



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CÂMPUS PAU DOS FERROS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

AUGUSTO CÉSAR CHAVES CAVALCANTE

**PROJETO INTEGRADO: ESTUDO DE CASO NO CÂMPUS DA UFERSA EM PAU
DOS FERROS/RN.**

PAU DOS FERROS-RN

2015

AUGUSTO CÉSAR CHAVES CAVALCANTE

**PROJETO INTEGRADO: ESTUDO DE CASO NO CÂMPUS DA UFERSA EM PAU
DOS FERROS/RN.**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Câmpus Pau dos Ferros, para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Profº. M.Sc. Antonio Carlos Leite Barbosa – UFERSA.

Coorientador: Profº. M.Sc. Leonardo Henrique Borges de Oliveira – UFERSA.

PAU DOS FERROS-RN

2015

© 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. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Campus Pau dos Ferros (BCPDF)

Setor de Informação e Referência

C376p Cavalcante, Augusto César Chaves.

Projeto integrado: estudo de caso no câmpus da ufersa em Pau dos Ferros/RN/ Augusto César Chaves Cavalcante -- Pau dos Ferros, 2015.

62f.: il.

Orientador: Prof. Ms. Antonio Carlos Leite Barbosa

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Construção civil - projeto. 2. Projeto arquitetônico. 3.
Qualidade da obra. I. Título.

RN/UFERSA/BCPDF

CDD: 624

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa

CRB-15/658

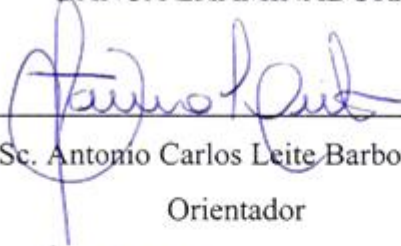
AUGUSTO CÉSAR CHAVES CAVALCANTE

**PROJETO INTEGRADO: ESTUDO DE CASO NO CÂMPUS DA UFERSA EM PAU
DOS FERROS/RN.**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Câmpus Pau dos Ferros, para obtenção do
título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

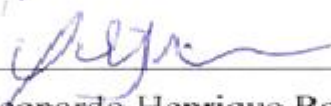
APROVADA EM: __07__/_12__/_2005__

BANCA EXAMINADORA



Prof.º M.Sc. Antonio Carlos Leite Barbosa – UFERSA.

Orientador



Prof. Msc. Leonardo Henrique Borges de Oliveira

Primeiro Membro – Co-orientador



Prof.º M.Sc. Paulo Henrique Araújo Bezerra – UFERSA.

Segundo Membro

Dedico este trabalho à minha mãe e ao meu pai, que se doaram a vida toda por mim e por meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser toda a minha fonte de inspiração, força de vontade, esperança e por me conceder saúde.

Ao meu orientador Prof. Antonio Carlos Leite Barbosa, pelo apoio intelectual e psicológico, que inúmeras vezes abdicou do seu tempo para a orientação e contribuição no desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu co-orientador Prof. Leonardo Henrique Borges de Oliveira, pela sua contribuição no desenvolvimento do trabalho.

A todos os meus professores, que indiretamente contribuíram para o meu desenvolvimento intelectual.

A todas aquelas pessoas que me motivaram e me ajudaram com suas palavras de incentivos.

A toda a minha família, que estão comigo em todas as horas, principalmente nos momentos de fraquezas, com incentivos, carinhos, amor e me ensinando a todo instante ser uma pessoa melhor.

*“Onde estiver seja lá como for,
tenha fé porque até no lixão nasce flor”.*

Racionais Mc’s – Mano Brown

RESUMO

Este trabalho traz uma discussão teórica e empírica a cerca da compatibilização dos projetos. O objetivo principal foi compreender a metodologia do projeto integrado considerando as incompatibilidades, modificações e principais soluções encontradas nos projetos arquitetônicos, estruturais e complementares, através de um estudo de caso no Bloco de Salas de Professores I no Câmpus da UFERSA em Pau dos Ferros/RN, possibilitando a análise dos projetos em face ao contexto técnico e físico dos processos construtivos da obra. O percurso metodológico baseou-se nos métodos dedutivos e indutivos, com uma abordagem qualitativa, com objetivo de compreender a metodologia do projeto integrado considerando as incompatibilidades e principais soluções encontradas nos projetos estudados. Através do trabalho, verificou-se a existência de interferências e incompatibilidades nos projetos, que resultaram em modificações e improvisações realizadas durante a fase de execução da edificação. Portanto, conclui-se que a metodologia do projeto integrado atua intimamente com o processo conceutivo dos projetos, demonstrando-se ser um instrumento capaz de prevenção nos erros, melhorando a qualidade e posteriormente a construtibilidade e a racionalidade da obra. Por fim, se configurando como procedimento constante em todas as etapas de concepção da arquitetura, estrutura e instalações, minimizando os impactos de ordem, física, econômica e de gestão.

Palavras-chave: Projeto integrado, Compatibilização dos projetos; Projeto; Incompatibilidades; Qualidade da Obra.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O avanço do empreendimento e sua possibilidade de interferência.....	18
Figura 2 – Representação gráfica da planta baixa de um projeto arquitetônico.....	23
Figura 3 – Representação gráfica da planta de fôrmas de um projeto estrutural.....	24
Figura 4 – Representação gráfica da planta de um projeto elétrico.....	25
Figura 5 – Representação gráfica da planta de um projeto hidrossanitário.....	26
Figura 6 – Proposta da AsBEA do sistema de nomenclatura de layers.....	28
Figura 7 – Arranjo da equipe multidisciplinar de projeto.....	29
Figura 8 – Mapa do Rio Grande do Norte com as Mesorregiões e a demarcação de Pau dos Ferros.....	35
Figura 9 – Imagem aérea do Câmpus Pau dos Ferros.....	36
Figura 10 – Caixa de layers do projeto arquitetônico.....	37
Figura 11 – Caixa de layers modificada do projeto arquitetônico.....	37
Figura 12 – Fachada frontal do bloco de salas de professores I.....	38
Figura 13 – Ilustração da planta baixa do bloco de salas de professores I.....	39
Figura 14 – Ilustração da planta baixa modificada do bloco de salas de professores I.....	39
Figura 15 – Imagem externa do bloco de salas de professores I.....	40
Figura 16 – Imagem da rampa de acesso à edificação.....	40
Figura 17 – Ilustração da planta de locação de sapatas e vigas.	41
Figura 18 – Ilustração da planta de locação de vigas - nível 3.....	41
Figura 19 – Ilustração da planta baixa de circuitos de iluminação e tomadas.....	42
Figura 20 – Ilustração da planta baixa de alimentação dos quadros de distribuição e sistemas de aterramento.....	42
Figura 21 – Ilustração da planta baixa do projeto hidrossanitário.....	43
Figura 22 – Ilustração da planta baixa de tubulações, caixas de esgoto e caixa de gordura dupla do projeto hidrossanitário.....	43

Figura 23 – Ilustração da planta baixa do projeto de combate a incêndio.....	44
Figura 24 – Ilustração da planta baixa do projeto de cabeamento estruturado.....	45
Figura 25 – Ilustração da planta baixa do projeto SPDA.....	45
Figura 26 – Ilustração do pilar 50 com saliência.....	47
Figura 27 – Ilustração do pilar 59 com saliência.....	47
Figura 28 – Ilustração do pilar 14 interseccionando janela e interferência da barra de apoio..	48
Figura 29 – Imagem do procedimento executivo realizado no pilar 14.....	48
Figura 30 – Ilustração do desalinhamento da viga 3164 com a alvenaria.....	48
Figura 31 – Ilustração do desalinhamento da viga 3251 com a alvenaria.....	48
Figura 32 – Imagem da junta de dilatação do edifício.....	49
Figura 33 – Imagem dos pilares sobressaindo à parede no auditório.....	49
Figura 34 – Imagem dos pilares sobressaindo à parede na sala de professores.....	50
Figura 35 – Ilustração da incompatibilidade encontrada entre o hidrante e o quadro de distribuição 1.....	53
Figura 36 – Imagem do procedimento executivo do hidrante.....	53
Figura 37 – Imagem de um tanque de lavar instalado no depósito.....	53
Figura 38 – Imagem do edifício com vistas aos pontos de descida do projeto SPDA.....	54
Figura 39 – Imagem de pilar incompatível.....	54
Figura 40 – Imagem de pilar incompatível.....	54
Figura 41 – Ilustração da interferência do eletroduto com o pilar 47.....	56
Figura 42 – Ilustração da interferência da tomada com o pilar 73.....	56
Figura 43 – Ilustração da interferência da tubulação com o pilar 16.....	57
Figura 44 – Ilustração da interferência da tubulação da coluna de água fria com a viga 3211.....	57
Figura 45 – Ilustração da interferência da tomada com o pilar 73.....	58
Figura 46 – Ilustração da interferência da tomada com o pilar 25.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas de elaboração de projetos de acordo com entidades nacionais.....	19
Quadro 2 – Etapas de elaboração de projetos de acordo com pesquisadores nacionais.....	21
Quadro 3 – Análise da compatibilização da Arquitetura X Estrutura.....	46
Quadro 4 – Análise da compatibilização do Projeto arquitetônico X Projetos complementares.	51
Quadro 5 – Análise da compatibilização do Projeto estrutural X Projetos complementares...	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO	Avaliação Pós Ocupação
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BCT	Bacharelado em Ciências e Tecnologia
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BTI	Bacharelado em Tecnologia da Informação
CAD	<i>Computer Aided Designed</i>
CAU/BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEC	Ministério da Educação
NBR	Norma Brasileira
REUNI	Plano de Reestruturação das Universidades Federais
RN	Rio Grande do Norte
SPDA	Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS	16
3 PROJETO, PROCESSOS E PRÁTICAS: BREVES CONSIDERAÇÕES	17
3.1 DEFINIÇÃO E RELEVÂNCIA.....	17
3.2 FASES DO DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PROJETO	19
3.3 TIPOLOGIAS DOS PROJETOS	22
3.3.1 Projeto arquitetônico.....	23
3.3.2 Projeto estrutural	24
3.3.3 Projetos complementares	25
3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	26
3.4.1 Processo de padronização na confecção dos projetos	28
3.5 COORDENAÇÃO DE PROJETOS.....	28
4 METODOLOGIA.....	32
5 UFRSA CAMPUS PAU DOS FERROS: OBJETOS DE ANÁLISE	35
5.1 LOCALIZAÇÃO DO CAMPUS E DA OBRA EM ESTUDO	35
5.2 DIAGRAMAÇÃO DOS PROJETOS	37
5.3 DESCRIÇÃO DO BLOCO DE SALAS DE PROFESSORES I	38
5.3.1 Projeto arquitetônico.....	38
5.3.2 Projeto estrutural	41
5.3.3 Projetos complementares	41
5.3.3.1 Projeto elétrico.....	41
5.3.3.2 Projeto hidrossanitário.....	42
5.3.3.3 Projeto de combate a incêndio.....	44
5.3.3.4 Projeto de lógica.....	44
5.3.3.5 Projeto de SPDA.....	45
6 ANÁLISES DA COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS.....	46
6.1 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL	46

6.2 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO X COMPLEMENTARES....	
.....	50
6.3 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL X COMPLEMENTARES	55
7 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

A prática de integrar os projetos de uma edificação é consolidada em países desenvolvidos. Essa tendência mundial prioriza a fase de projeto. Pois, pesquisas evidenciam o ganho do empreendimento em qualidade, racionalidade e construtibilidade quando os projetos são valorizados e compatibilizados. Países como Rússia, China e Estados Unidos utilizam essa metodologia para construção de edifícios, enfatizando a fase de projeção do edifício, que por vez, consome tempo considerável em relação ao tempo de execução, resultando em projetos bem planejados e que atende todas as etapas futuras da obra. Na perspectiva brasileira, o tempo de projeção comparado ao tempo de execução, mostra-se bastante inferior, que por fim, evidencia a grande diferença do Brasil com relação aos outros países.

