



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

RICARDO JEFFERSON DA SILVA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM OBRA PÚBLICA COM USO DA
TECNOLOGIA BIM: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS PAU DOS FERROS/RN**

PAU DOS FERROS - RN

2017

RICARDO JEFFERSON DA SILVA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM OBRA PÚBLICA COM USO DA
TECNOLOGIA BIM: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS PAU DOS FERROS/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Antônio Carlos Leite Barbosa,
Prof. M.Sc.

PAU DOS FERROS - RN

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Campus Pau dos Ferros (BCPDF)

Setor de Informação e Referência (SIR)

S586c Silva, Ricardo Jefferson da.
Compatibilização de projetos em obra pública com
uso da tecnologia BIM: estudo de caso na Universidade
Federal Rural do Semi-Árido Campus Pau dos Ferros/RN /
Ricardo Jefferson da Silva. - 2017.
54 f. : il.

Orientador: Antônio Carlos Leite Barbosa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2017.

1. Projeto integrado. 2. Gerenciamento de
projetos. 3. Building Information Modeling. I. Barbosa,
Antônio Carlos Leite, orient. II. Título.

Bibliotecário-Documentalista

Erlanda Maria Lopes da Silva

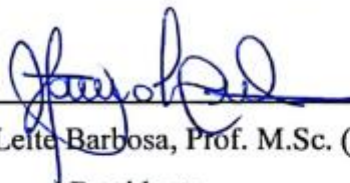
RICARDO JEFFERSON DA SILVA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM OBRA PÚBLICA COM USO DA
TECNOLOGIA BIM: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS PAU DOS FERROS/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

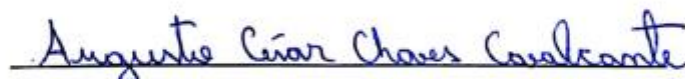
Defendida em: 23 / 10 / 2017.

BANCA EXAMINADORA



Antônio Carlos Leite Barbosa, Prof. M.Sc. (UFERSA)

Presidente



Augusto César Chaves Cavalcante, Bel. em Ciência e Tecnologia

Membro Examinador



Herik Roberto Rodrigues Silva, Bel. em Ciência e Tecnologia

Membro Examinador

Dedico esta obra, primeiramente ao meu Senhor que me sustenta em meio aos caminhos turbulentos e me concede discernimento sobre estes mesmos caminhos para que sejam trilhados de acordo com Sua vontade, mesmo que imergido no pecado. Dedico também a toda minha família que em todas as situações de minha vida apoiou minhas escolhas e estavam sempre junto de mim para me incentivar na minha caminhada. Isso me deu força para continuar e seguir meu sonho. A minha companheira que me serve de porto seguro no amor, carinho, compreensão, cumplicidade e fidelidade. Por me mostrar o caminho quando não o enxergava.

Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a primeiramente ao meu Deus que através da sua infinita misericórdia tem me dado o privilégio de viver. Que através do seu incrível poder colocou todos os tipos de situações na minha vida para eu viesse a crescer e chegar onde cheguei e por meio disso me tornar o que sou hoje.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe e meus avós por serem instrumentos do Senhor na minha formação idónea, me ampararam, educaram e ensinaram todos os valores éticos e morais os quais carrego hoje, ensinando-me a encarar com perseverança toda e qualquer adversidade da vida. Família esta que me serve de modelo de educação para uma geração futura.

Agradeço aos meus amigos, de infância e aos que a universidade me deu. Pois foi com eles que aprendi tudo sobre o coletivo, compartilhar histórias, vivências, aprendizados e rir muito das adversidades da vida. Obrigado pelo apoio durante minha jornada até aqui.

Agradeço ao meu orientador Antônio Carlos Leite Barbosa por me servir de farol na busca do conhecimento, formação profissional e como pessoa também. Obrigado por confiar em mim e me aconselhar e me corrigir sempre que foi preciso. Todas as palavras estão guardadas e servem de aprendizado.

Agradeço a banca examinadora por avaliarem minha obra e contribuírem para o crescimento da minha pesquisa, a qual baliza minha formação profissional.

As maiores loucuras são as mais sensatas
alegrias, pois tudo que fizemos hoje ficará na
memória daqueles que um dia sonharão em ser
como nós: loucos, porém, felizes!

Kurt Cobain

RESUMO

A tecnologia BIM vem se inserindo na realidade do mercado brasileiro e com isso é necessário um estudo da viabilidade de aplicação desta tecnologia no setor público, que é conhecido por produzir bens e serviços de qualidade questionável e com eficiência no uso precário. A tecnologia BIM se difunde muito bem no gerenciamento de vida construtiva e mantenedora de uma edificação. Com reconhecimento desta tecnologia, é necessário voltar-se para o setor público e estudar sua implementação neste. Como pontapé para o incentivo a aplicação da tecnologia, o trabalho em questão tem como principais objetivos estudar sua aplicabilidade na compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural, de instalações elétricas e hidrossanitárias em uma edificação de salas de aula da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Para tanto utilizou-se de uma versão educacional do software da Autodesk que admite o BIM. Como poderá ser percebido no decorrer da leitura a tecnologia é muito extensa em termos de possibilidade de uso e parametrização dos dados. Então, a pesquisa se deterá a compatibilização destes projetos e sua modelagem. Chegando ao ponto em que se avaliou muito benéfico o uso de tal e consequente aprofundamento na aplicação no setor público, haja visto que mediante a sobreposição dos projetos em plataforma CAD e sua modelagem, se ainda em fase de projetos, a equipe responsável pela obra identificaria e sanaria suas imperfeições ainda em fase inicial, otimizando o tempo de execução da obra e consequentemente gerando menos custos para os cofres públicos.

Palavras-chave: Projeto Integrado. Gerenciamento de Projeto. Building Information Modeling.

ABSTRACT

BIM technology has been inserted in the reality of the Brazilian market and it is necessary to study the feasibility of applying this technology in the public sector, which is known to produce questionable quality goods and services and efficiently in precarious use. BIM technology is diffused very well in the management of constructive life and maintainability of a building. With recognition of this technology, it is necessary to turn to the public sector and study its implementation in this. As a kick to encourage the application of technology, the work in question has as main goals to study its applicability in the compatibility of architectural, structural, electrical installations and Hydraulic-sanitary in a building of classrooms of the Federal Rural University of the Semi-arid. For so much use of an educational version of the Autodesk software that admits BIM. As it can be perceived in the course of reading the technology is very extensive in terms of the possibility of use and parameterization of the data. Then, the research will stop the compatibility of these designs and its modeling. Reaching the point where it was very beneficial to the use of such and further deepening the application in the public sector, to see that through the overlap of the projects in CAD platform and its modeling, if still in the project stage, the team responsible for the work would identify and It would remedy its imperfections yet in the early stages, optimizing the work time and consequently generating fewer costs for the public coffers.

Keywords: Integrated project. Project management. Building Information Modeling.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BCT	Bacharelado em Ciência e Tecnologia
BIM	Building Information Modeling
BTI	Bacharelado em Tecnologia da Informação
CAD	Computer Aided Design
FACEP	Faculdade Evolução Alto Oeste Potiguar
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
QD	Quadro de Distribuição
QDLF	Quadro de distribuição de Luz e Força
RN	Rio Grande do Norte
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
UERN	Universidade Estadual do Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Taxa de investimento governamental no PAC (% do PIB).	13
Figura 2 – Representação gráfica de planta baixa.	17
Figura 3 – Representação gráfica de corte.....	17
Figura 4 – Representação gráfica de um projeto de instalações elétricas.	18
Figura 5 – Vista isométrica de instalação hidráulica.	19
Figura 6 – Camadas BIM	23
Figura 7 – Percurso metodológico.....	26
Figura 8 – Localização do município de Pau dos Ferros.....	27
Figura 9 – PIB per capita de Pau dos Ferros	28
Figura 10 – Fachada frontal do Centro de Salas de Aula II.	29
Figura 11 – Planta baixa do pavimento térreo.	29
Figura 12 – Layout de locação de prédio de salas de aula.	30
Figura 13 – Planta de locação da sapata e pilares.....	31
Figura 14 – Projeto de viga baldrame e pilares.	31
Figura 15 – Projeto de locação de pilares do 1º pavimento e laje treliçada do 2º pavimento. .	32
Figura 16 – Projeto de instalações elétricas de iluminação e força do térreo.....	32
Figura 17 – Projeto de instalações elétricas das TUE's dos condicionadores de ar do 1º pavimento.	33
Figura 18 – Projeto de instalações hidráulicas.	34
Figura 19 – Projeto de instalações sanitárias.....	34
Figura 20 – Modelagem do projeto de estrutura de concreto armado.	36
Figura 21 – Modelagem de projeto arquitetônico.	36
Figura 22 – Modelagem das instalações hidrossanitárias dos banheiros masculinos.....	37
Figura 23 – Modelagem das instalações hidrossanitárias dos banheiros femininos.	38
Figura 24 – Modelagem das instalações elétricas.	38
Figura 25 – Relatório de divergência entre os projetos.	39
Figura 26 – Coluna de ventilação exposta.....	39
Figura 27 – Fachada lateral direita em perspectiva.	40
Figura 28 – Indicação de local o QDLF foi substituído por um QD.	40
Figura 29 – Saliência em L da parede do hall de recepção.	40
Figura 30 – Incompatibilidade entre os projetos arquitetônico e estrutural.	41
Figura 31 – Tubulação de alimentação de água fria exposta.....	42
Figura 32 – Demonstração de tubulação embutida após a execução da obra.....	42

Figura 33 – Tubulação de água fria transpassando pilar P13 – banheiro coletivo masculino térreo.....	43
Figura 34 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P11 – banheiro masculino térreo. .	43
Figura 35 – Pilares em planta de fundação.....	43
Figura 36 – execução do banheiro coletivo masculino térreo.	44
Figura 37 – Pilares em planta de fundação.....	45
Figura 38 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P12 – banheiro feminino térreo. ...	45
Figura 39 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P12 – banheiro coletivo feminino pavimento superior.....	45
Figura 40 – Pilares em planta de fundação.....	46
Figura 41 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P34.	46
Figura 42 – Vista em perspectiva de alimentação de água fria do prédio.	47
Figura 43 – Eletroduto transpassando o pilar P32.....	48
Figura 44 – Pilares em planta de fundação.....	48
Figura 45 – divergência entre os projetos elétrico e estrutural.....	49
Figura 46 – incompatibilidade entre os projetos arquitetônico, estrutural e elétrico.	50
Figura 47 – Disposição das TUG's.	50

SUMÁRIO

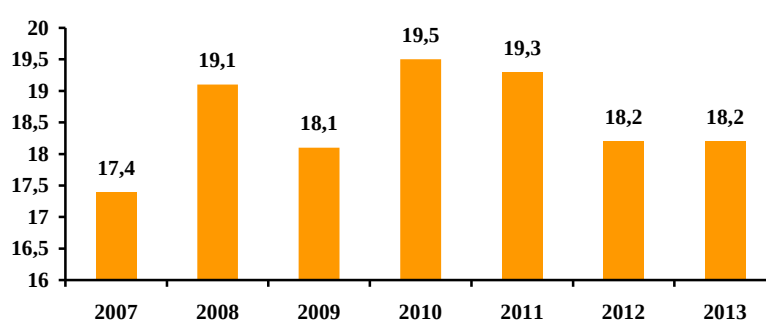
1	INTRODUÇÃO	13
2	PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	15
3	OBRAS PÚBLICAS	20
3.1	O gerenciamento de projetos em obras públicas	21
4	BUILDING INFORMATION MODELING(BIM).....	22
5	METODOLOGIA	25
6	CENTRO DE SALAS DE AULA II	27
6.1	Projeto arquitetônico	29
6.2	Projeto Estrutural.....	30
6.3	Projeto de instalações elétricas.....	32
6.4	Projeto de instalações hidrossanitárias	33
7	COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS NO BIM	35
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, setor responsável pela geração do terceiro maior quantitativo de empregos no país (ALEXANDRE SOUZA, 2013)¹, fechou os últimos quatro anos em queda (CBIC, 2016)². Os índices negativos no setor por este longo período têm obrigado as construtoras a buscarem alternativas para se sobressair de perdas mais significativas, além de fomentar a competitividade entre as empresas do ramo.

Os investimentos governamentais no setor, entre 2009 e 2014, como o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, Figura 1, além do incentivo ao crédito, ocasionaram um impacto significativo no setor imobiliário e de infraestrutura, acarretando no crescimento na demanda por empresas qualificadas para realizarem serviços desta natureza pelo país. Neste sentido, o mercado exigia empresas capacitadas o suficiente para gerirem os projetos de forma que se adequassem a grande demanda do setor, ou seja, a relação tempo x custo seguisse de forma linear e ascendente. Apesar do mercado em expansão neste período, as empresas não conseguiram suprir sua necessidade, principalmente quanto à adoção de metodologias de gerenciamento, compatibilização, monitoramento e manutenção das construções. Com métodos ultrapassados e ineficazes atrasavam as obras, geravam grandes prejuízos, as obras eram entregues em qualidade insuficientes e/ou incompatíveis com os padrões estabelecidos em projeto além de gerarem mais custos com a realização de retrabalhos.

Figura 1 - Taxa de investimento governamental no PAC (% do PIB).



Fonte: Programa Aceleração do Crescimento³, 2015. Adaptado.

¹ ALEXANDRE SOUZA. Sebrae. **Pequenos negócios são os maiores geradores de empregos no país**. 2013. Disponível em: <<http://blog.sebrae-sc.com.br/pequenos-negocios-sao-os-maiores-geradores-de-empregos-no-pais/>>. Acesso em: 16 out. 2013.

² Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em 21 out. 2017.

³ Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesnacionais/v/6aac64e8>>. Acesso em: 21 out. 2017

Com isto, as obras públicas, principalmente, são as que mais sofrem. Por exemplo, embasada pela Lei 8.666(1993), é possível ganhar uma licitação de um grande empreendimento apenas com o projeto básico. Ou seja, uma peça técnica que contém informações pouco detalhadas sobre as fases, riscos, custos e conhecimentos geotécnicos da área de implementação. Sem muita especificidade nas informações, é certo que durante a execução da obra inúmeros serão os problemas de divergência entre o projeto e o que é passível de implementação, gerando mais conflitos e obrigando a equipe de trabalho a realizar demolições e retrabalhos.

Além do impacto negativo sobre a sociedade, as empresas sofrem com o grande volume de perda de capital devido as falhas antes, durante e após a entrega das obras. Logo, é de suma importância a busca por métodos eficazes no controle de todos os recursos dos empreendimentos públicos.

É possível perceber a importância de um olhar atento às fases iniciais de qualquer projeto, haja visto que este norteará toda obra e consequentemente será responsável por possíveis problemas no decorrer da construção. Nesta perspectiva, o presente trabalho buscará solucionar as seguintes questões: De que forma a compatibilização de projetos, através da tecnologia BIM, contribui para a vida construtiva de obras públicas? É possível avaliar positivamente o uso da metodologia BIM na compatibilização de projetos em obras públicas de pequeno e médio porte?

A motivação da realização deste trabalho é decorrente da preocupação com as etapas iniciais de projetos de edificações, visando o crescimento e aprimoramento de habilidades de planejamento dos recursos técnicos, financeiros, materiais e humanos que envolvem obras. Conhecimento da deficiência do nosso país no planejamento de obras públicas e a necessidade de contribuir com os estudos da implementação da metodologia BIM em obras públicas e nos empreendimentos privados.

O trabalho objetiva principalmente utilizar a tecnologia BIM na compatibilização de projetos do Centro de Salas de Aula II da Universidade Federal rural do Semi-Árido e objetivos específicos: identificar possíveis falhas na sobreposição dos projetos arquitetônico, estrutural, de instalações elétricas e hidrossanitárias da edificação e contribuir com os estudos sobre a tecnologia BIM na melhoria da qualidade do gerenciamento da informação nas obras públicas.

A pesquisa se divide em oito tópicos, onde em seu primeiro é abordada a introdução com o panorama da construção civil no setor público, a problemática que é vivenciada, motivações da pesquisa e seus objetivos. No segundo tópico é exposta uma abordagem teórica

sobre os projetos da construção civil. No terceiro ponto é levantada uma discussão sobre obras públicas. No quarto, é exposta toda base conceitual sobre a tecnologia BIM. Adiante é destacada a metodologia da pesquisa. A apresentação do município, universidade e da obra em questão são objetos do sexto item. No sétimo tópico são discutidos os resultados da pesquisa, evidenciando as incompatibilidades encontradas nos projetos e as soluções para tais. As considerações finais sobre o tema são apresentadas no ultimo item.

2 PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

O projeto é um elemento essencial de produção na construção civil. Por meio dele é possível ter uma visão detalhada das informações de cada elemento da obra. De forma geral, segundo Maximiliano (2002), é encarado como um empreendimento temporário de atividades com início, meio e fim programados. Que tem por objetivo fornecer um produto singular e dentro das restrições orçamentárias. Para a construção civil, segundo Bretas (2010) a expressão “projeto” tem significado amplo, por exemplo, podendo se referir empreendimento ou ao projeto técnico da edificação.

Segundo o Dicionário Michaelis de Língua Portuguesa(2017)⁴ projeto significa

1. Propósito de executar algo
2. Plano detalhado de um empreendimento a ser realizado
3. Conjunto de ideias iniciais de um texto, geralmente provisórias
4. Esboço de trabalho que se pretende realizar
5. Plano de uma edificação, contendo descrições, plantas, orçamento, qualidade de pessoas envolvidas etc.

Os principais problemas que surgem no decorrer ou mesmo após as entregas das obras públicas são decorrentes de erros nas fases iniciais do empreendimento ou ainda na execução. Por isso a ABNT (1995) elenca todas as etapas de um projeto de edificação necessárias para um bom planejamento do empreendimento antes de avançar para as fases posteriores. São elas: levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico, projeto para execução.

Souza *et al*⁵ (1995) sugere as etapas de levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudos preliminares, anteprojeto, projeto legal, projeto básico, projeto executivo, detalhes construtivos, coordenação de gerenciamento de projetos, especificações técnicas e por ultimo projeto *as built*.

⁴ Disponível em: < <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/projeto/>>. Acesso em: 21 out 2016.

⁵ SOUZA, R. et. Al. Sistema de Gestão de Qualidade para empresas Construtoras. São Paulo, CTE/SINDUSCON-SP/SEBRAE-SP, 1994, 247p.

Para fins de conceituação será considerada as definições da ABNT (1995), são elas:

Levantamento de dados: onde se realizam as aferições das condições necessárias para realização do projeto, bem como identificação das necessidades do cliente;

Programa de necessidades: identificação detalhada das necessidades do cliente, bem como a compreensão das expectativas no que cerne as qualidades e quantidades que envolvem os futuro projeto;

Estudo de viabilidade: nesta etapa é averiguado se as necessidades do cliente estão de acordo com a legislação vigente, bem como é realizada análise técnica e econômica sobre sua implementação;

Estudos preliminares: é apresentada uma visualização arquitetônica do empreendimento, levantando, por exemplo, o número de pavimentos e cômodos mas, sem muito detalhamento;

Anteprojeto: Após a aprovação, pelo cliente, da solução arquitetônica na fase de estudo preliminar tem-se a elaboração de peças técnicas com detalhamento, pré-dimensionamento dos equipamentos componentes do empreendimento e formas construtivas para que sejam levantados os custos do projeto;

Projeto legal: Elaborado o anteprojeto contendo as peças técnicas que detalham o projeto, este é submetido aos órgãos legais objetivando sua aprovação e obtenção das requeridas licenças, como o alvará de construção e licenciamento ambiental;

Projeto básico: peça técnica contendo a caracterização básica do empreendimento, contendo informações acerca do complexo de serviços necessários para implementação do projeto, suas fases, informações que facilitem o dimensionamento do custo da construção, como o quantitativo dos materiais necessários, bem como os prazos da obra;

Projeto executivo: peça técnica final contendo todas as informações suficientes para execução do projeto, bem como inclusa a sobreposição dos projetos, caracterizando a sua compatibilização entre os projetos arquitetônicos e os projetos complementares, em suas devidas escalas. Nesta etapa, são mostrados com exatidão os valores orçamentários, bem como materiais necessários e mão de obra;

Detalhes construtivos: são apresentados desenhos em escalas adequadas para detalhamento de elementos da obra que em escala de apresentação geral do desenho não seria possível uma visualização apurada do elemento;

Coordenação de gerenciamento de projetos: etapa a qual são usados métodos e técnicas de gerenciamento dos elementos necessários para execução do projeto, como o gerenciamento das frentes de trabalho e organização das etapas de execução do projeto;

Especificações técnicas ou memorial descritivo: peça técnica contendo todas as informações necessárias de cada elemento do empreendimento, como cores, materiais a serem empregados em seus determinados locais, tipo de revestimento, etc.

Projeto *as built*: peça que traduz a relação entre o projetado *versus* o construído. Levantando as alterações que o empreendimento sofreu durante a fase de execução da obra.

Para os projetos de construção civil em sua fase de planejamento, um conjunto de peças técnicas devem ser elaboradas segundo a sua complexidade. São estes os projetos de arquitetura, estruturas, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, instalações mecânicas, luminotécnica, comunicação visual, paisagismo, e outros (ABNT, 1995). Abaixo são relacionadas as definições, baseadas na ABNT (1992), dos projetos necessários para execução de uma edificação.

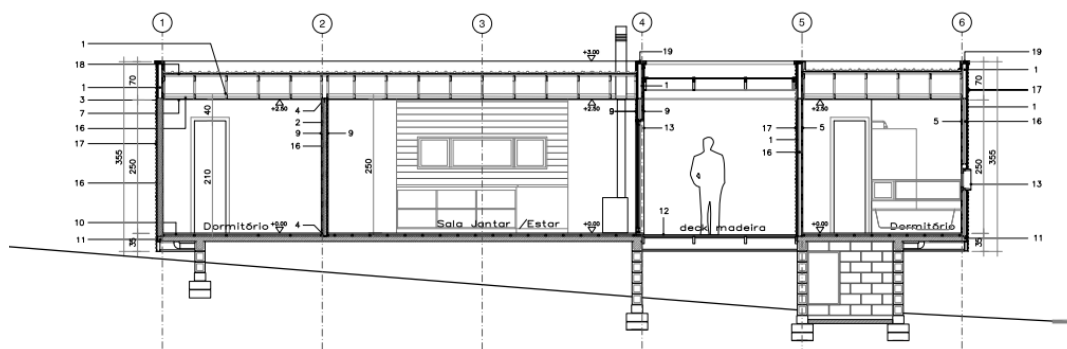
Projeto arquitetônico: Representação gráfica da edificação contendo em seu projeto definitivo completo: plantas, cortes, elevações, memoriais descritivos, elementos urbanísticos, elementos relativos à recreação infantil, complementação artística, perspectiva, maquetes, fotografias, plantas para execução, Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Representação gráfica de planta baixa.



Fonte: Revista MDC⁶, 2011.

Figura 3 – Representação gráfica de corte.

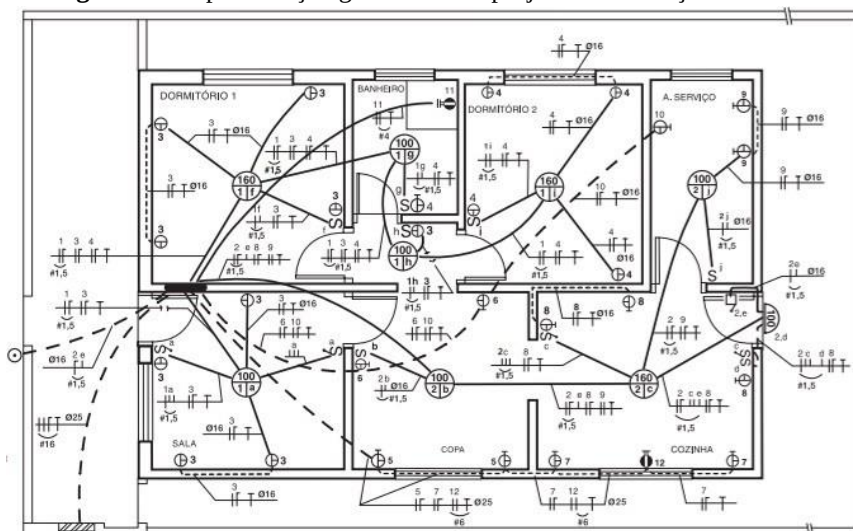


Fonte: Revista MDC⁷, 2011.

⁶ Disponível em: < <https://revistamdc.files.wordpress.com/2011/10/pe-arquitetura.pdf> >. Acesso em: 27 out. 2017.

Projeto de Instalações Elétricas: consiste no emprego de métodos e técnicas para dimensionamento da demanda de energia necessária em uma residência ou edificação predial, bem como através deste dimensionamento da energia seja possível identificar os materiais a serem empregados e a forma que estes devem ser instalados na edificação. Isso é possível através da representação gráfica dos caminhos percorridos pelos eletrodutos, indicação do dimensionamento das bitolas dos condutores e indicação de potências dos equipamentos de uso dos usuários através da indicação de potência das tomadas e iluminação, Figura 4. Nos projetos de instalações elétricas são representados também os diagramas que indicam a alimentação geral da edificação e os quantitativos dos materiais. (LIMA FILHO,2001)

Figura 4 – Representação gráfica de um projeto de instalações elétricas.



Fonte: Saber Elétrica⁸, 2017.

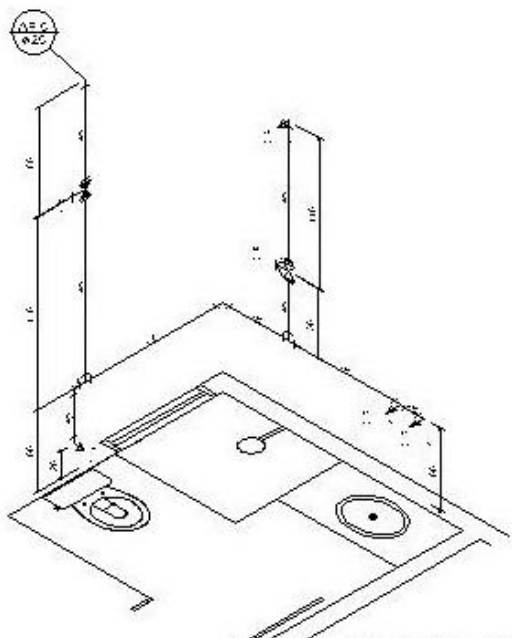
Projeto de Instalações Hidrossanitárias: entende-se por instalações hidrossanitárias o conjunto de canalizações, conexões, peças, aparelhos que visam o suprimento de água servidas ou afastamento de pluviais às edificações, desde a rede pública de abastecimento até a rede pública de coleta de água de esgoto ou sistema individual de tratamento, bem como encaminhamento das águas pluviais até a rede pluvial. O projeto consiste no dimensionamento, planejamento e representação gráfica destes aparelhos em planta, bem como seus documentos auxiliares. São seus constituintes o sistema de água fria, esgoto sanitário, águas pluviais e sistema de combate a incêndio. Cada produto será composto por memoriais descritivos, memoriais de cálculos de dimensionamento, lista de materiais, desenhos e seus documentos complementares (CARVALHO JÚNIOR, 2014). A figuras 5

⁷ Disponível em: <<https://revistamdc.files.wordpress.com/2011/10/pe-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.

