. Acesso em: 01 de Dezembro de 2021.

ABT NNBR 6492 - *Representação de projetos de arquitetura*. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/albertojunior/disciplinas/nbr-6492-representacao-de-projetos-de-arquitetura> . Acesso em: 01 de Dezembro de 2021.

ALVES N. Os 11 *melhores softwares para engenharia e construção civil* (2017). Disponível em: <https://constructapp.io/pt/melhores-softwares-para-engenharia-construcao-civil>. Acesso em: 10 de Junho de 2021.

BERALDI.M - 5 *BENEFÍCIOS DO NAVISWORKS PARA COMPATIBILIZAÇÃO 2021*- DISPONÍVEL EM: [HTTPS://ESTUDIOBIM.COM.BR/5-BENEFICIOS-NAVISWORKS-COMPATIBILIZACAO/](https://estudiobim.com.br/5-beneficios-navisworks-compatibilizacao/) ACESSO EM: 30 DE OUTUBRO DE 2021.

CALLEGARI S. *Análise Da Compatibilização De Projetos Em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares*.UFSC (2007). Disponível em:

<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89863>. Acesso em: 10 de Abril de 2021.

CUNHA E NEUMANN *apud* MAYR (2000)- *Falhas De Projeto E Erros De Execução: Uma Questão De Comunicação*. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/79218/177370.pdf?sequence>. Acesso em: 01 de Dezembro de 2021.

Figura 01 – TOTAL CONSTRUÇÃO - *Quais as etapas de um projeto de engenharia e arquitetônico? (2020)*. Disponível em: <https://www.totalconstrucao.com.br/etapas-de-um-projeto/> Acesso em 18 de outubro de 2021.

Figura 02 - WSL – *Projetos e design Projeto Estrutural* -Disponível em: <http://wsldesign.com.br/site/projeto-estrutural/>. Acesso em 18 de outubro de 2021

Figura 03- PEREIRA 2020. Disponível em: <https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2017/01/projeto-eletrico-residencial-parte-1.html>. Acesso em 01 de Dezembro de 2021.

Figura 04- AUTODESK 2021 – Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/navisworks/features>. Acesso em: 30 de Outubro de 2021.

GREGOTTI V. *Território da arquitetura (tradução de Berta Waidman-Villá e Joan Villá) – São Paulo: Perspectiva, 1975*. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/365795186/Gregotti-Territorio-Da-Arquitetura>. Acesso em: 15 de Abril de 2021.

HAMMARLUND, Y, JOSEPHSON, P. E. *Cada Erro tem seu preço. Técnica, São Paulo, n.1, p.32-34, nov-dez, 1992*. Disponível em: https://civil.ufes.br/sites/engenhariacivil.ufes.br/files/field/anexo/resolucao_01-2019_anexo_i_modelo_anteprojeto.pdf . Acesso em 15 de Abril de 2021

JR. ALCANCE ENG. 2019- *Projeto Elétrico* – disponível em:
<https://alcancejr.com.br/projeto-eletrico/> Acesso em 18 de Outubro de 2021.

MALTA J. GOMES T. MARTINS V. *Compatibilização Dos Projetos De Uma Obra Residencial. Centro Universitário UNA (2018)*. Disponível em:
<https://www.trabalhosgratuitos.com/Exatas/Engenharia/COMPATIBILIZA%C3%87%C3%83O-DOS-PROJETOS-DE-UMA-OBRA-RESIDENCIAL-1421946.html>
.Acesso em: 10 de Junho de 2021

MOTTEU & CNUUDE, *La gestion De La Qualité Durant La Construction: Action Nene en Belgique Par Le Comité. "Qualité Dans La Constructon". In: Cib Triennial Congress, 11, Paris, 1989. Quality for Building Users Throughout the world, s.l. cib, 1989. v.1, t3, p265 – 276*. Acesso em: 10 de Junho de 2021

PETRUS G. B. DA NÓBREGA – 2008- *Cap3 - O Projeto Estrutural* – disponível em :
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1984079/mod_folder/content/0/ProfPetrus_Proj_Estrut.pdf?forcedownload=1. Acesso em 18 de Outubro de 2021.

SILVA, E. *Uma introdução ao projeto arquitetônico / Elvan Silva – 2º edição (1998) – 1ª reimpressão (2006) – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006*. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/275316011/SILVA-Elvan-Uma-Introducao-Ao-Projeto-Arquitetonico>. Acesso em: 10 de Abril de 2021.

VITRUVIUS *apud* 1960. *The ten books on architecture*. New York, Dover, 332 p. Disponível em:
<https://archive.org/details/vitruviustenbook00vitr/page/n9/mode/2up>. Acesso em: 10 de Abril de 2021.

ZAMPA.G 2020 -*O Que é Projeto Hidráulico (Hidrossanitário) e Qual a Sua Importância?* Disponível em: <https://www.engenheirocivillondrina.com.br/o-que-e-projeto-hidraulico-hidrossanitario-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em 18 de Outubro de 2021.