O processo de desenvolvimento dos projetos revela-se por vezes, ultrapassado e ineficiente, contribuindo com o aumento da complexidade dos imóveis e resultando nas incompatibilidades de soluções técnicas, configurando-se como um dos maiores problemas na hora da execução do edifício. Com efeito, decisões são tomadas na hora e erros são cometidos comprometendo a qualidade da obra. No sentido de melhoria da execução do edifício, a compatibilização se torna a ferramenta fundamental na minimização dos imprevistos no canteiro de obras, na diminuição dos erros de execução e de projetos, melhorando o sistema produtivo de forma qualitativa.

É nesse contexto que a integração dos projetos surge como metodologia de trabalho, e começa a ganhar importância no cenário brasileiro da engenharia civil. O que cobra-se é a implantação desse modelo de desenvolvimento nas empresas, projetando e executando de maneira multidisciplinar, de modo que seja utilizada como ferramenta a compatibilização dos projetos, por se considerar a sua relevância com a integração.

Admitindo o significado mais amplo da compatibilização, por vez, considerando métodos e estratégias que facilite, melhore e aperfeiçoe as atividades de projeto. Na direção de viabilização das estratégias são utilizados processos como: sobreposição dos projetos em ferramentas CAD (Computer Aided Designer) bidimensional; extranets por meio de comunicação através de e-mails e de um ambiente colaborativo, com os atores controlando e tendo acesso individual, transferindo e compartilhando arquivos durante todo sistema de concepção e produção; e listas de checagem, na qual contém informações que devem ser lembradas e checadas pelo responsável, funcionando como uma revisão das atividades de projeto. Dentre esses, a sobreposição dos projetos em CAD 2D, configura-se como a

ferramenta mais utilizada, como também no desenvolvimento dos projetos realizados por engenheiros e arquitetos.

Esse processo torna-se desgastante, ignorando interferências que só aparecem em vistas tridimensionais, isso devido à verificação das incompatibilidades acontecerem visualmente. Outra alternativa mais eficiente na resolução de problemas com incompatibilidades, porém pouco utilizada no Brasil, refere-se a metodologia BIM (Building Information Modeling), que é conhecida nacionalmente como Modelagem de Informação da Construção (COSTA, 2013).

Por motivos culturais, econômicos e metodológicos, os escritórios brasileiros encontram dificuldades na admissão da confecção dos seus projetos e também como processo de compatibilização o uso da plataforma BIM, tendo em vista, como mais usual as ferramentas CAD. Nesta perspectiva, este estudo trás uma discussão teórica e empírica a cerca da compatibilização dos projetos, através do estudo de uma obra de construção civil situada no Câmpus da UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido) no município de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, evidenciando os principais problemas encontrados nos projetos arquitetônico, estrutural e complementares. Como objeto de análise, tem-se o Bloco de Salas de professores I, cujos serviços de execução foram concluídos.

A estrutura do trabalho divide-se em sete capítulos, iniciando-se pela introdução e ideias gerais da pesquisa, contextualizando o tema proposto. Em seguida no segundo capítulo, expõem-se os objetivos do estudo em tela. No terceiro capítulo, traça-se a construção do arcabouço teórico com apresentação da base teórica das principais ideias dos autores como subsídio a compreensão do estudo de caso. Os procedimentos metodológicos apresentam-se no quarto capítulo com o detalhamento das etapas utilizadas na realização do trabalho. No quinto capítulo faz-se uma descrição de todos os projetos analisados do bloco de salas de professores I. No sexto capítulo, são apresentados as discussões e resultados obtidos em face da compatibilização dos projetos evidenciando os problemas encontrados no edifício estudado no Câmpus da UFERSA em Pau dos Ferros. Por fim, no sétimo capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações do trabalho, para que possa subsidiar pesquisas futuras.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

✓ Compreender a metodologia do projeto integrado considerando as incompatibilidades, modificações e principais soluções encontradas nos projetos arquitetônicos, estruturais e complementares, através de um estudo de caso no Bloco de Salas de Professores I no Câmpus da UFERSA em Pau dos Ferros/RN, possibilitando a análise dos projetos em face ao contexto técnico e físico dos processos construtivos da obra.

2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Verificar conformidades de representação dos projetos por meio de estudo exploratório através das representações gráficas e escritas dos projetos;
- ✓ Estudar a compatibilização dos projetos através dos projetos de arquitetura, estrutura e complementares;
- ✓ Identificar os principais problemas encontrados nos projetos do estudo de caso no Câmpus da UFERSA Pau dos Ferros;
- ✓ Analisar as incompatibilidades, modificações e interferências físicas encontradas durante a fase de execução, verificando a importância do uso do projeto integrado como prática conceptual e processo construtivo;
- ✓ Contribuir com estudos no campo do projeto integrado com a publicação de artigos científicos, técnicos subsidiando trabalhos em curso e futuros nas áreas de engenharia e arquitetura.

3 PROJETO, PROCESSOS E PRÁTICAS: BREVES CONSIDERAÇÕES

3.1 DEFINIÇÃO E RELEVÂNCIA

A definição de projeto é caracterizada com alguns sentidos, ou seja, há mudanças com relação ao contexto em que a palavra está sendo utilizada, mas, de certa forma, convergem para o sentido de criação. De acordo com a resolução Nº 1.010, de 22 de agosto de 2005 do CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia), um projeto é uma representação gráfica ou escrita, necessária à materialização de uma obra ou instalação, realizada através de princípios técnicos e científicos, buscando a consecução de um objetivo, adequando-se aos recursos disponíveis e às alternativas que conduzem à viabilidade da decisão.

Melhado (1994, p. 195) define projeto como sendo:

Uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.

O projeto pode ser visto como uma habilidade intelectual humana e também como um processo social. O primeiro opera por meio da criatividade, das técnicas e dos conhecimentos na busca de soluções para problemas e desafios. O segundo envolve diferentes agentes que intervêm no desenvolvimento de empreendimentos circunscritos por limitações temporais, regulamentares, econômicas e entre outros (FABRICIO, 2002).

Para Novaes (2002), o projeto pode assumir um caráter tecnológico e outro gerencial, no qual cabe a distinção de dois conceitos, um conceito estático, que se refere a projeto como produto, composto por elementos gráficos e descritivos e outro conceito dinâmico, designado no sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e correlacionadas.

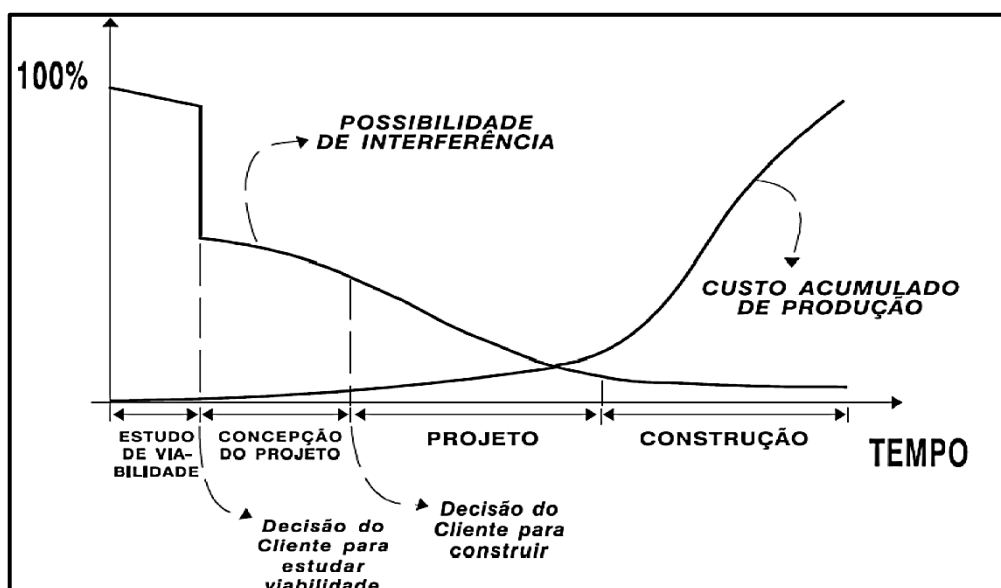
Picchi (1993) coloca que, para a obtenção da qualidade do projeto, o ponto de partida é a qualificação dos produtos e processos, estudando preliminarmente o desempenho e durabilidade de todas as soluções incorporadas aos projetos e especificações.

Diante da literatura (PICCHI, 1993; MELHADO, 1994; COSTA, 2013), há uma convergência nas convicções sobre a importância do projeto, entendendo-se, como a fase de maior relevância, pelo fato de antever todas as próximas fases e os procedimentos a serem executados. Na qual são expostas as ideias a seguir:

Para Picchi (1993), o projeto exerce uma significativa influência nos custos da edificação, devido à grande possibilidade de alternativas existentes nesta fase, que inclusive poucas despesas foram realizadas.

De acordo com Melhado (1995), é fundamental que o empreendedor valorize a fase de projeto. Corroborando, Hammarlund e Josephson¹ (1992 apud Melhado, 1995) afirmam que as decisões tomadas nas fases iniciais da edificação são extremamente importantes, atribuindo como a principal participação na redução dos custos do edifício e na possibilidade de minimização das falhas. Neste sentido, apresentam duas curvas, uma de possibilidade de interferência e outra dos custos da edificação, que abrangem desde os primeiros estudos do empreendimento a etapa final de construção, Figura 1.

Figura 1– O avanço do empreendimento e sua possibilidade de interferência.



Fonte: HAMMARLUND e JOSEPHSON (1992), apud MELHADO (1995).

Assim sendo, é primordial que na fase inicial do imóvel, os esforços sejam focalizados na otimização do processo de execução, definindo-se os custos futuros e gerenciando os projetos com a finalidade de evitar erros (COSTA, 2013).

Desta forma, considera-se o projeto como um produto e caracterizado como um processo, apresentando-se como uma ferramenta informativa, fornecendo informações essenciais ao planejamento, indicando o cronograma de execução, logística, bem como o gerenciamento dos insumos que serão utilizados no empreendimento, por fim, encaminhando procedimentos futuros, com vistas, na facilitação de todas as próximas etapas.

¹ HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P.E. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. *Téchne*, n. 1, p.32-4, nov/dez 1992.

3.2 FASES DO DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PROJETO

Ao projetar uma edificação seguem-se etapas de elaboração. Esse desenvolvimento de projetos é padronizado com o propósito de consolidação das fases, caracterizando-se na melhoria do entendimento para os projetistas. Entidades nacionais e internacionais são responsáveis pela elaboração de normas que direcionam os projetos das edificações, apresenta-se em seguida o que a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e a AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura), estabelecem para obtenção de uma boa técnica na execução de projetos, Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de elaboração de projetos de acordo com entidades nacionais.

ABNT (NBR 13.531:1995)	AsBEA
Levantamento de dados	Concepção do produto (Levantamento de dados, programa de necessidade e estudo de viabilidade)
Programa de necessidade	
Estudo de viabilidade	
Estudo preliminar	Definição do produto (Estudo preliminar, anteprojeto e projeto legal)
Anteprojeto e/ou Pré-execução	
Projeto legal	
Projeto básico	Identificação e solução de interfaces (Projeto básico)
Projeto para execução	Projeto de detalhamento das especialidades (Projeto executivo)
	Pós-entrega do projeto
	Pós-entrega da obra

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

O desenvolvimento da estrutura geral do manual da AsBEA teve como base a NBR (Norma Brasileira) 13.531:1995, na qual pode ser destacado a instrução e a especificação das atividades de projetos a serem feitas e as fases de cada etapa, baseada na norma, significando que as entidades estabelecem uma uniformidade nas definições e encaminhamentos das etapas do processo de projeto. Observa-se que a AsBEA estendeu a abrangência do processo de

projeto em mais duas fases, considerando-se a fase de execução dos projetos (construção do edifício) e de desempenho da obra (utilização do edifício).