⁸ Disponível em: <<https://i2.wp.com/www.sabereletrica.com.br/wp-content/uploads/2015/01/Projeto-de-Instalações-Elétricas-Residenciais.jpg?fit=683%2C419&ssl=1>> Acesso em: 27 out. 2017.

ilustra a representação das tubulações das instalações hidráulicas de uma edificação em projeto.

Figura 5 – Vista isométrica de instalação hidráulica.



Fonte: TBA engenharia⁹, 2017.

Projetos de instalações mecânicas: as instalações mecânicas de uma edificação consistem nos equipamentos mecânicos que são necessários para o pleno funcionamento do empreendimento como os condicionadores de ar, rede de internet, equipamentos de exaustão, ventilação, gás, dentre outros. Os projetos de instalações mecânicas são compostos memoriais de cálculo de dimensionamento dos equipamentos, tipo de equipamentos a serem usados, locais de implantação, bem como a representação gráfica dos aparelhos em planta. (QUEIROZ, 2001)

Projeto de estruturas – dimensionamento dos materiais necessários para suportarem a carga solicitante da edificação de acordo com o projeto arquitetônico. Se tratando de estrutura em concreto armado, a ABNT (1992) sinaliza a necessidade do projeto ser composto por locação e carga nos pilares, características dos materiais empregados, plantas de formas de todo projeto estrutural, desenhos de armação de todos os elementos do projeto estrutural e detalhes em escalas adequadas.

Considerando o grande volume de etapas necessárias para que se tenha um bom planejamento de um empreendimento, a falta de compreensão da complexidade, as

⁹ Disponível em: <<http://www.tbaengenharia.com.br/wp-content/uploads/2011/05/hidraulica-Model.jpg>>. Acesso em: 27 out. 2017.

estimativas financeiras errôneas e a insuficiência de dados necessários para sua elaboração, planejamento execução e monitoramento são alguns dos fatores que acarretam em falhas na execução das obras.

3 OBRAS PÚBLICAS

Atualmente uma das áreas muito visadas pelas empresas privadas é a realização de obras públicas. Isto porque estes empreendimentos geram um grande volume de capital, concomitante a grande quantidade de projetos as quais as empresas que optam por este tipo de serviço se submetem.

Com o advento do crescimento econômico do país e investimento no setor da construção civil por parte dos governos municipais, estaduais e federal através da execução de obras públicas, o setor foi aquecido e as empresas de construção enxergaram nisto uma grande oportunidade de lucratividade. Fazendo com que inúmeras obras com recursos públicos sejam vistas com frequência pelo país.

Como aponta Costa (2010) obras deste tipo são conhecidas por sua execução demorarem mais tempo que o programado para finalização, aumento exagerado dos quantitativos previstos, elevado número de obras inacabadas, que conseqüentemente geram custos ao poder público, acarretando em obras com valores superiores aos programados, além de serem entregues com qualidade inferior ao esperado e com materiais empregados de baixa qualidade.

Brasil (2007 apud BORDALO 2013) menciona que obra pública é toda obra de edificação, reforma ou manutenção planejada e executada com recursos públicos e com finalidade de uso da população e que pode ter como contratante a União, o Distrito Federal, os estados ou os municípios. Brasil (1993) aponta que obra pública é “toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta”. Pode-se aproximar-se da ideia de obra pública, de acordo com as palavras acima, como sendo uma obra que é desenhada e transformada para o plano real com recursos governamentais afim de levar um bem para a sociedade.

Para conseguir realizar uma obra pública é necessário que a empresa submeta tal projeto à licitação, a qual, segundo BORDALO (2013) é precedente constitucional com fim de garantir o direito da isonomia e selecionar as melhores propostas para a administração. Na submissão à licitação as empresas devem adequar seus projetos a vários procedimentos e

regras pré-estabelecidas por lei. Por isso se torna mais complicado o fluxo de trabalho em obras desta natureza.

Este objeto pode ser realizado de duas formas: de forma direta, onde o órgão da administração municipal, estadual ou federal demonstra interesse em realizar tal empreendimento e que com seus próprios recursos viabiliza este ato ou de forma indireta onde o poder público contrata uma empresa privada para realização dos serviços para implementação da obra (BRASIL, 1993). Pode ser feita mediante as modalidades de contratação que são: empreitada por preço global; empreitada por preço unitário; tarefa e empreitada integral.

- Empreitada por preço global: quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total;
- Empreitada por preço unitário: quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas;
- Tarefa: quando se ajusta a mão-de-obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;
- Empreitada integral: quando se contrata um empreendimento em sua integridade, compreendendo todas as etapas das obras, serviços, e instalações necessárias.

Como o planejamento financeiros das obras públicas são feitos baseando-se no critério de projeto que leve o menor tempo para entrega esse sistema acaba por fazer com que hajam inúmeras falhas nos processos de gerenciamento das edificações implicando em um grande número de obras paralisadas ou inacabadas (BORDALO, 2013).

3.1 O gerenciamento de projetos em obras públicas

O coordenador do projeto é essencial no gerenciamento dos recursos uma obra, tanto para a equipe de profissionais, instituição, como para os responsáveis pela execução (BORDALO, 2013), mais ainda em se tratando de um empreendimento público, onde é recorrente a fragmentação do trabalho, o que é certo o maior risco de perda de informações essenciais para o início de uma edificação.

Este personagem é responsável por alinhar toda equipe, desde a sua fase de concepção até sua entrega. Neste tempo, estão envolvidos os projetistas, equipe técnica e equipe de escritório. É sua tarefa nortear todos estes indivíduos, de forma que o projeto seja elaborado considerando todas as informações que são cruciais para seu fim.

Em obras públicas esse processo é bem mais complicado devido a fragmentação das atividades, logo os desencontros de informações são muito mais solícitos. As falhas nos

processos administrativos de uma obra pública estão relacionados a fatores de ordem técnica, da equipe envolvida no trabalho e da gestão destes recursos (BRASIL, 2010). Os pontos de ordem técnica e de gestão acabam prejudicando ainda mais o sistema de gerenciamento de uma obra desta natureza pelo fato da inexistência de um sistema padronizado de gerenciamento de uma obra pública que possibilite uma macro visão do empreendimento e de suas fases.

4 BUILDING INFORMATION MODELING(BIM)

Uma alternativa que vem sendo muito bem difundida no mercado privado é a metodologia BIM. Sua terminologia vem do inglês *Building Information Modeling*, ou em tradução livre, Modelagem da Informação da Construção. A metodologia BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias inter-relacionadas que formam a metodologia para gerenciamento de todas as fases da edificação, desde a concepção, projeto, construção, manutenção, demolição e impactos ambientais, com informações detalhadas de cada etapa em formato digital. A tecnologia BIM é implementada através de softwares adequados que armazenam todas as informações do projeto como documentação, planejamento, compatibilização de projetos, orçamentação e manutenção da edificação.

Não há entre os estudiosos e desenvolvedores da tecnologia um conceito restrito de BIM. Os autores propõem suas próprias definições, mas que cada uma complementam a outra, isto, pelo fato da concepção BIM ser muito abrangente. Segundo a Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina (2013), pioneira na implementação da BIM em obras públicas, define BIM como “um processo que permite a gestão da informação, por todo o ciclo de vida da edificação”, por meio de modelos digitais tridimensionais e base de dados formam toda plataforma do gerenciamento do projeto. A modelagem BIM permite ao projetista construir o empreendimento em um mundo virtual antes do mundo real. Ele o cria utilizando componentes virtuais inteligentes, cada um sendo perfeitamente análogo a um componente real no mundo físico, bem como o BIM compreende a comunicação, a troca de dados, padrões e protocolos necessários para todos os sistemas e equipes conversarem entre si.

A metodologia supre uma grande deficiência do setor da construção civil que é segundo Pladevall (2012) a necessidade de se antecipar aos problemas das construções enquanto suas fases de construção, operação e manutenção, podendo prevêê-los ainda no modelo digital por meio de uma simulação de seu funcionamento.

Os principais objetivos finais da tecnologia segundo Crotty(2012) são a maior previsibilidade e lucratividade do empreendimento, haja visto que estes são os pilares que sustentam todos os outros objetivos secundário que operam também como importantes, como a produtividade, segurança, sustentabilidade, dentre outros. Mas, que sempre caminham para a previsibilidade visando o maior lucro no empreendimento.

A tecnologia conta com diversas camadas que se relacionam de forma a possibilitar um melhor gerenciamento de todas informações do projeto. O número de camadas no BIM varia de acordo com a complexidade do empreendimento, o que quer dizer que o modelo pode ter “n” camadas inter-relacionadas. Porém para obras de edificação e infra estrutura, segundo Masotti e Faria(2013), são utilizadas com maior frequência sete camadas: 2D Gráfica, 3D Modelo, 4D Planejamento, 5D Orçamento, 6D Sustentabilidade, 7D Energia e 8D Segurança, Figura 6.

Figura 6 – Camadas BIM

2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
Gráfico	Modelo	Tempo	Custo	Sustentabilidade	Gestão das instalações	Segurança

Fonte: Autor, 2017.

2D Gráfico – dimensão do plano, onde são representadas todas as plantas do projeto;

3D Modelo – adiciona a terceira dimensão ao modelo, permitindo a visualização do empreendimento em três dimensões, além de adicionar camadas com detalhamento dos tipos e aspectos de cada material constituinte do projeto;

4D Planejamento – responsável pela base de dados do planejamento de todo organograma da obra, definindo o cronograma de todas as etapas, disposição de canteiro de obras, bem como recursos humanos e alocação do tempo de compra, armazenamento, alocação, preparação, instalação e utilização de materiais;

5D Orçamento – Nesta dimensão são alocadas as informações para visualização e gerenciamento de todos os custos, recursos financeiros e controle das metas;

6D Sustentabilidade – integração da energia e uso eficientemente energético e consequentes impactos ambientais;

7D Gestão de Instalações – adiciona a dimensão de operação ao modelo. É possível verificar como todas as instalações da obra funcionam bem como planejar as futuras manutenções e trabalhar a identificação de possíveis falhas no sistema;

8D Segurança – diz respeito ao plano da segurança e prevenção de acidentes.

Além da existência das camadas na plataforma BIM, outra característica relevante da tecnologia é a possibilidade de sua inter-relação, atuando na compatibilização dos projetos inseridos, como aponta Masotti e Faria (2014, p. 17).

A integração dos projetos complementares com o modelo arquitetônico e estrutural em um modelo centralizado diminui drasticamente a incidência de incompatibilidades e possibilita a visualização do projeto em funcionamento antes mesmo de sua execução. A simulação de condições ambientais, dos sistemas e equipamentos instalados na obra e de sua operação virtualmente faz com que mudanças de design e decisões chave de projeto sejam feitas em estágios iniciais, facilitando a construção e praticamente eliminando os altos custos de alteração de projeto com a obra já em andamento.

Uma característica interessante é a existência de uma base de dados compartilhada do empreendimento, ou seja, a metodologia de gerenciamento dos recursos da construção se baseia em um conceito de gerenciamento compartilhado da obra, que permite aos diversos profissionais envolvidos a interação direta com o modelo digital e aos documentos referentes à cada detalhe da construção.

Pela alta complexidade da tecnologia, o trabalho se direcionara em analisar os projetos até a terceira dimensão da plataforma. Até este patamar os dados inseridos são suficientes para identificação das incompatibilidades do projeto de estudo.

A partir do conhecimento absorvido através das leituras dos tópicos anteriores percebe-se que a metodologia de gerenciamento dos recursos das edificações públicas no país ainda é tratada de forma artesanal e rústica comparada a tecnologia disponível para gerenciamento destes recursos. No setor público o uso do BIM ainda é incipiente, tendo como principal personagem em sua utilização as Forças Armadas do Exército Brasileiro, cuja entidade encara constantemente obras de grande porte como rodovias, instalações de bases militares, além da gestão dos imóveis da união (BRASÍLIA, 2016) e a Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina(2013), pioneira no da tecnologia para obras do poder público estadual.

Em relação a sua aplicação em larga escala no setor público, como na aprovação de projetos de edificação nas prefeituras, gabinetes do estado e da federação, o BIM ainda tem muito a crescer, pois essa tecnologia exige que o tempo na fase de planejamento seja mais considerável. O que confronta com a cultura do nosso país, onde predomina o imediatismo por resultados, despriorizando o planejamento de qualquer atividade. O reflexo disso nas ruas

onde existem obras providas de recursos públicos são edificações inacabadas, paralisadas por falha na gestão dos recursos, erros de projetos, etc.

5 METODOLOGIA

A pesquisa se norteia em um estudo de caso do prédio do Centro de Salas de Aula II da UFERSA, Campus Pau dos Ferros/RN. Foram estudados os suportes bibliográficos sobre o tema, concomitante a análise dos projetos arquitetônicos, estrutural, de instalações elétricas e hidrossanitárias da edificação com uso de softwares com funcionalidade de parametrização dos dados dos projetos disponibilizados. No filtro de estudos bibliográficos foram consultadas fontes primárias e secundárias de autores que complementem a temática abordada. O material necessário para elaboração desta pesquisa foi disponibilizado pelo setor de infraestrutura da universidade com as devidas autorizações. Não é objetivo do trabalho identificar erros de elaboração de projetos com fins de exposição da imagem dos autores na execução da obra, tampouco dos responsáveis pela elaboração das plantas. E sim, única e exclusivamente analisar os projetos em plataforma BIM com fins didáticos e de estudo da tecnologia.

Quanto a classificação da pesquisa Tognetti (2006) destaca pode ser classificada de diversas maneiras: de acordo com sua finalidade, natureza, objetivos, procedimentos e seu local de realização.

Quanto ao primeiro critério pode ser classificada como aplicada, pois, como Gil (1999) aponta, este tipo de pesquisa tem como característica a vontade do pesquisador se aprofundar em um tema de forma que seus dados sejam aplicáveis concretamente. Pela sua objetividade pode ser definida como do tipo exploratória já que sua análise consiste em estudar algo específico e prático. Como sugere Bogdan e Biklen (1994) pela natureza da pesquisa, podemos classifica-la como qualitativa. Isto porque segundo os mesmos autores, este tipo de pesquisa necessita de um aprofundamento de um assunto mais concreto, ou seja, o pesquisador necessita imergir na obra pra familiarizar-se com o que está em estudo. Quanto aos seus procedimentos podemos destacar a tipologia bibliográfica e documental. Para tal estudo, foi de suma importância a absorção de toda documentação disponível para compreensão do assunto. O local de estudo é onde a pesquisa acontece, onde são realizadas as coletas de dados e o pesquisador tem contato direto com seu objeto de estudo. Segundo Gil (1999) a observação direta é peça chave para uma pesquisa, haja visto que é através dela que será construída.

No desenvolvimento da pesquisa foi necessário seguir uma linearidade nas ações para alcançar os objetivos propostos, desta forma foram seguidas as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica nos principais autores que comentam sobre o tema do uso da tecnologia BIM, bem como pesquisas via artigos e periódicos, sites e instituições que contribuem com a temática.
- Coleta de dados junto a instituição, adquirindo os projetos de engenharia do Centro de Salas de Aula II e registro fotográfico da edificação.
- Análise dos projetos disponibilizados pelo setor de infraestrutura.

Para realizar a leitura dos projetos na sua plataforma nativa, CAD, foi necessário o uso do software Autodesk AutoCAD versão 2017 educacional, onde foram observados principalmente o padrão de elaboração dos projetos, modos de plotagem, ambiente de desenho e as camadas de cada objeto desenhado. Nesta última, atentou-se principalmente para a disposição das *layers* de cada projeto.

- Transferência da plataforma de projeto em CAD para plataforma BIM com uso do software Autodesk Revit em sua versão 2018 educacional.

Primeiramente para mudar os projetos de plataforma de concepção tomou-se o projeto estrutural como base para todos os outros projetos; Foi realizada a modelagem dos projetos arquitetônicos e complementares no Revit;

- Análise e interpretação dos dados gerados pelo software;

A Figura 7 ilustra as etapas necessárias para o andamento da pesquisa. Com base nos resultados obtidos pelo software podemos elencar as problemáticas envolvidas na compatibilização dos projetos de prédio.

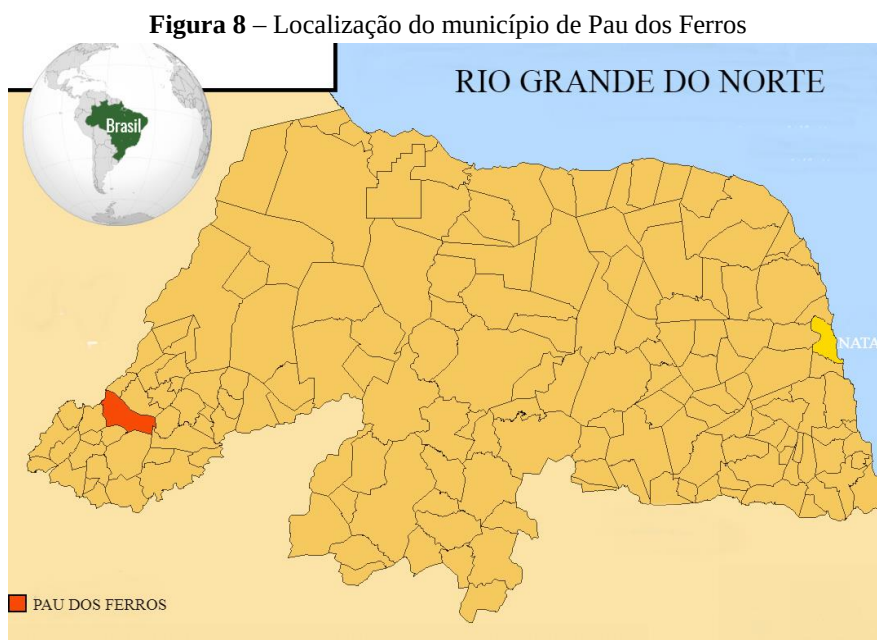
Figura 7 – Percurso metodológico



Fonte: Autor, 2017.

6 CENTRO DE SALAS DE AULA II

O objeto a ser analisado faz parte de um complexo de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, a qual está inserida no município de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, que fica a 392 quilômetros da capital do estado, Natal, como mostra a Figura 8.

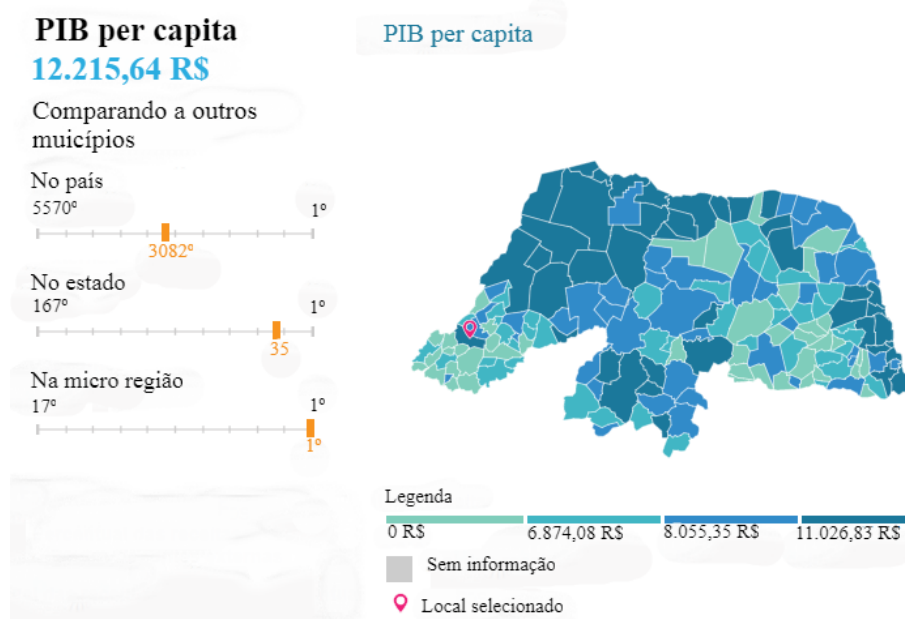


Fonte: OpenBrasil¹⁰, 2017. Adaptado.

Pau dos Ferros é uma cidade referência em crescimento e movimentação de recursos econômicos da sua mesorregião do estado, alto oeste. A cidade hoje conta com uma população residente estimada de 30.452 habitantes (IBGE, 2017) e uma população flutuante diária de 15.000 (FERNANDES; FERREIRA, 2012 *apud* Prefeitura de Pau dos Ferros). Como mostra a Figura 9, através de seu PIB, a influência que esta incide sobre os municípios circunvizinhos é considerável, sendo fonte de emprego, polo comercial e formador de pessoas, haja visto que em sua sede, existem instituições de ensino das esferas privadas, estaduais e federais, como exemplo, a Faculdade Evolução Alto Oeste Potiguar – FACEP, a Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN, o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN e a UFERSA.

¹⁰ Disponível em: <<http://pau dosferros.openbrasil.org/2012/05/geografia.html?m=0>>. Acesso em: 27 out. 2017.

Figura 9 – PIB per capita de Pau dos Ferros



Fonte – IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2017.¹¹

A UFERSA foi instalada no município no ano de 2013 e encontra-se em estado de expansão de suas edificações, dessa forma estando à disposição do corpo usuário biblioteca, centro administrativo, blocos de salas de aula, bloco de salas para professores, laboratórios, auditórios e centro de convivência. O bloco que iremos analisar neste trabalho faz parte da segunda entrega do bloco de salas de aula, voltado para discentes dos cursos de engenharia.

Como mostra a figura 10, podemos caracterizar a edificação como uma obra construída em concreto armado e alvenaria de vedação em blocos de cerâmica, com dois pavimentos: um térreo e um pavimento superior. O prédio fica ao lado da Central de Salas de Aula I, voltada para discentes dos cursos de BCT, BTI e Arquitetura e Urbanismo.

¹¹ Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>>. Acesso em 17 de outubro de 2017.

Figura 10 – Fachada frontal do Centro de Salas de Aula II.

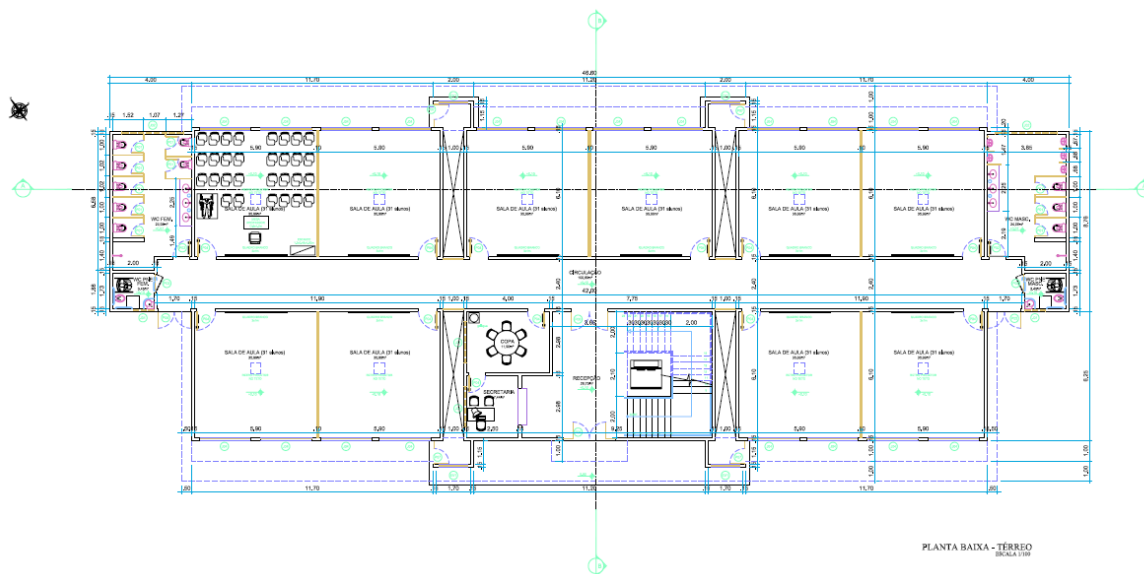


Fonte: autor, 2017.

6.1 Projeto arquitetônico

A edificação conta com uma área construída de 1.392,32 m² e um perímetro de 134m e foi projetada para comportar 664 alunos mais o corpo técnico, sendo distribuídos em 10 salas de aula que comportam 31 alunos, duas salas de aula que comportam, cada, 84 alunos, 4 banheiros masculinos, 4 femininos, sendo dois banheiros para cada sexo destinados a portadores de necessidades especiais, dispensa e área de serviço, além de recepção, salas para técnicos e professores e elevador para portadores de necessidades especiais, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Planta baixa do pavimento térreo.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

De posse dos projetos da edificação observou-se que a sistemática de elaboração do projeto visa a realidade da unidade sede na cidade Mossoró, ou seja, o projeto instalado na

unidade de Pau dos Ferros é um projeto adaptado ao campus de estudo, sendo confirmada pela universidade o procedimento metodológico na implantação das edificações do Campus. É possível visualizar isso através da Figura 12, onde na planta de locação o projeto está situado no campus sede na cidade Mossoró, RN.

Figura 12 – Layout de locação de prédio de salas de aula.

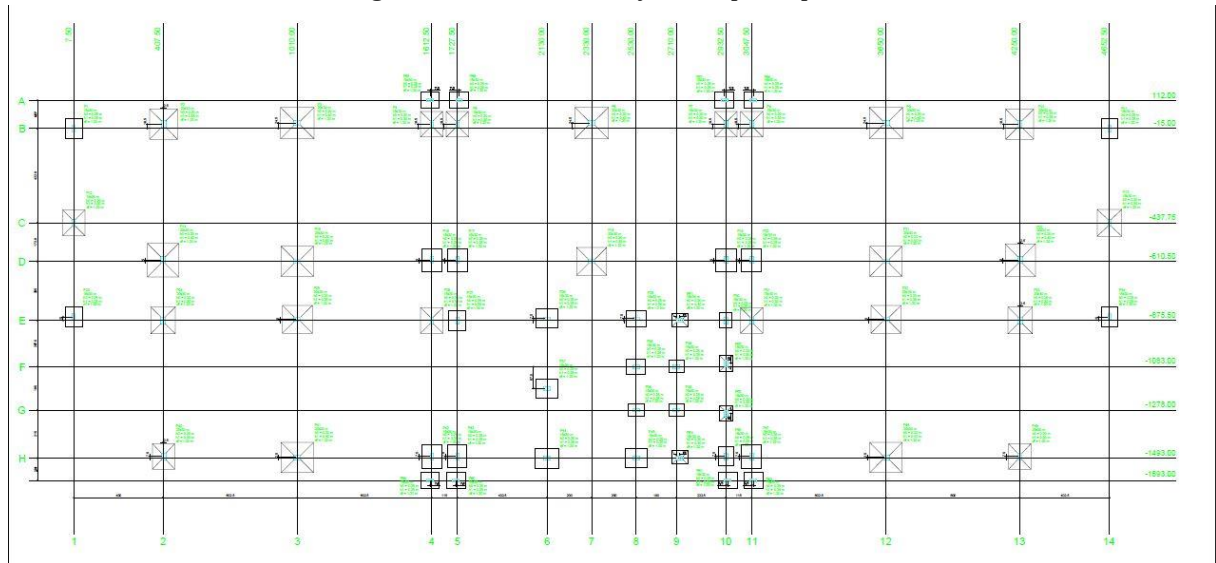


Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Analisando a Figura 11 percebe-se que por ser uma edificação adaptada, bem como devido a configuração do terreno em que está instalada ser bem diferente da configuração no município de Mossoró, os níveis de acesso ao prédio pela lateral direita, ficaram consideravelmente altos, dificultando o acesso e a saída em caso de emergência.