De acordo com a AsBEA são consideradas divisões por fases no processo de projetos, seguindo uma sequência de atividades mostradas a seguir:

- Primeira fase: concepção do produto, na qual visa o levantamento das informações físicas, técnicas e jurídicas, determinando as restrições e possibilidades que regem e limitam o imóvel pretendido, com intuito de caracterização do partido arquitetônico e as possíveis soluções das edificações e condições de implantação.
- Segunda fase: definição do produto, ou seja, desenvolvimento inicial do projeto arquitetônico e dos demais elementos do empreendimento, consolidando todas as informações necessárias a fim de adequar-se a realidade física e econômica, possibilitando a elaboração dos projetos legais.
- Terceira fase: identificação e solução de interfaces, baseada na consolidação dos ambientes, suas articulações e os outros elementos da edificação, em busca de definições necessárias para o intercâmbio entre todos os envolvidos no processo, objetivando as soluções das interferências entre os sistemas, resultando no projeto básico, que possibilite antever os custos, métodos construtivos e prazos.
- Quarta fase: projeto de detalhamento das especialidades, gerando um conjunto de referências suficientes para a perfeita caracterização da obra/serviço a serem executadas, além disso, o detalhamento de todos os elementos do empreendimento, contendo detalhes de produção, se necessário, de acordo com o sistema construtivo.
- Quinta fase: designada como pós-entrega do projeto, que é entendida como o acompanhamento da execução, na garantia da compreensão e utilização das informações do projeto, em razão de que esse último seja corretamente aplicado.
- Sexta fase: pós-entrega da obra, essa fase denota a análise e avaliação do comportamento da edificação em uso, buscando a verificação dos condicionantes e pressupostos de projeto, para verificação da adequação das decisões construtivas e a satisfação do usuário final.

O acompanhamento do empreendimento pós entrega, revela-se como um fator importante na averiguação da qualidade do edifício, um método utilizado cujos resultados podem ser obtidos a curto, médio e longo prazo, designado como APO (Avaliação Pós Ocupação), definido como um processo sistematizado de avaliação de edifícios, com métodos e técnicas que são utilizados e combinados de acordo com a necessidade de verificação de aspectos construtivos, funcionais, de conforto ambiental e avaliação econômica. Por fim, o

projeto não deve ser voltado para atender apenas o construtor, mas também ao cliente final, responsável ou usuário do empreendimento.

Pesquisadores e especialistas nacionais, que estudam e trabalham com o desenvolvimento dos projetos, apresentaram suas ideias em trabalhos científicos. Apresenta-se uma comparação das definições de três estudiosos nacionais sobre as etapas de elaboração dos projetos, Quadro 2.

Quadro 2 – Etapas de elaboração de projetos de acordo com pesquisadores nacionais.

MELHADO (1994)	TZORTZOPOULOS (1999)	FABRICIO (2002)
Idealização do produto (Programa de necessidades)	Planejamento e concepção do empreendimento	Concepção do negócio e desenvolvimento do programa
Análise de viabilidade (Estudo preliminar)	Estudo preliminar	Projetos do produto
Formalização (Anteprojeto)	Anteprojeto	Orçamentação
Detalhamento (Projeto Executivo e Projeto para Produção)	Projeto legal de arquitetura	Projetos para produção
Planejamento e execução (Acompanhamento do processo de execução)	Projeto executivo	Planejamento de obra
Entrega (Retroalimentação das informações necessárias para melhoria do processo)	Acompanhamento de obra	Projeto “as built”
	Acompanhamento de uso	Serviços associados

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

As referências bibliográficas citadas e as associações que tratam sobre o processo de projeto na construção civil apresentam, basicamente, as mesmas etapas, porém, com nomenclaturas diferentes. No Quadro 2, os autores denominaram etapas diferentes para as mesmas atividades realizadas. Isso significa que há uma convergência, e em geral, elas diferem apenas em nomenclatura, número de etapas e abrangência.

A atividade de projeto de acordo com Melhado (1994) deve ser encarada dentro de duas ópticas, a primeira é a observação do projeto como processo estratégico, visando o

atendimento das necessidades e exigências do empreendedor, portanto voltado à arquitetura final do empreendimento. A segunda como processo operacional, visando à eficiência e a confiabilidade dos processos que geram o mesmo produto.

De acordo com Tzortzopoulos (1999), é importante que exista uma definição clara das atividades do processo, bem como dos principais intervenientes envolvidos e seu grau de atuação em cada atividade, além do fluxo principal de informações.

Fabricio (2002) afirma que devido o aumento da complexidade dos empreendimentos, torna-se necessário a montagem de equipes de projetos maiores e a mobilização de conhecimentos mais especializados, caracterizando um processo multidisciplinar em que nenhum profissional isoladamente detenha os conhecimentos e qualificações necessários para exercer um controle total do processo de projeto, logo, indicando uma das principais características dos projetos contemporâneos de edifícios.

Constata-se que o desenvolvimento do processo de projeto pode ser dividido de forma bem sucinta em apenas três etapas. A primeira etapa, considerada como a concepção, planejamento e idealização do empreendimento, iniciando com o levantamento dos dados, programa de necessidade e estudo preliminar e de viabilidade, buscando informações do terreno. Prosseguindo a segunda etapa, com o anteprojeto, projeto legal e projeto básico no processamento das informações obtidas anteriormente, assim, concebendo o projeto, com a conclusão da etapa no projeto executivo. A terceira etapa, designada pelo acompanhamento da execução e de utilização, baseada na retroalimentação dos dados executivos, operacionais e ocupacionais.

3.3 TIPOLOGIAS DOS PROJETOS

Uma obra inicia-se com a idealização dos projetos, que são tipologicamente distintos, isto é, cada um com suas particularidades e obrigatoriedades. Com o advento das especificidades das disciplinas de projetos, as obras operam com uma diversidade muito grande de projetos, que estão associados a complementares (Elétrico, Hidrossanitário, Ar-Condicionado, Combate a incêndio, Águas Pluviais e entre outros) que são confeccionados por vários especialistas, como por exemplo, arquitetos e engenheiros.

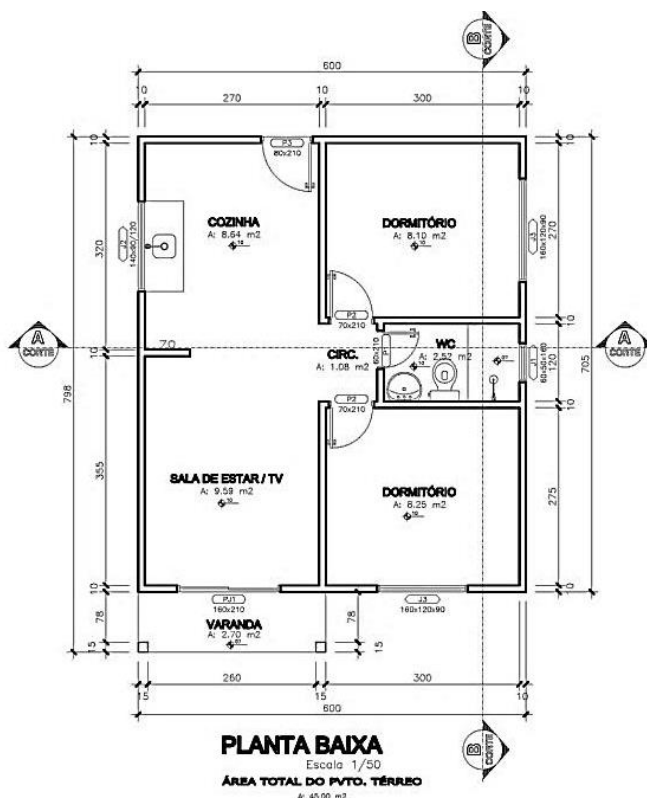
Esse procedimento resulta em edifícios compostos por elevados números de desenhos técnicos. Embora o nível de especialidade só aumente, visto positivamente pelo setor da construção civil, é relevante frisar a importância da integração desses projetos, considerando que todos estejam compatibilizados e padronizados.

3.3.1 Projeto arquitetônico

O primeiro passo a ser dado na construção de uma edificação é o projeto arquitetônico. A definição de projeto arquitetônico ou projeto de edificações de acordo com a resolução N° 51, de 12 de julho de 2013 da CAU/BR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil) e com o Manual de Procedimentos para a Verificação do Exercício Profissional do CONFEA, 2015, é uma atividade técnica de criação, pela qual é idealizada uma obra civil ou de arquitetura. Esse processo é idealizado pelo arquiteto, competente na definição da edificação, gerando desenhos, especificações técnicas, detalhamentos e memoriais.

O projeto arquitetônico contém uma diversidade de desenhos técnicos, como plantas baixas, fachadas, cortes, detalhes de acabamentos, esquadrias e coberturas, entre outros. Observa-se uma planta baixa residencial com dimensões de cômodos, esquadrias e especificação de peças sanitárias, com a representação de dois cortes um longitudinal e outro transversal, Figura 2.

Figura 2 – Representação gráfica da planta baixa de um projeto arquitetônico.



Fonte: Disponível em <<http://www.projetoarquitetonico.com/2010/10/o-projeto-base.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2015.

É importante ressaltar que o arquiteto responsável pelo projeto arquitetônico tem o desafio de adequá-lo ao ambiente natural e também cultural da região a ser inserido, e além de

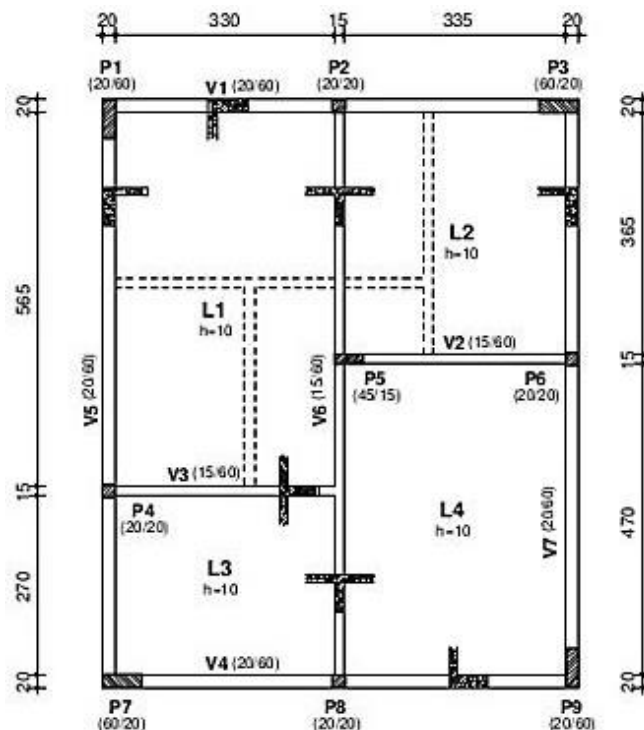
todas as outras responsabilidades deve satisfazer as necessidades do cliente/contratante e do usuário final do edifício.

3.3.2 Projeto estrutural

A estrutura de uma edificação é um conjunto de elementos convenientemente associados a fim de se garantir a estabilidade da edificação construída durante a sua vida útil. Para a arquitetura e a engenharia ela representa uma parte fundamental para transformar o projeto concebido em uma edificação construída. Os principais elementos que compõem a estrutura são as lajes, vigas, pilares e fundações.

O projeto estrutural é elaborado por engenheiros civis, que visam adaptar o sistema estrutural ao projeto arquitetônico da forma mais adequada. Por meio de cálculos, o dimensionamento da estrutura é definido e detalhado no projeto, proporcionando segurança na execução e na utilização pós entrega, acarretando ainda em uma otimização dos investimentos em materiais. Os projetos estruturais possuem desenhos como projeto de fundações, formas, dimensionamento de pilares, de vigas, entre outros, Figura 3.

Figura 3 – Representação gráfica da planta de fôrmas de um projeto estrutural.



Fonte: Disponível em <<http://pt.slideshare.net/zuiltonguima/45987751-oprojetoestructuraldeedificiosdeconcretoarmado>>. Acesso em: 20 de outubro de 2015.