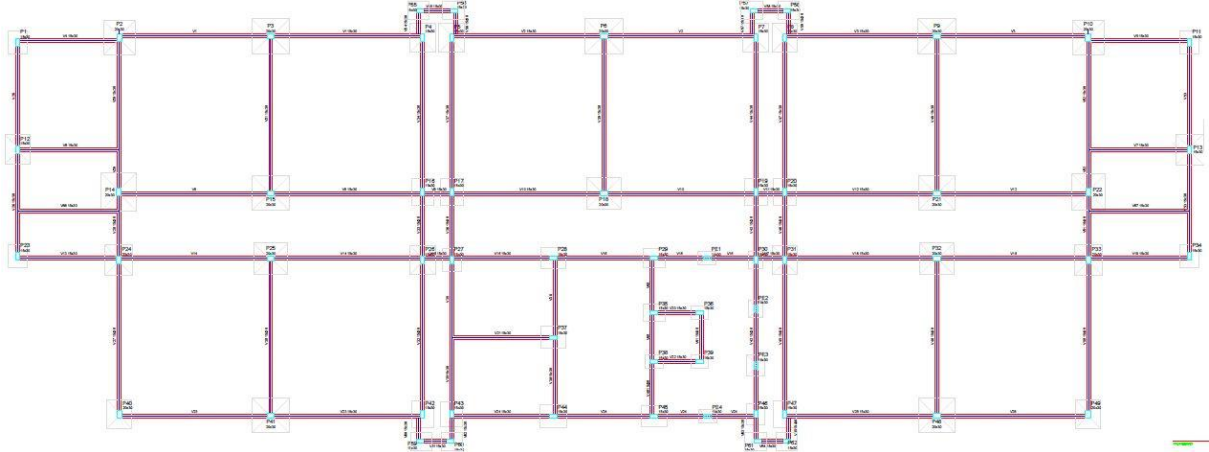
6.2 Projeto Estrutural

No projeto da estrutura de concreto armado da edificação observa-se a existência de 61 sapatas diretas, Figura 13, considerada como um tipo de fundação rasa. Isso é admissível haja visto que o solo predominante na região reage bem os esforços solicitantes para cargas do porte do projeto em questão.

Figura 13 – Planta de locação da sapata e pilares.

Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

O projeto também é composto por 67 vigas baldrame (Figura 14) todas com seções transversais iguais de dimensões 15x20cm; 90 lajes treliçadas (Figura 15) de 15 m de espessura; 163 vigas de dimensões que variam entre 15x60cm, 15x50cm, 15x40cm; 158 pilares, cujas seções transversais variam entre 15x30cm e 20x30cm.

Figura 14 – Projeto de viga baldrame e pilares.

Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Figura 15 – Projeto de locação de pilares do 1º pavimento e laje treliçada do 2º pavimento.

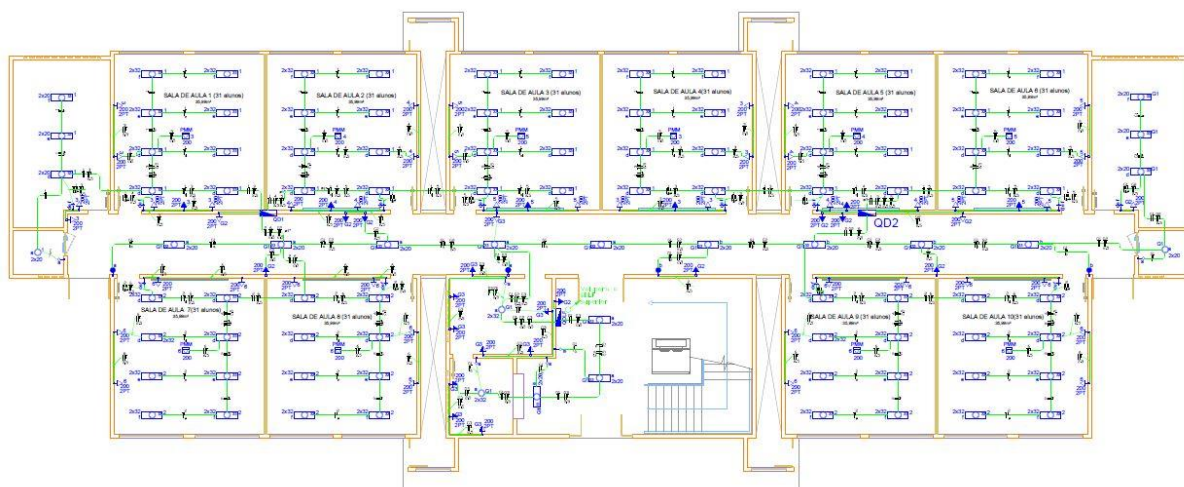


Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

6.3 Projeto de instalações elétricas

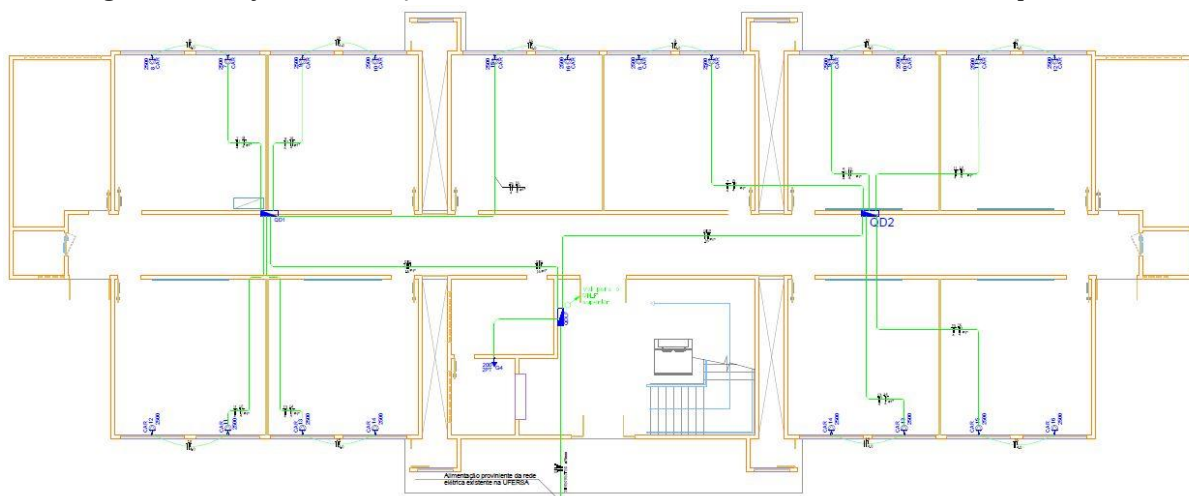
No dimensionamento e elaboração do projeto de instalações elétricas no edifício em questão foi demandada uma potência de 241,599 kW, o que por sua vez o caracteriza como um sistema de baixa tensão e tri-fase, solicitando para alimentação um transformador de 150 kVA, 13,8 kV/380-220V. O projeto é composto por 2 Quadros de Distribuição de Luz e Força – QDLF e 4 Quadros de Distribuição, 390 luminárias de potências que variam de 20 a 32W e 6 arandelas de 250W cada, 130 TUGs, 43 TUE's e 42 interruptores, cujas ligações variam entre 2P + T, 3P + T e 4P + T. As figuras 16 e 17 representam os projetos de instalações elétricas de iluminação e força da edificação e instalações de força das TUG's dos condicionadores de ar, respectivamente.

Figura 16 – Projeto de instalações elétricas de iluminação e força do térreo.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Figura 17 – Projeto de instalações elétricas das TUE's dos condicionadores de ar do 1º pavimento.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

6.4 Projeto de instalações hidrossanitárias

A instalações hidrossanitárias do Centro de Salas de Aula II se faz presente com maior incidência nos banheiros e áreas de serviço, com exceção de um ambiente para técnicos. O projeto conta com 4 banheiros masculinos e 4 femininos destes, para cada um são destinados dois banheiros para portadores de necessidades especiais. O banheiro coletivo masculino do térreo é equipado com 3 pias, 5 mictórios com válvula de descarga, 3 sanitários com válvula de descarga acoplada e um chuveiro, no pavimento superior os banheiros coletivos masculinos são equipados com 3 lavatórios, 5 mictórios com válvula de descarga e 3 sanitários com válvula de descarga acoplada, nos banheiros para portadores de necessidades especiais existe um lavatório e um vaso sanitário especial comuns a ambos os banheiros femininos e masculinos. No banheiro coletivo feminino do térreo existem 3 lavatórios, 7 sanitários com válvula de descarga acoplada e um chuveiro, já no banheiro coletivo do piso superior se mantém a mesma configuração com exceção do chuveiro. Ainda existe uma canalização destinada a área de serviço e copa, Figuras 18 e 19.

Figura 18 – Projeto de instalações hidráulicas.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Figura 19 – Projeto de instalações sanitárias.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

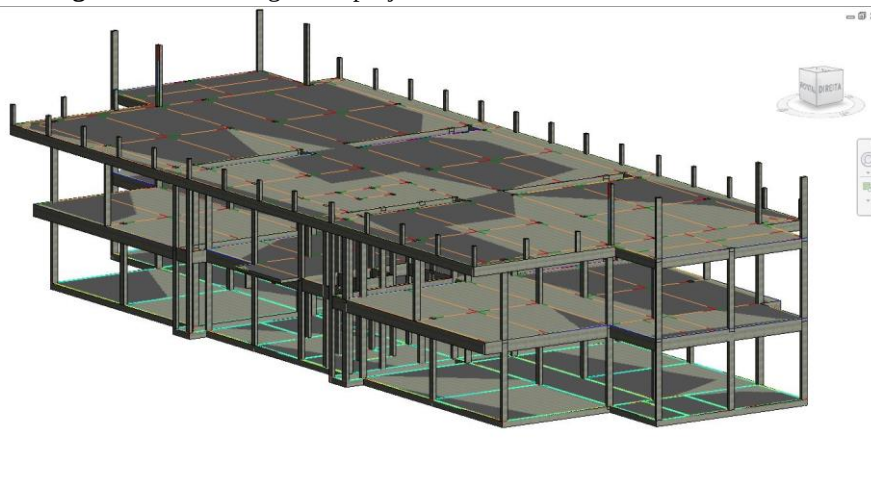
7 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS NO BIM

Foi necessário transferir o desenho da plataforma CAD para a plataforma BIM. Essa mudança de concepção do projeto deixa de ser uma representação meramente gráfica e passa a ser uma representação de cada elemento com suas composições de materiais disponíveis no mercado e que seriam usadas na vida real com as características que o software disponibiliza, ou seja, os materiais disponibilizados no software na elaboração do projeto são contabilizados e caracterizados da mesma forma que seu uso na realidade.

Então, inicialmente foi necessário tomar conhecimento do padrão de desenho que estamos trabalhando. Para isso, os projetos foram abertos em seu plano original, para tal utilizou-se o Autodesk AutoCAD em conjunto com o Autodesk Revit na transposição entre as plataformas. No redesenho dos projetos, foi necessário utilizar *templates* específicos de cada natureza, ou seja, o projeto estrutural, por exemplo, foi transferido para um ambiente específico para projetos de estrutura. Assim como os projetos arquitetônicos, hidrossanitário e elétrico.

Na primeira etapa foi realizada uma leitura do projeto estrutural da edificação. Observou-se que a empresa responsável pela elaboração do projeto atentou-se à padronização das *layers* do projeto, o que facilita o processo de identificação dos elementos. Após a leitura foi realizado o manuseio do software e redesenhado o projeto estrutural, neste momento é importante salientar que para fins de facilitação da análise a modelagem da fundação da edificação foi desconsiderada. O resultado do redesenho pode ser visualizado em 3D pelo software, como mostra a Figura 20.