Pode-se observar na Figura 3, um projeto estrutural de concreto armado com a definição da organização de lajes, vigas e pilares do projeto, com todos os elementos

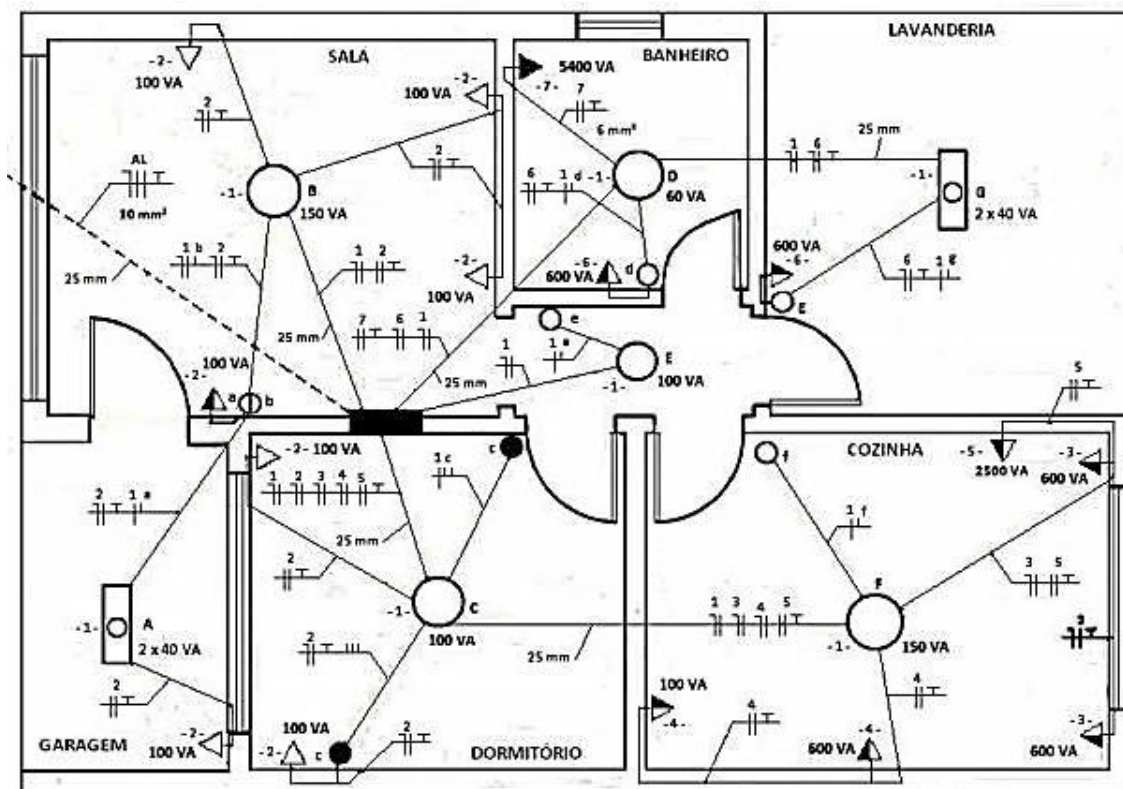
nomeados e dimensionados. É possível observar também o detalhe de cortes das seções transversais nas estruturas, objetivando uma melhor concepção no entendimento do projeto estrutural.

3.3.3 Projetos complementares

O CONFEA e a CAU/BR utilizam a mesma definição para projetos complementares que de acordo com a resolução N° 51, de 12 de julho de 2013 da CAU/BR, são projetos técnicos que se integram ao projeto arquitetônico, como por exemplo, projeto de instalações elétricas, de instalações telefônicas, de instalações hidrossanitárias, de luminotecnica, de combate a incêndio, de proteção a descargas atmosféricas, entre vários outros, com vistas a fornecer indicações técnicas complementares necessárias à materialização da obra, instalação ou serviço técnico.

O Projeto elétrico define as tubulações, fiações, quadros de distribuições, disjuntores, localização dos pontos dos interruptores, tomadas e lâmpadas entre outros elementos necessários para as instalações elétricas, Figura 4.

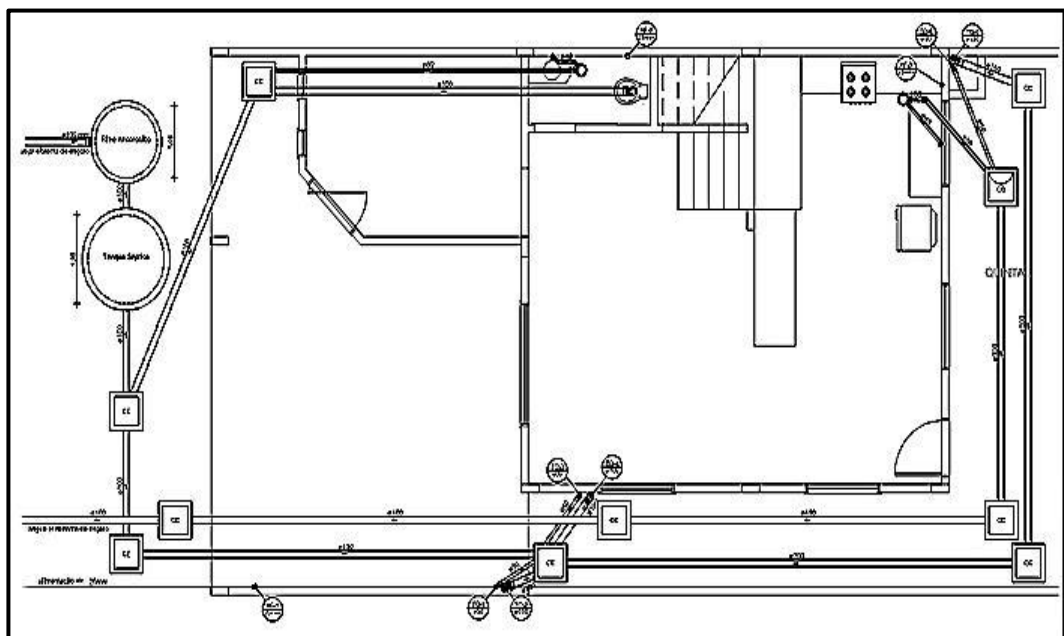
Figura 4 – Representação gráfica da planta de um projeto elétrico.



Fonte: Disponível em <<http://www.eletrodublin.com.br/site/projetos-e-instalacoes-eletricas/>>. Acesso em: 21 de outubro de 2015.

O Projeto de instalações hidrossanitárias, define a locação das tubulações, pontos de água e esgoto, planejamento dos detalhes da caixa de gordura, caixa de inspeção, fossa séptica, Figura 5.

Figura 5 – Representação gráfica da planta de um projeto hidrossanitário.



Fonte: Disponível em <<http://www.isocad.com.br/>>. Acesso em: 21 de outubro de 2015.

Vale salientar a importância da inexistência de interferências físicas nos projetos complementares, ao contrário, acarretaria em improvisações e retrabalhos, consequentemente atrasos nas conclusões das obras. Ainda embora, sejam elaborados por profissionais ou escritórios diferentes.

3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Em meados dos anos de 1960, houve um aumento considerável dos investimentos na área da engenharia civil, especialmente na construção de novos empreendimentos, por esse motivo os escritórios de projeto começaram a especialização em diferentes segmentos (arquitetura, estrutura e instalações), com profissionais que antes trabalhavam em conjunto em empresas que construíam e coordenavam o desenvolvimento de seus projetos. Na época, obteve melhores resultados, pois os profissionais envolvidos estavam cientes de todas as condicionantes para o desenvolvimento de uma edificação, porém com o passar dos anos, devido a sua complexidade, um único profissional não detinha todo o conhecimento dos processos utilizados na construção, por estarem cada vez mais especializados em áreas

distintas. Como consequência, os projetos passaram a apresentar inconformidades que só eram perceptíveis nos canteiros de obra (COSTA, 2013).

No Brasil, os problemas encontrados são intensificados devido a não valorização da fase de planejamento do edifício, além dos projetos serem confeccionados em intervalos de tempo pequenos, eles são reunidos somente no momento da execução, ou seja, na obra, ocasionando problemas de incompatibilidades.

Para Picchi (1993), a compatibilização de projetos é entendida como a atividade de sobreposição dos projetos de arquitetura, estrutura, e também dos projetos complementares, no intuito de identificação das incompatibilidades, e propondo a programação de reuniões, entre os diversos projetistas e a coordenação, objetivando a solução das interferências que tenham sido detectadas.

De acordo com Santos (2014), compatibilização de projetos é a atividade de gerenciamento e integração dos projetos correlacionados, no objetivo de ajustá-los, para obtenção da melhor solução, garantindo a qualidade total da obra. O autor acrescenta como sendo uma análise ou verificação das correções das incompatibilidades existentes entre as maneiras de solução do projeto de uma edificação.

Novaes (2002) afirma que, a compatibilização de projetos pode constituir-se em um importante fator de melhoria da construtibilidade e da racionalização construtiva, devido o seu caráter de elemento projetual que permite a conciliação da física, geometria, tecnologia e produção, os componentes que interagem nos planos horizontais e verticais das edificações.

Para melhorar o processo de compatibilização, Picchi (1993), afirma que a realização de projetos de produção, garante soluções bem melhores que as improvisações que normalmente ocorrem em obras, que é o caso da inexistência desses projetos.

Para Tzortzopoulos (1999), a compatibilização de projetos é uma função específica e a eficácia na diminuição das incompatibilidades é alcançada com a coordenação dos projetos.

Tendo em vista que o processo de compatibilização necessite de esforços e tempo de acompanhamento maior por parte dos projetistas, haja vista, o impulso no tempo de estudo de viabilidade e de concepção da obra, seja elevado a patamares igualitários ao de execução. Os problemas da fase de projeção, levando em conta que sejam comuns, seriam reduzidos. Portanto, mudaria o cenário atual da construção civil brasileira, acarretando em projetos aperfeiçoados para a fase de execução.

3.4.1 Processo de padronização na confecção dos projetos

Nessa etapa de compatibilização dos projetos, os arquivos são repassados entre escritórios, empresas e projetistas, cada um tem desenvolvido critérios próprios de layers e apresentação. Os layers são ferramentas que permitem a organização das informações por categorias, além da disponibilização do gerenciamento visual dos dados do arquivo, encontrados em ferramentas CAD.

No tocante a homogeneização deste processo, o manual de diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD, elaborado pela AsBEA propôs uma padronização de layers, diretórios e arquivos, que permite a agilização da troca de informações e aumenta a confiabilidade. O ponto principal dessa padronização refere-se aos layers, pois a organização do desenho está diretamente ligada a essa ferramenta. Desta forma, definem-se os campos II, IV, V, VI, VII e XI para caracterização dos layers, Figura 6. A separação de cada campo é realizada através de hífen.

Figura 6 – Proposta da AsBEA do sistema de nomenclatura de layers.

CAMPO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Proposta AsBEA	Código do Projeto	Agente	Fase	Objeto / Elemento / Assunto	Qualificativo / Diferenciação	Anotações e Repres. Gráficas	Estado do Elemento	Plano de Projeção	Localização	Não Utilizado	Escala	Setor Bloco Fase da Obra	Definição do Usuário	Revisão

Fonte: Manual de diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD, 2002.

Entretanto, para tornar a ideia em realidade e todo sistema eficiente, é preciso que todos os projetistas incorporem e adaptem seus processos aos critérios propostos pela AsBEA.

Portanto, o primeiro passo no processo de compatibilização, deve ser oferecido individualmente por cada projetista, padronizando o projeto de acordo com as normas e manuais, para que a troca de informações seja otimizada, e consequentemente, melhorando o procedimento de compatibilização e coordenação dos projetos.

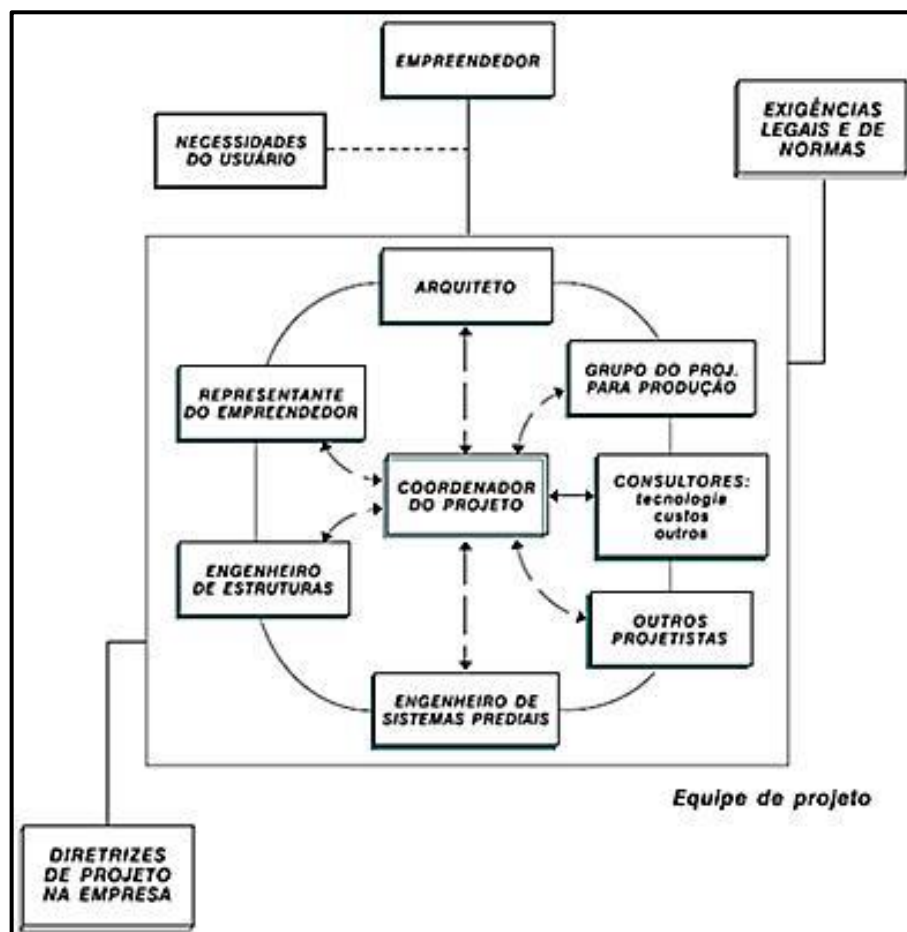
3.5 COORDENAÇÃO DE PROJETOS

A coordenação de projetos é imprescindível na metodologia de projeto integrado. Diversos autores (PICCHI, 1993; MELHADO, 1994; TZORTPOULOS, 1999; FABRICIO, 2002; NOVAES, 2002) relatam a sua grande importância, e o seu papel na equipe multidisciplinar de projeto.

Picchi (1993) afirma que é fundamental que exista uma coordenação que compatibilize todos os projetos desde os estudos preliminares, realize o planejamento e controle as revisões.

Para Melhado (1994), o arranjo tradicional da equipe de projeto com a implementação do coordenador deverá ser modificado, visto que a equipe multidisciplinar seguirá as suas orientações. O autor coloca que: “O desenvolvimento do projeto deve ser baseado no trabalho gerado por uma equipe multidisciplinar e coordenado de forma iterativa por um profissional com adequada experiência em projeto e execução”. Cujas funções da coordenação é estabelecer a ligação direta com o empreendedor e seguir diretrizes de projeto da empresa. Por fim, ficando atento às exigências das legislações e normas aplicáveis a cada empreendimento, Figura 7.

Figura 7 – Arranjo da equipe multidisciplinar de projeto.



Fonte: MELHADO, 1994.

Na figura 7, pode-se constatar todo o processo de elaboração do projeto e o papel de cada ator envolvido. Inicialmente, têm-se as necessidades do usuário, que contrata um empreendedor, que dispõe de uma equipe multidisciplinar para conceber a edificação,

primeiramente o arquiteto é solicitado, dando início a primeira etapa do desenvolvimento, com os estudos preliminares, prosseguindo com a segunda etapa com a confecção do anteprojeto. Em seguida, o produto é repassado para os engenheiros, começando a elaboração dos projetos específicos de estrutura e complementares. Vale salientar que o contratante não é isento dessa etapa, o papel dele é a confirmação do produto, que deve está de acordo com as suas especificações. Logo após, o coordenador de projeto é responsável pela compatibilização de todos os projetos, e a marcação de reuniões para discussão das interferências encontradas e também de alterações exigidas pelo contratante. Com isso, dá-se início a terceira etapa, com o aumento do nível de detalhamento dos projetos, esse processo torna-se repetitivo, chegando ao fim com o projeto legal e os projetos para produção. Ressalta-se que para a conclusão do processo, é importante o acompanhamento da execução e da obra.

Melhado et. al.² (2005 apud Mikaldo Jr. 2006) afirmam que devido o aumento das disciplinas de projetos, a coordenação age buscando a manutenção da unidade e a reciprocidade do processo, para permeação das informações em todas as etapas.

De acordo com Souza et. al.³ (1994 apud Tavares 2001), a coordenação é uma função de caráter gerencial que é desempenhada durante todo o período do processo de confecção do projeto, com a finalidade de otimização da qualidade. Garantindo que as soluções adotadas sejam abrangentes, integradas e detalhadas. Dessa forma, a execução ocorra de forma contínua e sem improvisações.

De acordo com o art. 7º da lei nº 5.194 de 1966, a atividade de coordenação de projetos é responsabilidade do engenheiro civil e do arquiteto.

Porém, de acordo com Melhado⁴ (2001 apud Fabricio 2002), essa designação ao arquiteto vem recebendo uma série de críticas, devido o distanciamento do arquiteto com relação ao domínio das técnicas de construção e da obra. Relatando que as características mais valorizadas dos arquitetos são a criatividade, genialidade e o talento na resolução formal do edifício e pouco se prendem ao método de trabalho e às contribuições dos demais profissionais e agentes intervenientes no projeto e na obra.

² MELHADO, S. B. et. al. Coordenação de projetos de edificações. São Paulo. O Nome da Rosa, 2005.

³ SOUZA, R. et. al. Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras. São Paulo, CTE/SINDUSCON-SP/SEBRAE-SP, 1994, 247p.

⁴ MELHADO, S. B. Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do processo de projeto na construção de edifícios. 2001. Tese (Livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Em contra partida, Carvalho Jr.⁵ (1994 apud Fabricio 2002) defende a ideia de que o arquiteto pode exercer essa função, afirmando que os arquitetos não podem abrir mão do domínio técnico da obra, devendo ser revalorizados na profissão.

Para Fabricio (2002), a coordenação de projetos exige a articulação e o questionamento das especialidades de projeto em benefício do todo, implicando em um amplo conhecimento multidisciplinar e uma capacidade de gerenciamento do processo e integração dos profissionais das equipes de projeto e seus trabalhos. E dificilmente se chegará a um modelo ideal de profissional que tenha competência, atenda a todas as exigências e se adapte unicamente à frente da coordenação.

Portanto, convenientemente com todas as considerações, seja atribuído a uma equipe composta de engenheiros e arquitetos o papel de coordenador de projetos, definindo juntamente com base em reuniões e discussões acerca das soluções projetuais que serão ou não adotadas, anulando assim todos os conflitos entre os projetos.

⁵ CARVALHO JR. J. M. N. Prática de arquitetura e conhecimento técnico. 1994. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

4 METODOLOGIA

O percurso metodológico da pesquisa envolveu o estudo de caso do prédio de Bloco de Salas de Professores I da UFERSA, Câmpus de Pau dos Ferros-RN. Para subsidiar os trabalhos de análise e principais resultados foram utilizados os projetos arquitetônico, estrutural e complementares em consonância com uma rigorosa pesquisa bibliográfica de fontes primárias e secundárias na construção do arcabouço teórico no campo da compatibilização de projetos. A natureza do estudo teve como técnicas de pesquisa o método dedutivo e indutivo com uma abordagem de caráter qualitativa.

Gerhardt e Silveira (2012) consideram que as características específicas para a pesquisa qualitativa são ações descritivas, compreensivas e explicativas na observação das diferenças do objeto de análise estudado, respeitando as orientações teóricas e seus dados empíricos e o caráter interativo entre os objetivos buscados, conduzindo resultados fidedignos.

É importante ressaltar que os arquivos foram repassados pelo setor de infraestrutura do câmpus Pau dos Ferros, com a devida autorização. Evidencia-se que o intuito da pesquisa não objetivou a identificação de irregularidades, erros ou qualquer outra problemática ocorrida no processo de execução do edifício do Bloco de Sala dos Professores I. Entretanto, as considerações feitas nas análises dos projetos procederam de acordo com o conhecimento técnico do autor desse trabalho.

Considerando ainda a diversidade de situações inerentes à pesquisa realizada e no intuito de atingir os objetivos propostos, foram desenvolvidos os seguintes percursos metodológicos a seguir:

- ✓ Pesquisa bibliográfica em fontes primárias (artigos técnicos, artigos científicos, dissertações, teses, textos, revistas, monografias, bem como a seleção de autores que corroboraram com o estudo, contemplando um embasamento teórico substancial contribuindo significativamente com as conclusões inferidas na finalização deste trabalho) e fontes secundárias (levantamento de fontes em entidades de classe, CREA-CONFEA, CAU-BR, Normas Técnicas da ABNT, AsBEA, leis e decretos federais sobre atuação do engenheiro e arquiteto);
- ✓ Jornada de campo constando de: Levantamento dos projetos arquitetônico, estruturais e complementares da edificação objeto de análise, levantamento fotográfico da parte externa do Bloco de Salas de Professores I no intuito de observação e apreensão das características construtivas executadas (rampas, fachadas, passeios, revestimentos, jardineira,

esquadrias, escadas, caixas de passagem, iluminação) e levantamento fotográfico da parte interna (circulação, todas as salas dos professores, hall de entrada e acesso, copa, banheiros masculino e feminino, depósito de material de limpeza e auditório);

✓ Compilação de dados projetuais levantados: Fase de leitura digital e técnica do projeto de arquitetura, estrutura e complementares, verificando a diagramação, digitalização e informações técnicas dos desenhos dos projetos. Importa mencionar que nesta fase do percurso, as adversidades encontradas foram diversas em decorrência da prática e layout de projeto inerente a cada projetista.

✓ Compatibilização dos projetos – Esta fase procedeu-se em três momentos:

a) No primeiro momento realizou-se o procedimento de compatibilização entre os projetos de arquitetura e estrutura, através da sobreposição da planta baixa do projeto arquitetônico e da planta de locação de vigas – nível 3 do projeto estrutural em um único arquivo, utilizando-se o software educacional *AutoCAD* da *Autodesk* versão 2014, prosseguindo-se com a ativação dos layers (pilares, vigas, lajes, alvenarias, esquadrias e blocos) e omitindo-se temporariamente os layers (textos, projeções, layouts e informações gráficas), para melhorar o processo de identificação das incompatibilidades existentes. Com isso, observou-se individualmente cada elemento estrutural em busca de interferências físicas e funcionais.

b) No segundo momento realizou-se o procedimento de compatibilização do projeto arquitetônico com os projetos complementares, por meio da superposição da planta baixa arquitetônica com as plantas dos projetos de instalações elétricas, hidrossanitárias, combate a incêndio, lógica e de SPDA. Todas as plantas foram analisadas individualmente e compatibilizadas uma após outra, no mesmo arquivo CAD. Com vistas a simplificar as análises, foram definidas cores para cada planta dos projetos, ou seja, para a arquitetônica adotou-se a cor branca, para as instalações elétricas a cor verde, para as instalações hidrossanitárias a cor azul, para a de combate a incêndio definiu-se a cor vermelha, para a planta lógica adotou-se a cor magenta e para a planta de SPDA a cor cinza. Essa estratégia demonstrou-se bastante útil na visualização dos conflitos existentes entre todos os projetos, visto que a interferência quando existente identificava-se facilmente quais projetos estavam incompatíveis.

c) Por fim, no terceiro momento fez-se a compatibilização dos elementos estruturais com os projetos complementares. O procedimento utilizado baseou-se nos descritos anteriormente, compatibilizando-se a planta estrutural de locação de vigas – nível 3 com as plantas baixas dos projetos complementares. Acrescenta-se nesse momento a desnecessariedade de superpor

todas as plantas, levando-se em conta, que a compatibilização entre os projetos complementares havia sido feito no momento anterior, necessitando apenas de sobrepor cada projeto complementar individualmente com o estrutural.