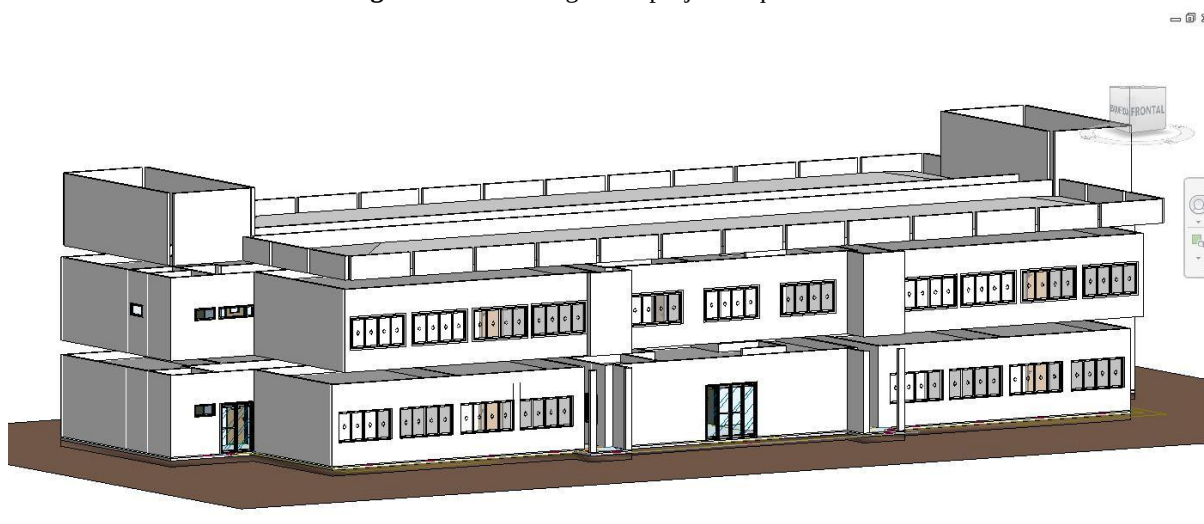
Figura 20 – Modelagem do projeto de estrutura de concreto armado.



Fonte: autor, 2017.

No projeto arquitetônico, foram implementados todos os materiais previstos. Aponta-se que em elementos específicos como no ambiente onde está localizado abaixo das escadas, foram observados projetos anexos que servem de proposta para execução, ou seja, o arquitetônico base foi passível de alteração mesmo após sua elaboração. Dessa forma optou-se por realizar a modelagem do proposto inicialmente. O resultado do redesenho pode ser visualizado na Figura 21.

Figura 21 – Modelagem de projeto arquitetônico.



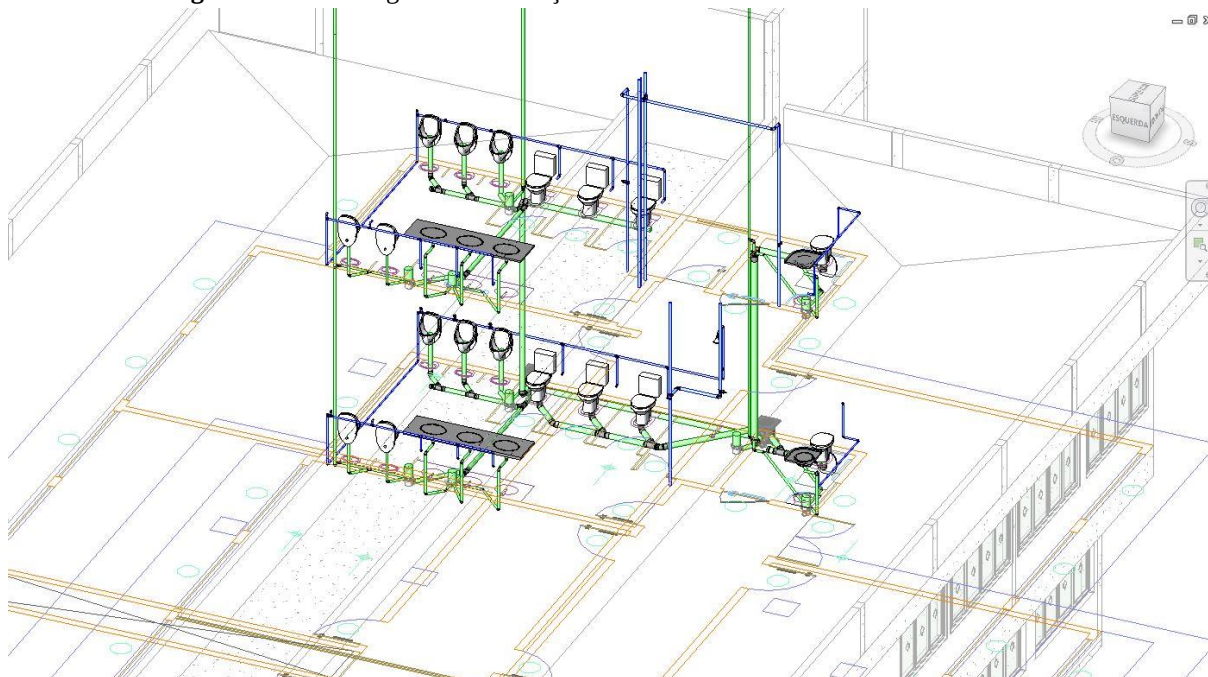
Fonte: Autor, 2017.

No Revit, a sistemática de desenho é diferente da plataforma CAD no sentido de que não apenas linhas sendo traçadas, para criar uma parede por exemplo, antes é necessário determinar os parâmetros dos materiais componentes de tal elemento. Seguindo a mesma analogia, para se criar os componentes dos projetos complementares de instalações elétricas e hidrossaniárias é necessário que existam os elementos hospedeiros, neste caso a parede. Caso

contrário, sem a parede não é possível traçar o caminho das tubulações de esgoto ou eletrodutos dos componentes elétricos.

Nesta perspectiva, para desenhar os projetos complementares é essencial que já exista a modelagem do arquitetônico criado na plataforma BIM. Então, como este estava elaborado, partiu-se para a criação das instalações hidrossanitárias no Revit. O resultado da modelagem pode ser visualizado a partir das Figuras 22 e 23.

Figura 22 – Modelagem das instalações hidrossanitárias dos banheiros masculinos.



Fonte: autor, 2017.

Na Figura 22, as tubulações nas cores verde representam as instalações sanitárias, enquanto a modelagem na cor azul representa as tubulações de água fria. A legenda também é válida para a Figuras 23.

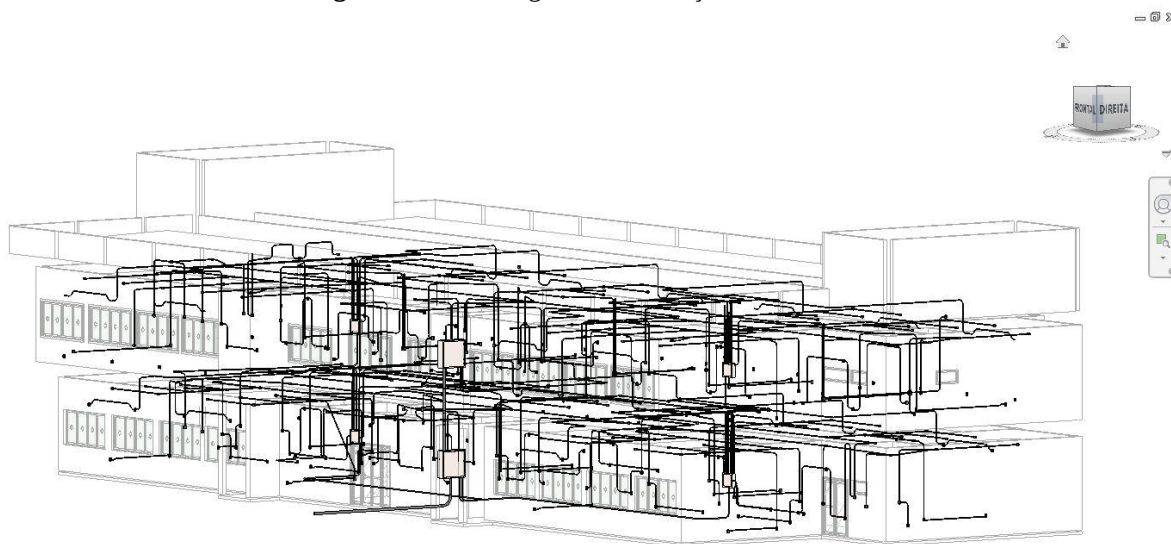
Figura 23 – Modelagem das instalações hidrossanitárias dos banheiros femininos.



Fonte: autor, 2017.

De forma análoga foram traçados os caminhos dos eletrodutos e instalados os componentes do projeto elétrico. O resultado da modelagem pode ser visualizado na Figura 24.

Figura 24 – Modelagem das instalações elétricas.

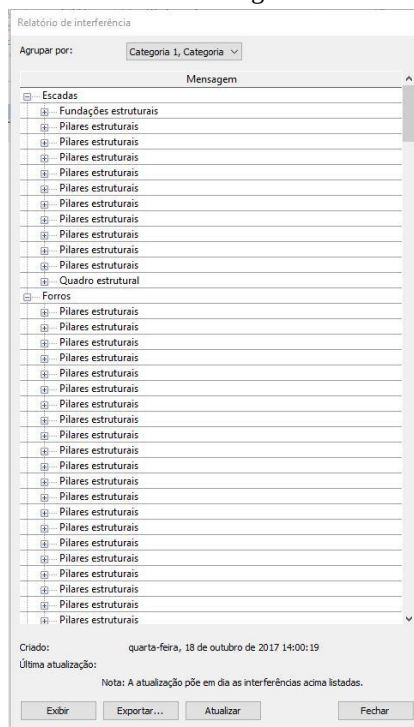


Fonte: autor, 2017.

O software consegue trazer os arquivos de cada *template* para um único e parametrizar os dados de cada projeto, identificando as possíveis divergências entre estes, ou seja, essa tecnologia, identifica qual equipamento ou elemento está chocando com outro de um mesmo

projeto de diferente natureza, indicando sua localização e o elemento específico que está causando as interferências. De conhecimento disto o Revit gerou um relatório de interferências passíveis de análise pelo projetista, Figura 25.

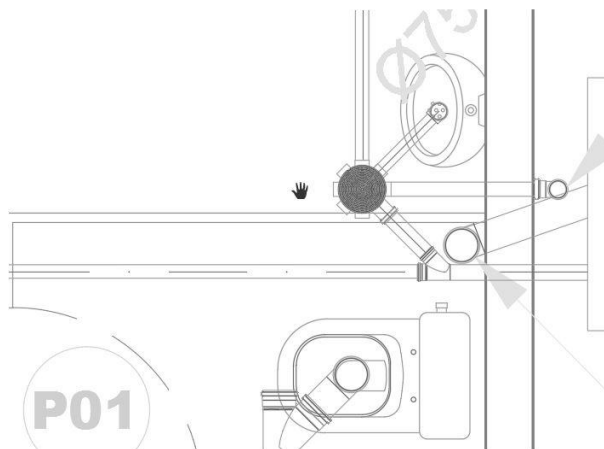
Figura 25 – Relatório de divergência entre os projetos.



Fonte: Autodesk Revit, 2017. Adaptado.

Antes de analisarmos cada projeto, através da sobreposição, visualmente pôde-se constatar algumas divergências entre a execução em relação ao projeto. Como exemplo, temos uma tubulação de ventilação em planta exposta, Figura 26.

Figura 26 – Coluna de ventilação exposta.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Pode ser constatado na Figura 27 que não existe tal tubulação no prédio finalizado. Bem como, o QDLF suspenso previsto em projeto para ser instalado no pavimento superior

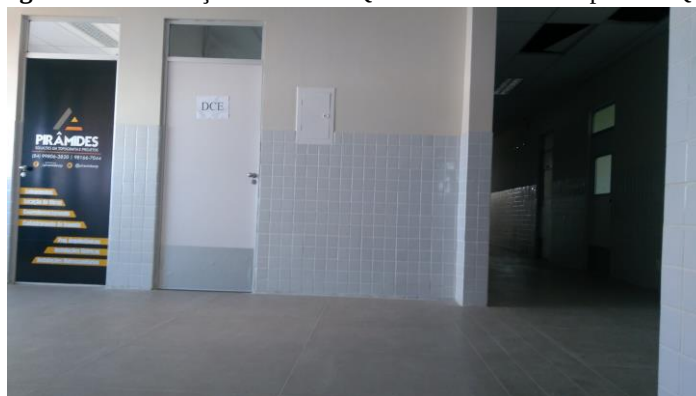
foi substituído ou em seu lugar adaptado um QD embutido, além de saliências existentes na alvenaria que em projetos não foram previstas, Figura 28 e 29.

Figura 27 – Fachada lateral direita em perspectiva.



Fonte: autor, 2017.

Figura 28 – Indicação de local o QDLF foi substituído por um QD.



Fonte: autor, 2017.

Figura 29 – Saliência em L da parede do hall de recepção.



Fonte: autor, 2017.

Partindo para análise de incompatibilidades através do Revit, como mostra a Figura 25, foi gerado um relatório contendo todas as divergências entre os projetos modelado. Assim,

é importante salutar que para compreensão das próximas imagens, as regiões destacadas nos tons azul ou laranja representam as interferências entre os projetos.

Ao final da modelagem pôde-se constatar que o espaço destinado à entrada de ar e instalação dos motores dos condicionadores de ar sofreu alteração na dimensão do seu vão e não foi atualizado pela equipe que projetou a planta arquitetônica. A Figura 30 mostra como ficou o projetado arquitetônico em relação ao estrutural. Evidencia-se nesta situação uma falha de comunicação entre as equipes responsáveis pela elaboração dos projetos. Em situações em que a informação é peça chave para um bom planejamento de um projeto acaba se tornando fonte de várias divergências.