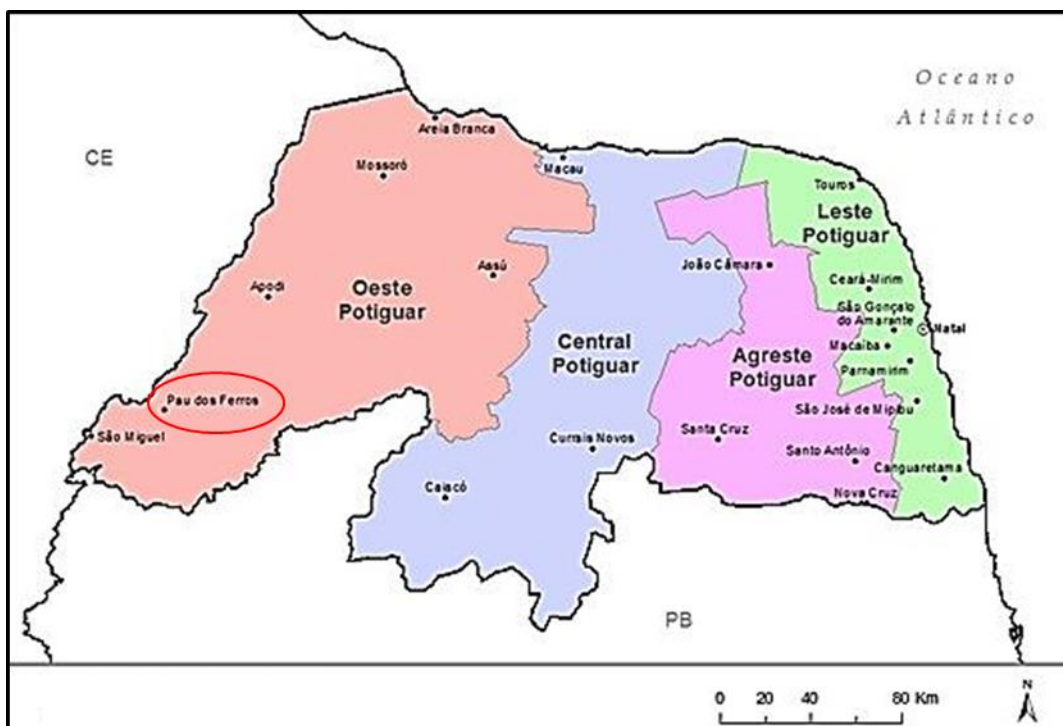
A partir da sistematização metodológica dos procedimentos utilizados neste estudo, a estrutura base das referências teóricas, foi desenvolvida com propósito de fortalecer as discussões referentes à compatibilização dos projetos do objeto de análise do estudo em tela.

5 UFRSA CAMPUS PAU DOS FERROS: OBJETOS DE ANÁLISE

5.1 LOCALIZAÇÃO DO CAMPUS E DA OBRA EM ESTUDO

A cidade de Pau dos Ferros está situada no Rio Grande do Norte, localizada a 392 quilômetros da capital Natal, na mesorregião do Oeste Potiguar, Figura 8. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a área total do município é de 259,96 quilômetros quadrados, com população estimada em 2015 de 29.954 habitantes.

Figura 8 – Mapa do Rio Grande do Norte com as Mesorregiões e a demarcação de Pau dos Ferros.



Fonte: Disponível em: (Adaptado) <<http://www.robsonpiresxerife.com/sem-categoria/instituto-seta-manda-nota-de-esclarecimento-ao-blogue/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2015.

Em 18 de abril de 2012 foi oficializada a criação de um câmpus da UFRSA em Pau dos Ferros/RN, localizado na BR-226, KM 405, Bairro São Geraldo. O câmpus começou a funcionar oficialmente em 2013, com autorização do MEC para ofertar os cursos de Bacharelado em Ciências e Tecnologia Integral e Noturno – BCT, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo REUNI (Plano de Reestruturação das Universidades Federais), com aproximadamente 300 alunos matriculados e com três prédios em funcionamento. Recentemente o Conselho Universitário aprovou a reformulação do câmpus, constituindo quatro novos cursos. Com isso, mudaram-se as disposições dos cursos, permanecendo o curso de BCT com 80 vagas, contando para segundo ciclo os cursos de Engenharia Civil e

Engenharia Ambiental e Sanitária. Incluiu-se o Bacharelado em Tecnologia da Informação – BTI, com 80 vagas. Para segundo ciclo, optando-se pela Engenharia de Computação ou Engenharia de Software. O câmpus também receberá o curso de Arquitetura e Urbanismo, com oferta de 40 vagas por semestre.

Atualmente, a universidade conta com uma infraestrutura de treze prédios (bloco administrativo, bloco de salas de aula I, bloco de salas de aula com dois pavimentos, bloco de salas de professores I, bloco de salas de professores II, bloco de laboratórios do BCT, bloco de laboratórios das engenharias, centro de convivência, biblioteca, restaurante universitário, residência universitária, almoxarifado e garagem), desse total, sete prédios foram concluídos e seis estão com obras em andamento. O trabalho teve como objeto de análise a obra do Bloco de salas de Professores I, com serviços de execução concluídos e atualmente, utilizado pelos docentes da instituição, Figura 9.

Figura 9 – Imagem aérea do Câmpus Pau dos Ferros.



Fonte: Adaptado de (PEIXOTO), 2015⁶.

Na Figura 9, observa-se a imagem aérea do câmpus Pau dos Ferros, com a demarcação do bloco analisado, vale ressaltar que a imagem não retrata a atual fase que está à obra.

⁶ Foto de autoria e cedida por Daniel Douglas Diógenes Peixoto.

5.2 DIAGRAMAÇÃO DOS PROJETOS

A primeira impressão dos projetistas quando recebem arquivos de empresas ou construtoras, é a observação de quais layers foram utilizados, como forma de familiarização, Figura 10.

Figura 10 – Caixa de layers do projeto arquitetônico.

01				8	Continuous	Default	0	Color_8		
01 PROJEÇÃO				8	HIDDEN2	Default	0	Color_8		
01COTAS				red	Continuous	Default	0	Color_1		
02				white	Continuous	0.20 mm	0	Color_7		
02MÓVEIS				white	Continuous	Default	0	Color_7		
02TEXT0				white	Continuous	Default	0	Color_7		
03				magenta	Continuous	0.20 mm	0	Color_6		
04				blue	Continuous	0.20 mm	0	Color_5		
04ESQUADRIAS				blue	Continuous	Default	0	Color_5		
04TEXT0				blue	Continuous	Default	0	Color_5		
06				green	Continuous	Default	0	Color_3		
08				cyan	Continuous	Default	0	Color_4		
12				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		
DECA_EIXOS				8	AXES	Default	0	Color_8		
Defpoints				white	Continuous	Default	0	Color_7		
GIRO				red	Continuous	Default	0	Color_1		
LONG				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		

Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

Na Figura 10, nota-se a despadronização dos layers, a utilização de nomenclatura inadequada e a existência de objetos em layers impróprios. Essas problemáticas podem ser encontradas em todos os projetos do Bloco de salas de professores I, configurando-se em falta de uniformização e acarretando em desperdício de tempo no entendimento e análise do projeto, e dificultando o processo de compatibilização e coordenação.

Portanto, de acordo com o manual de diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD da AsBEA, as nomenclaturas deveriam seguir normas de apresentação da seguinte maneira, Figura 11.

Figura 11 – Caixa de layers modificada do projeto arquitetônico.

ARQ-_-_-_-CTA				red	Continuous	Default	0	Color_1		
ARQ-_-_-_-FLH				white	Continuous	Default	0	Color_7		
ARQ-ALV				white	Continuous	Default	0	Color_7		
ARQ-BLO				red	Continuous	Default	0	Color_1		
ARQ-COR				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		
ARQ-DIV				blue	Continuous	Default	0	Color_5		
ARQ-ESC				red	Continuous	Default	0	Color_1		
ARQ-ESQ				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		
ARQ-EXO				8	Continuous	Default	0	Color_8		
ARQ-GIR				red	Continuous	Default	0	Color_1		
ARQ-HTC				8	Continuous	Default	0	Color_8		
ARQ-PIS				white	Continuous	Default	0	Color_7		
ARQ-PRJ				8	Continuous	Default	0	Color_8		
ARQ-PTE				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		
ARQ-SAN				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		
ARQ-SMB				magenta	Continuous	Default	0	Color_6		
ARQ-TXT				yellow	Continuous	Default	0	Color_2		
ARQ-TXT-TIT				green	Continuous	Default	0	Color_3		

Fonte: Adaptado de (Superintendência de infraestrutura da UFERSA), 2015.

A Figura 11 retrata os direcionamentos do manual, com nomenclaturas estabelecidas de acordo com cada agente e elemento a ser representado.

5.3 DESCRIÇÃO DO BLOCO DE SALAS DE PROFESSORES I

A edificação tem finalidade institucional, para atendimento da demanda dos docentes do Câmpus Pau dos Ferros. A obra tem um único pavimento-térreo, com aproximadamente 1.278,72 metros quadrados de área construída. O projeto contém duas rampas de acesso, uma recepção no hall de entrada, uma copa, destinada à alimentação dos docentes, uma sala de depósito de material de limpeza, dois banheiros, um feminino e outro masculino, um auditório com capacidade para 80 pessoas e 35 salas de professores com dois tipos, um com área de 17,12 e outro com 16,75 metros quadrados, cada sala com capacidade para dois docentes. Exibe-se a fachada frontal em perspectiva do Bloco de Salas de Professores I, Figura 12.

Figura 12 – Fachada frontal do bloco de salas de professores I.

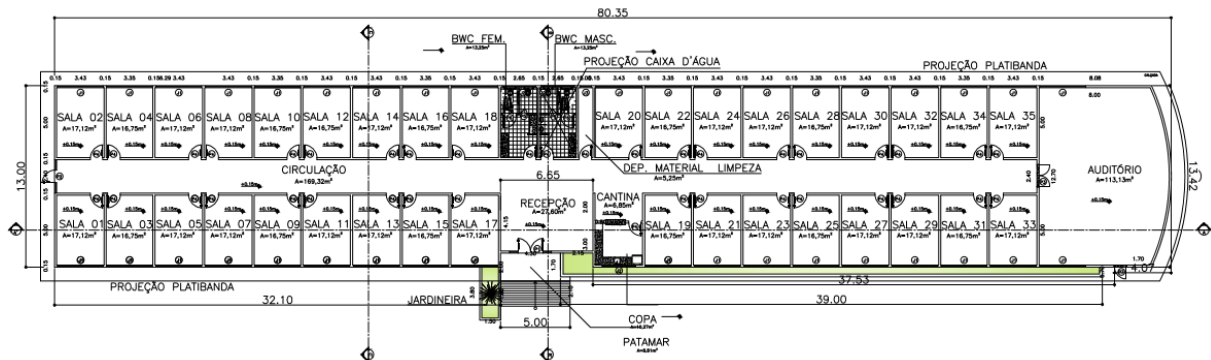


Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

5.3.1 Projeto arquitetônico

Em face dos projetos, houve a constatação de que a edificação é projetada para um câmpus específico e adaptada para outros campus. Com isso, a cada implantação em locais diferentes do planejado, exigem-se adequações nos projetos, devido fatores como a topografia, dimensão do terreno, tipo do solo que vai suportar a carga da edificação, sistemas executivos e entre outros casos. Isso acarreta em problemáticas abrangentes na fase de projeção. Embora, sejam feitas modificações, geralmente as escolhas não são as mais adequadas, que sejam por motivos operacionais ou a necessidade de execução em curto período de tempo, nos remetendo ao problema inicial com relação à fase de concepção dos projetos. Na figura 13, pode-se observar o projeto arquitetônico inicial do bloco de sala dos professores I.