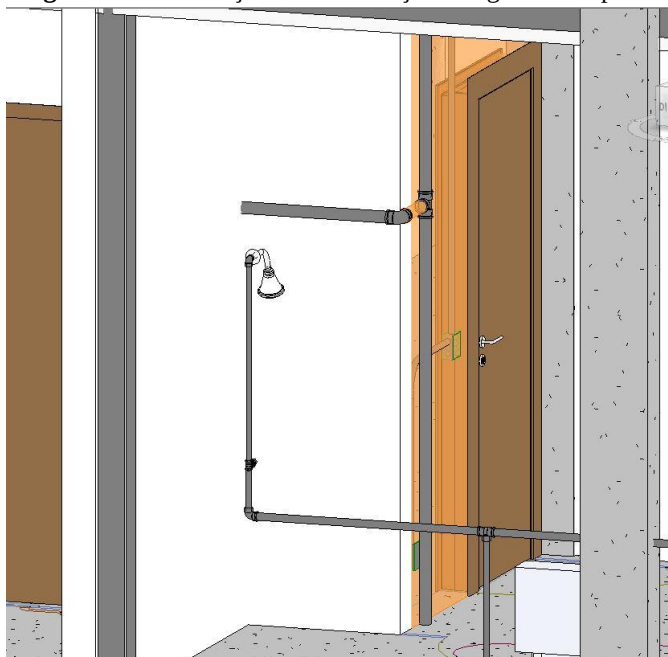
Figura 30 – Incompatibilidade entre os projetos arquitetônico e estrutural.



Fonte: autor, 2017.

No relatório, pôde-se verificar tubulações do banheiro masculino coletivo expostas ,Figura 31, sem previsão em projeto de revestimento desta estrutura visando torna-la mais discreta. A Figura 32 mostra que a equipe de obras realizou a alteração do projeto *in loco*, realizando inclusive a mudança do local de instalação do registro geral de abastecimento de água fria no banheiro masculino. A situação é recorrente também no banheiro coletivo feminino, onde a equipe de execução também teve que realizar alterações no que havia sido projetado..

Figura 31 – Tubulação de alimentação de água fria exposta.



Fonte: autor, 2017.

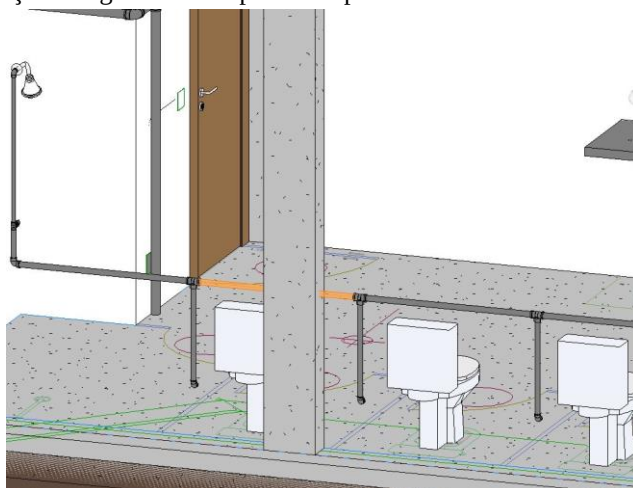
Figura 32 – Demonstração de tubulação embutida após a execução da obra.



Fonte: autor, 2017.

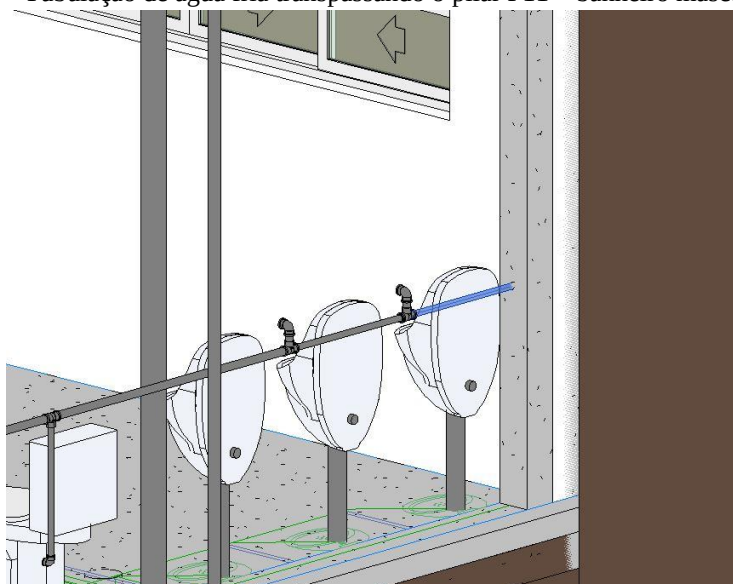
O projeto estrutural é um dos componentes que mais geram preocupações para os engenheiros que executam e monitoram a obra, isto porquê sem um planejamento, compatibilização e leitura correta, pode se deparar com tubulações que transpassam seções de pilares ou qualquer outra estrutura de concreto da edificação. As Figuras 33 e 34 ilustram que nos projetos do bloco de salas em questão foram identificadas no banheiro coletivo masculino do térreo e do pavimento superior tubulações de água fria que se deslocam atravessando pilares.

Figura 33 – Tubulação de água fria transpassando pilar P13 – banheiro coletivo masculino térreo.



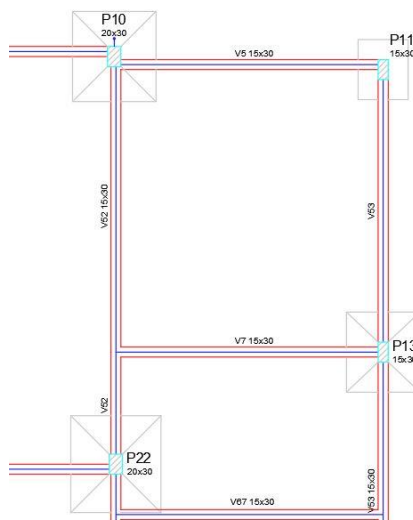
Fonte: autor, 2017.

Figura 34 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P11 – banheiro masculino térreo.



Fonte: autor, 2017.

Figura 35 – Pilares em planta de fundação.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

É perceptível na Figura 36, outras duas regiões mais destacadas que aparentam ser pilares. A saliência mais à esquerda corresponde as expectativas sendo o pilar P11, evidenciado na Figura 35, porém, com seção transversal aparentemente maior que a estimada em projeto. Ou seja tem-se um caso nítido de divergência entre o projetado *versus* o executado. Além disso, um pouco mais à direita, o que aparenta ser um pilar, na verdade é uma caixa em alvenaria que envolve a tubulação de caixa de ventilação e tubo de queda do pavimento superior, a qual não estava previsto no projeto de instalações sanitárias, Figura 26.

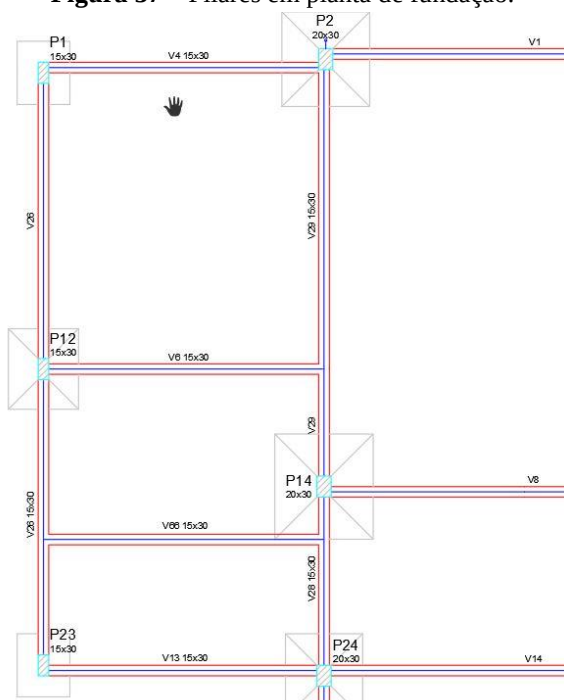
Figura 36 – execução do banheiro coletivo masculino térreo.



Fonte: autor, 2017.

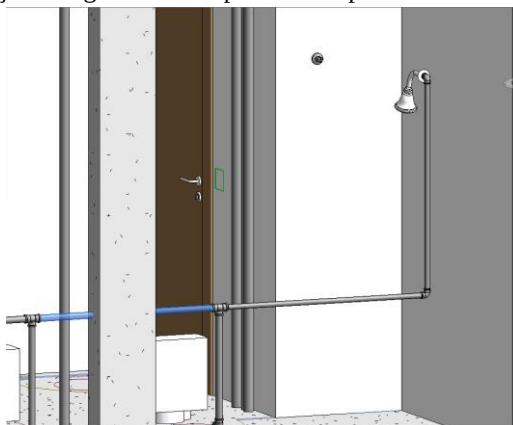
O mesmo cenário ocorre no banheiro coletivo feminino, onde a tubulação de água fria dos vasos sanitários se interceptam com o pilar P12, Figura 37. A ilustração da tubulação em questão é evidenciada nas Figura 38 e 39.

Figura 37 – Pilares em planta de fundação.



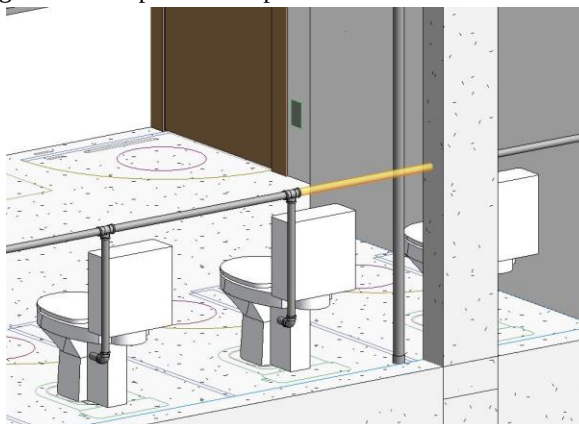
Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Figura 38 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P12 – banheiro feminino térreo.



Fonte: autor, 2017.

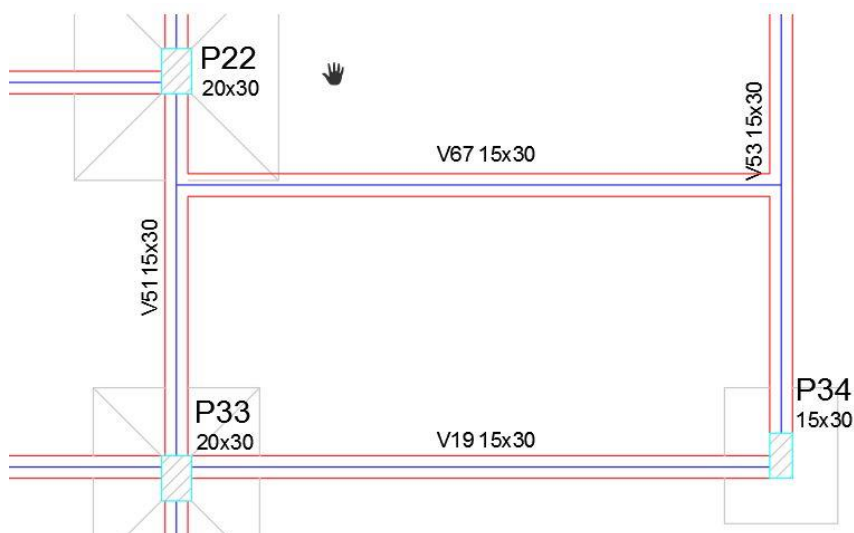
Figura 39 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P12 – banheiro coletivo feminino pavimento superior.



Fonte: autor, 2017.

O software indica outra divergência entre o projeto estrutural e hidráulico, nesta situação a tubulação do banheiro masculino voltado a pessoas portadoras de necessidades especiais do pavimento térreo corta o pilar 34, Figura 40. A compatibilização destes projetos pelo Revit é ilustrada na Figura 41.

Figura 40 – Pilares em planta de fundação.



Fonte: autor, 2017.

Figura 41 – Tubulação de água fria transpassando o pilar P34.

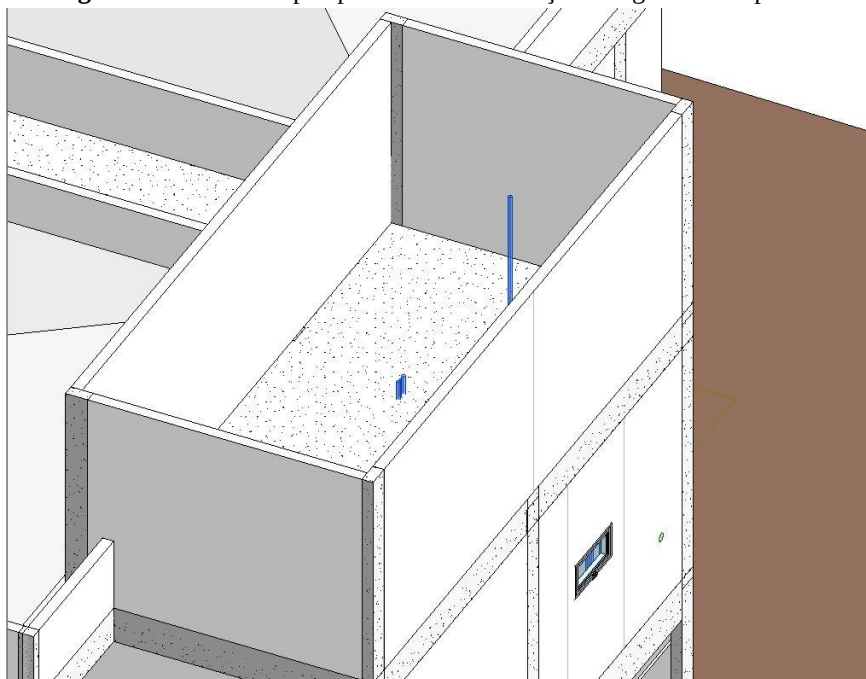


Fonte: autor, 2017.