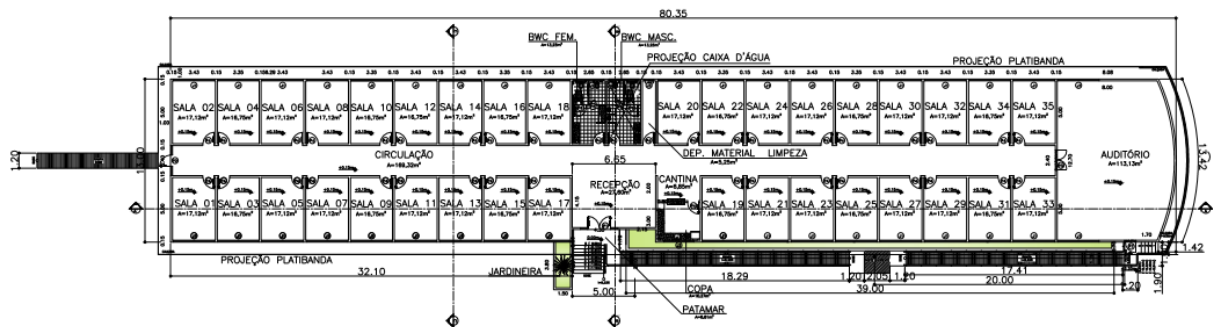
Figura 13 – Ilustração da planta baixa do bloco de salas de professores I.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

O projeto arquitetônico exibido na Figura 13, para ser implantado no Câmpus Pau dos Ferros, exigiu mudanças, devido o nível altimétrico do terreno, diante das possibilidades que o projetista teria para solucionar esse problema, foi projetado duas rampas para acesso dos usuários, Figura 14.

Figura 14 – Ilustração da planta baixa modificada do bloco de salas de professores I.



Fonte: Adaptado de (Superintendência de infraestrutura da UFERSA), 2015.

Constatou-se o alcance do objetivo principal da rampa, definido como o vencimento de desníveis encontrados entre espaços, Figura 15.

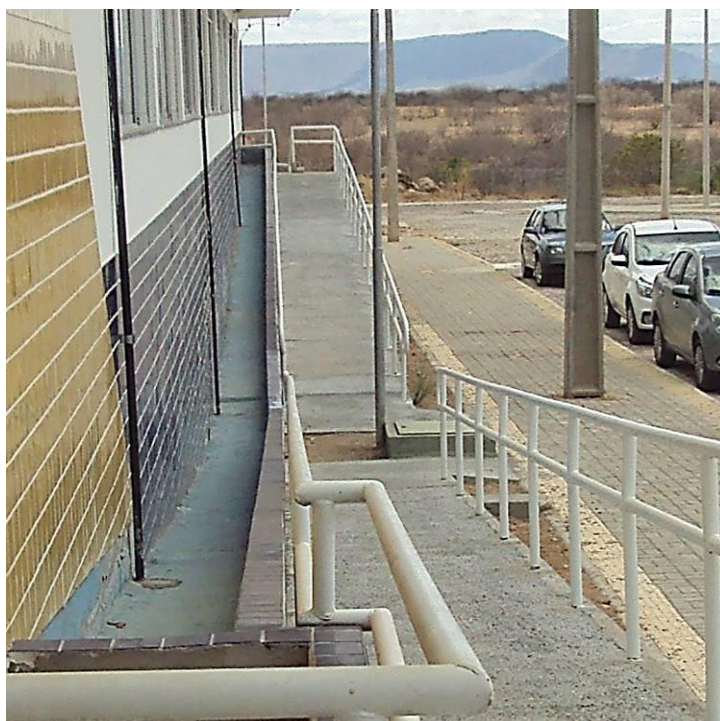
Figura 15 – Imagem externa do bloco de salas de professores I.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Porém, a título de informação, relatam-se os problemas com a acessibilidade da rampa, devido encontrar-se um poste e uma caixa de destino das águas pluviais da cobertura, no acesso as duas rampas, Figura 16.

Figura 16 – Imagem da rampa de acesso à edificação.



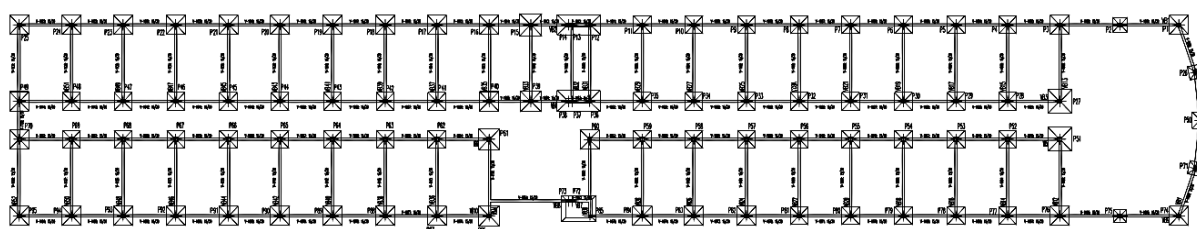
Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

O equipamento urbano e a caixa, consequentemente dificultam o acesso e a locomoção das pessoas ao utilizarem a rampa.

5.3.2 Projeto estrutural

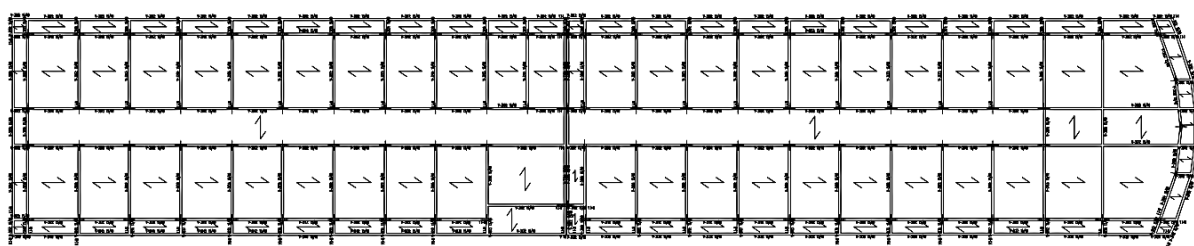
O sistema estrutural do edifício é composto por 78 sapatas diretas. Em virtude de o solo ter alta resistência esse tipo de fundação torna-se possível, caracterizando-se como um tipo de fundação rasa. O projeto contém 52 cintas com a função de receber as cargas das paredes e transferí-las para as sapatas e 106 lajes treliçadas, sendo que as treliças são pré-moldadas, que são apoiadas nas 258 vigas, que se apoiam nos 95 pilares, cuja largura de todos é de 15 centímetros, mudando-se apenas a altura, Figuras 17 e 18.

Figura 17 – Ilustração da planta de locação de sapatas e vigas.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

Figura 18 – Ilustração da planta de locação de vigas - nível 3.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

No projeto estrutural, observou-se a inexistência do carregamento solicitante de cada laje, essa informação deveria ser exposta, visto que no momento da confecção das treliças necessitaria para cálculos de dimensionamento.

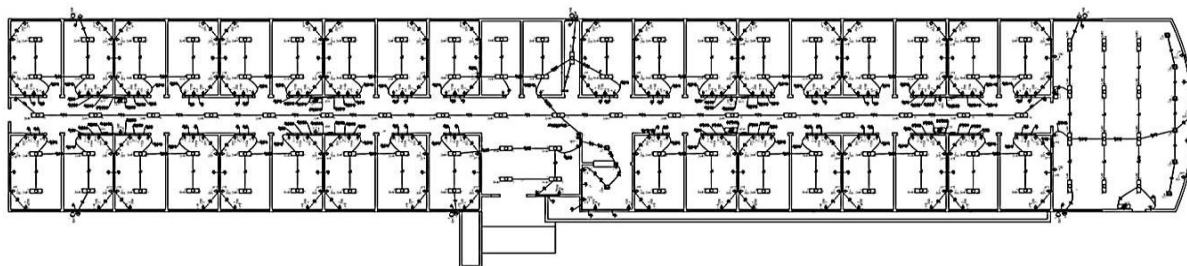
5.3.3 Projetos complementares

5.3.3.1 Projeto elétrico

O projeto elétrico do bloco de salas de professores é caracterizado como um nível de baixa tensão, desenvolvido com alimentação trifásica proveniente de transformador de 112,5 kiloVolt-Ampère, 13,8 kiloVolt/380-220 Volts, com potência projetada de 119 kiloWatts, com um quadro de distribuição geral, conectado a mais 9 quadros de distribuições, locados nos dois lados do corredor do edifício, com disjuntores de 32 e 40 Ampère. Para a iluminação

do bloco são planejadas 107 luminárias para lâmpadas fluorescentes de três tipos (circular, tubular e mista). As tomadas de forças são de dois tipos, a de 2P + T universal e a de 4P + T blindada dispostas em alturas de 0,30; 1,2; e 2,0 metros, Figura 19.

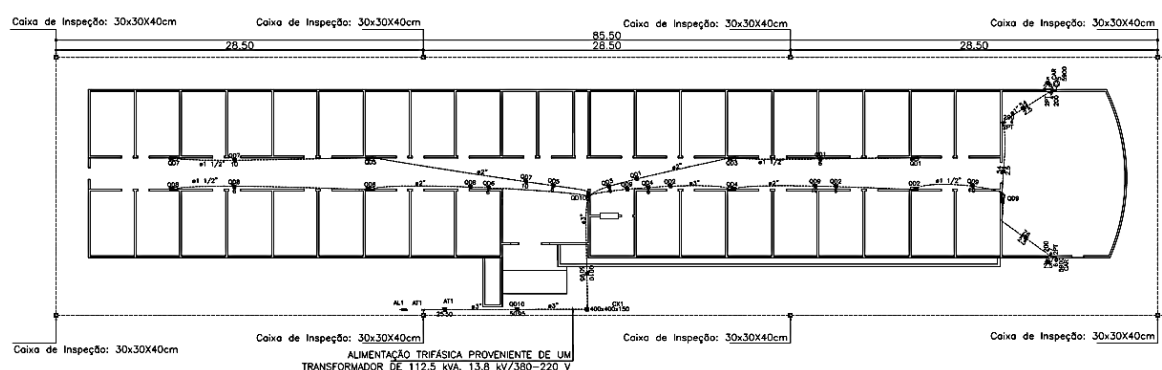
Figura 19 – Ilustração da planta baixa de circuitos de iluminação e tomadas.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

A Figura 20 mostra o sistema de aterramento do edifício com configuração da alimentação dos quadros de distribuições e locação das caixas de inspeções.

Figura 20 – Ilustração da planta baixa de alimentação dos quadros de distribuição e sistemas de aterramento.