Além das interferências entre um projeto e outro, no decorrer da modelagem, observou-se que o hidrossanitário não contemplava dimensionamento e indicação de

localização da caixa d'água da edificação, desta forma, modelando da maneira que está em planta, o projeto ficara com as tubulações de alimentação soltas na laje superior, apenas com o local de instalação da caixa d'água, Figura 42.

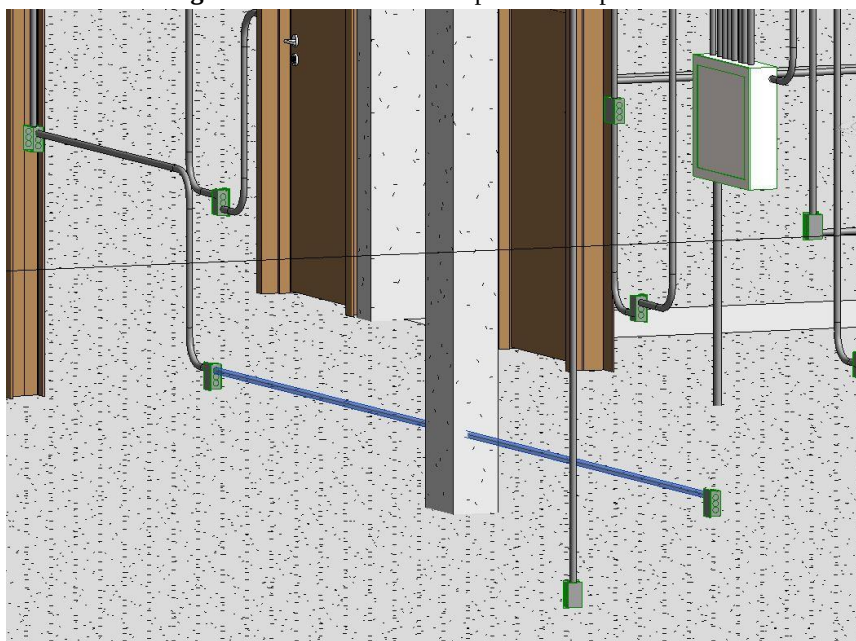
Figura 42 – Vista em perspectiva de alimentação de água fria do prédio.



Fonte: autor, 2017.

O programa ainda gerou o relatório de interferência entre os projetos de instalações elétricas e o estrutural. O que pôde-se observar nesta análise foi a inobservância dos vãos de implantação dos eletrodutos, não se atentando a possibilidade de entre uma tomada, interruptor ou arandela e outra passar neste caminho um pilar ou uma viga. Como ilustra a Figura 43 no corredor de acesso às salas, um eletroduto de tomada baixa intercepta o pilar P32.

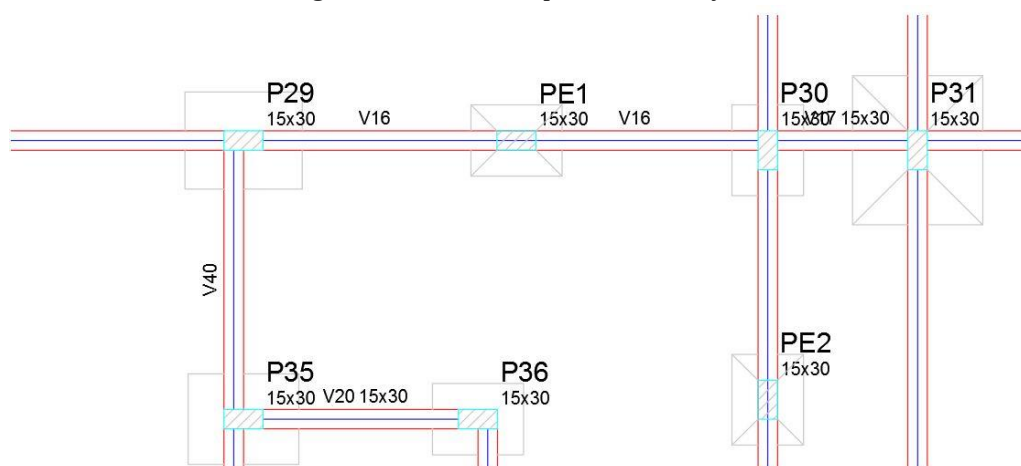
Figura 43 – Eletroduto transpassando o pilar P32.



Fonte: autor, 2017.

Ainda neste vão, na parede que faz a divisão entre o corredor de circulação e a escada existe uma estrutura de concreto armado pensada justamente para sua instalação. Em um destes pilares (pilar P30), Figura 44, existe uma caixa para luz octogonal para a arandela da escada, Figura 45.

Figura 44 – Pilares em planta de fundação.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2017.

Figura 45 – divergência entre os projetos elétrico e estrutural.

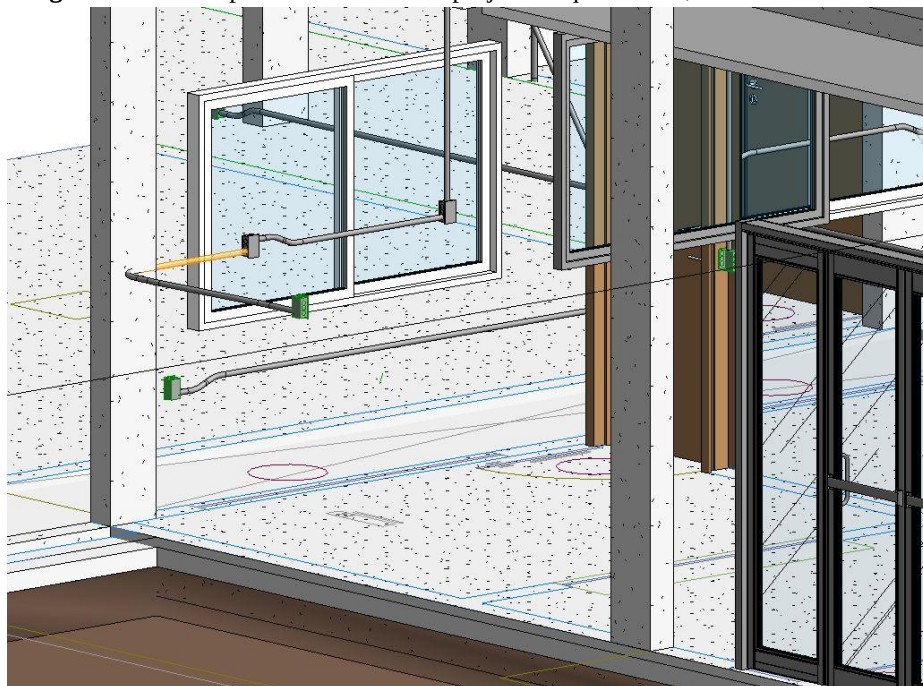


Fonte: autor, 2017.

Ainda na imagem, é possível visualizar, no mesmo pilar, a tubulação que vem do interruptor do corredor ainda o transpassa, percebe-se que a tubulação por onde passa os condutores das arandelas interage com um pilar da mesma estrutura de concreto. Para curar a problemática envolvente a caixa de luz, provavelmente a equipe de execução trouxe a caixa para a direção oposta ao pilar. Porém para resolver o questão do eletroduto passando pelo pilar da estrutura da escada, uma medida possivelmente adota foi traçar o caminho de uma arandela a outra e do interruptor pelo teto.

A Figura 46 ilustra uma problemática não prevista pelo projetista do projeto elétrico na copa do edifício. A presença de uma janela na mesma parede em que se deseja instalar TUG's ou TUE's. É importante lembrar que é necessário a implantação de tomadas baixas, caso o peitoril da edificação seja menor que 1,40m, haja visto que a altura de uma tomada a meia altura é estabelecida por padrão brasileiro a 1,30m (ABNT, 2008).

Figura 46 – incompatibilidade entre os projetos arquitetônico, estrutural e elétrico.



Fonte: autor, 2017.

Na prática, como pode ser analisado na Figuras 47 que a equipe de execução realizou uma modificação, baixando o nível das tomadas em relação as demais dispostas sobre o restante da sala.

Figura 47 – Disposição das TUG's.



Fonte: autor, 2017.

São ilustradas acima as principais irregularidades nas sobreposições dos projetos das instalações do edifício, valendo a pena salientar que o software realiza uma parametrização detalhada e exata do projeto, causando um relatório de irregularidades extenso que para fins práticos, determinadas situações são admissíveis. Desta forma foram elencadas as principais divergências entre os projetos da edificação em estudo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se observa com a utilização da tecnologia é que ela foge os conceitos iniciais sobre os processos de projetos, antes amplamente desmembrados, realizados por partes e com arquivos de gerenciamento soltos ou ferramentas obsoletas. Aqui, foi possível perceber o poder que a tecnologia tem no armazenamento dos dados de cada projeto e sua capacidade de cruzá-los e interpretá-los. O uso tão restrito da tecnologia ainda nos possibilitou visualizá-lo tridimensionalmente e apontar as falhas de cada projeto. Então, é com esta premissa que podemos projetar o poder de tal ferramenta nas demais dimensões.

A partir da pesquisa, também notou-se o quanto o sistema atual no país de encarar um projeto de obra pública é ultrapassado e que os personagens que possuem capacidade de investir na tecnologia ainda dormem ou mantêm suas ações no BIM ainda discretas. Notou-se que a ferramenta tem muito a contribuir para o sistema de gerenciamento das informações dos empreendimentos tanto públicos quanto privados.

Focando no primeiro, a tecnologia possibilita ao poder público curar uma ferida que vem desperdiçando cifras consideráveis aos cofres públicos. Ou seja, através das atividades realizadas neste trabalho, pontua-se que se implementada a tecnologia pode suprir as problemáticas quanto as incompatibilidades dos projetos ainda nas fases iniciais, causando menos prejuízos providos de retrabalho ou gasto de tempo tendo que replanejar uma demanda de serviço.

Outro fator interessante a se destacar é que além dos fatores de operabilidade e técnica o BIM pode contribuir no setor público é além do gerenciamento da operação das obras o poder público pode gerenciar de forma mais integrada as obras públicas de seu domínio, facilitando até os processos de licitação das obras no que cerne a integração de toda documentação do empreendimento.

Podendo julgar, através dos pontos destacados, muito benéfico para o setor público o uso do BIM na compatibilização dos projetos. A pesquisa se mostrou muito satisfatória, instigando análises futuras da tecnologia nas mais diversas camadas da gestão da informação de obras públicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12722. **Discriminação de serviços para construção de edifícios**. 1ed. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/nbr_12722_-_1992_-_discriminacao.pdf> . Acesso em: 27 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13531. **Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas**. 1 ed. Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: <<http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/nbr13531.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas**. In: *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto Editora, 1994, p. 15-80.

BORDALO, R. H. C. **Construção fragmentada: uma análise gerencial dos processos construtivos do complexo de prédios do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da UFPA** / Rosa Helena Coutinho Bordalo; Orientador, Adalberto da Cruz Lima – 2013

BRASIL, Lei n 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. N. 127. 6 jul. 1994.

BRASÍLIA. W. L. Superintendência do Patrimônio da União (Org.). **Tecnologia BIM aplicada nos Projetos da SPU**. Brasília: Apresentação, 2016. 10 slides, color.

BRETAS, E. S. **O processo de projeto de edificações em instituições públicas: proposta de um modelo simplificado de coordenação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CARVALHO JUNIOR, R. de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 7ª.ed. São Paulo: Blucher, 2013.

CAVALCANTE, A. C. C.. **Projeto Integrado:** estudo de caso no Câmpus da UFERSA em Pau dos Ferros/RN. 2015. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2015.

COSTA, B. B. F. da. **Contribuição para a melhoria do processo de licitação de obras da construção:** uma análise comparativa entre fontes de custos. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010. Cap. 2. Disponível em: <http://www.poscivil.uff.br/sites/default/files/dissertacao_tese/dissertacao-bruno_definitiva.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

CROTTY, R. **The Impact of Building Information Modelling.** SPON Press. Nova Iorque, 2012.

FERNANDES, C.; FERREIRA, L. S. O setor de serviços em Pau dos Ferros - RN: espacialização e divisão territorial do trabalho com ênfase nos serviços de saúde. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Centro do Ciências Humanas, Letras e Artes**, Natal, v. 24, n. 2, p.60-79, Não é um mês valido! 2012. Semestral. Disponível em: <<http://www.cchla.ufrn.br/revset/index.php/revset/article/view/67/82>>. Acesso em: 17 out. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>>. Acesso em: 27 out. 2017.

LIMA FILHO, D. L. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais:** Coleção Estude e Use. 6. ed. São Paulo: Érica, 2001.

MASOTTI, L. F. C.; FARIA, P. O. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil.** 2014. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MAXIMILIANO, A. C. A. **Administração de projetos:** como transformar idéias em resultados. São Paulo: Atlas, 2a ed, 2002. P. 26.

MICHAELIS. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos. 03 jun2017. Disponível em. Acesso em 03 jun. 2017.

OLIVEIRA, A.; GODENY, B.; MANZIONE, L.; **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)**, Secretaria de Estado do Planejamento – Santa Catarina, 2013.

QUEIROZ, M. N. de. **Apostila de Programação e Controle de Obras**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2001. Pag. 21.

TOGNETTI, M. A. R. **Metodologia de pesquisa científica**. São Paulo: IFSC, 2006.