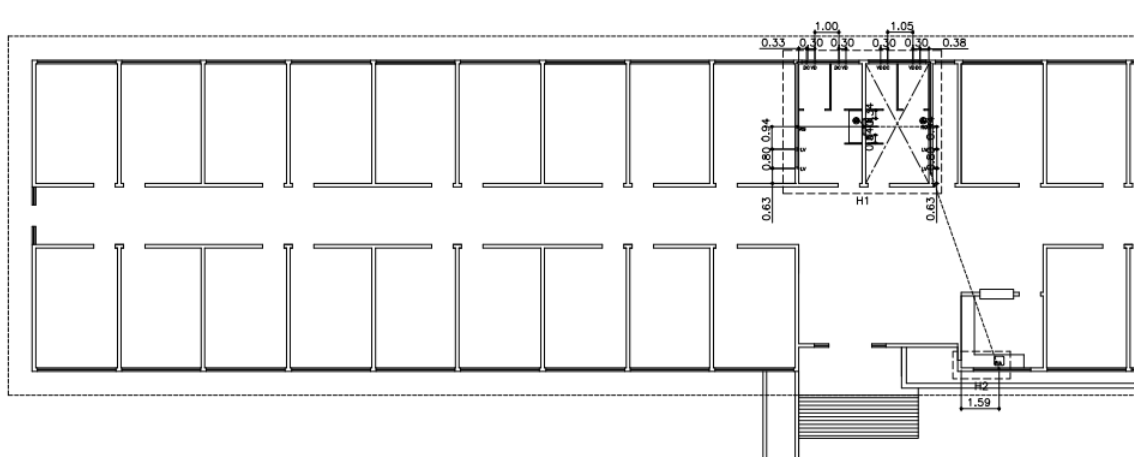


Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

5.3.3.2 Projeto hidrossanitário

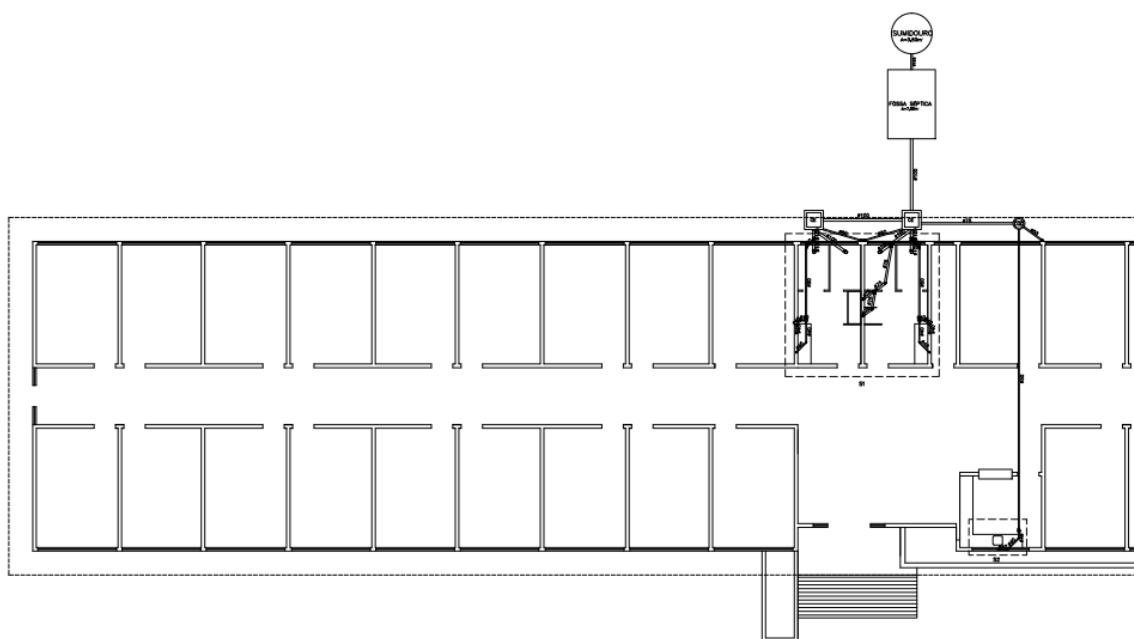
As instalações hidrossanitárias do edifício são consideradas como um nível simples, pelo fato de haver apenas os banheiros e a copa com instalações de água e esgoto, em toda a sua extensão. O projeto é composto por um reservatório com capacidade de armazenamento de 5.000 litros de água, localizado na laje do banheiro masculino, duas caixas de esgotos, uma caixa de gordura dupla, fossa séptica com capacidade de 7,0 metros cúbicos, sumidouro com 3,5 metros cúbicos, dois lavatórios, dois mictórios, quatro duchas, dois registros de gaveta, seis válvulas de descargas e tubulações com diâmetros de 25, 32, 40, 50, 60, 75 e 100 milímetros, Figuras 21 e 22.

Figura 21 – Ilustração da planta baixa do projeto hidrossanitário.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

Figura 22 – Ilustração da planta baixa de tubulações, caixas de esgoto e caixa de gordura dupla do projeto hidrossanitário.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

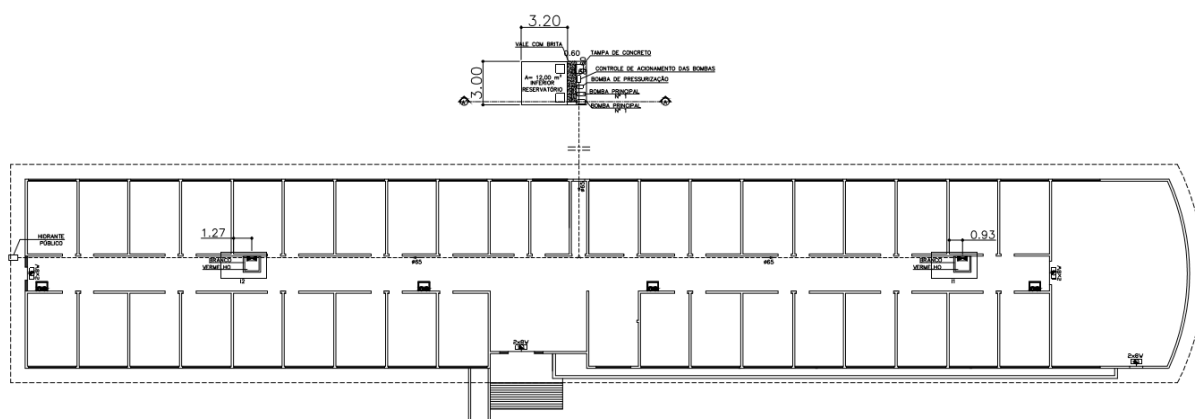
Pode-se observar nas figuras exibidas que a planta baixa foi seccionada, com intuito de mostrar melhor os detalhes do projeto hidrossanitário, sabendo-se que não há instalações em outras áreas.

5.3.3.3 Projeto de combate a incêndio

O planejamento do projeto de combate a incêndio determinou-se a necessidade de três hidrantes, dentre eles, dois situam-se no interior do edifício, com esguichos de 16 milímetros, pressão de 23 metros de coluna d'água e dois módulos de 15 metros de

mangueiras, conectados a duas bombas principais com vazão de 22 metros cúbicos/hora e uma bomba de pressurização com potência de 120 cavalos vapor. O sistema de prevenção contra incêndio é abastecido exclusivamente por um reservatório inferior, contando também com um hidrante público, localizado na parte externa do prédio. Planejou-se quatro locais devidamente sinalizados e desobstruído com extintores de água pressurizada e de pó químico com 4 quilogramas. Para a iluminação de emergência foram projetados blocos autônomos com bateria interna. O equipamento deverá entrar em funcionamento logo após a falta de energia elétrica da concessionária, desligando automaticamente quando a energia sobre a mesma for restabelecida, Figura 23.

Figura 23 – Ilustração da planta baixa do projeto de combate a incêndio.

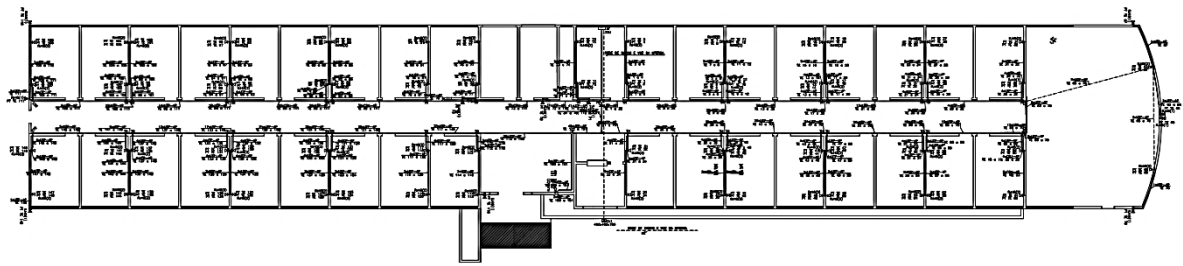


Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

5.3.3.4 Projeto de lógica

O cabeamento das instalações dos pontos de lógica, telefônico e de rede, estruturou-se com eletrocalhas metálicas furadas do tipo “C” com dimensões de 50x50 milímetros e eletrodutos de pvc com diâmetros de ¼, ½ e 2 polegadas. Utilizou-se tomadas RJ-45 duplas, um ponto pra rede e outro para telefonia. Definiram-se também, todos os equipamentos necessários para o suporte elétrico da rede, Figura 24.

Figura 24 – Ilustração da planta baixa do projeto de cabeamento estruturado.

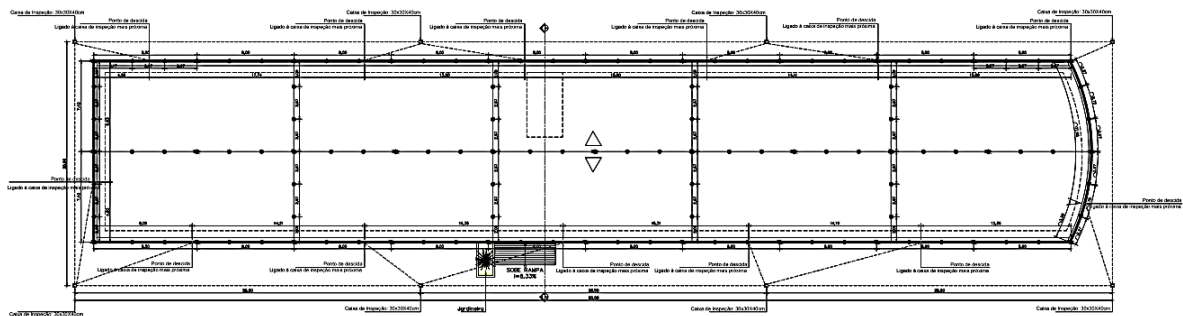


Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

5.3.3.5 Projeto SPDA

Adotou-se o modelo da gaiola de Faraday no projeto de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), que funciona blindando eletrostaticamente o interior do edifício, caracterizada como um nível de proteção II. A malha captora é composta por 440 metros de fios de cobre NU de 16 milímetros quadrados, apoiados sobre 123 isoladores e 33 terminais aéreos, com 13 pontos de descida que devem estar distanciados em no máximo 15 metros um do outro, devendo ser interligados com a malha de aterramento e direcionados para a caixa de inspeção mais próxima, Figura 25.

Figura 25 – Ilustração da planta baixa do projeto SPDA.



Fonte: Superintendência de infraestrutura da UFERSA, 2015.

6 ANÁLISES DA COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

No processo de compatibilização, averiguou-se e analisou-se visualmente as incompatibilidades, interferências físicas e funcionais entre todos os projetos do Bloco de salas de Professores I, através da sobreposição digital dos projetos arquitetônico, estrutural e complementares no plano 2D, utilizando-se como instrumento a ferramenta educacional AutoCAD da AutoDesk.

6.1 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO X ESTRUTURAL

As incompatibilidades dos projetos arquitetônico e estrutural foram verificadas através da superposição da planta baixa do projeto arquitetônico e a planta de locação de vigas – nível 3 do projeto estrutural, observando cada elemento estrutural (pilares, vigas e lajes) individualmente, com os elementos arquitetônicos (alvenarias, esquadrias e blocos). Com os seguintes layers ativados, alvenaria, esquadrias, divisórias, pilares, vigas e detalhes das lajes. Os demais layers foram omitidos, com intuito de facilitar a verificação dos conflitos existentes, conforme descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Análise da compatibilização da Arquitetura X Estrutura.

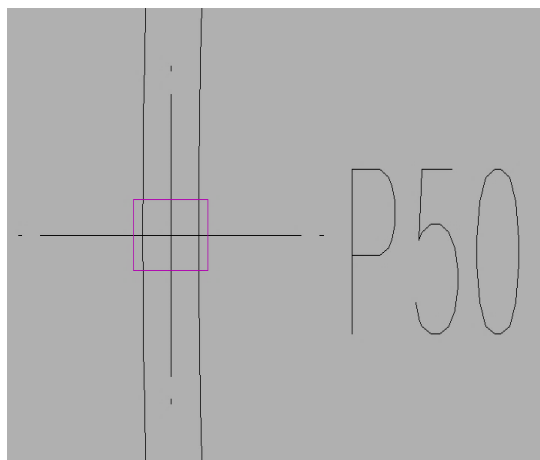
Elementos	Itens	Incompatibilidades	Recomendações
Pilar	P50 e P59	Pilar saliente, incompatível com a espessura da parede	Adequar o pilar ou aumentar a espessura do acabamento da parede.
	P14	Intersecção entre o pilar e a esquadria; Barra de apoio sendo acoplada no pilar, necessitando furo	Adequar o pilar ou mudar o posicionamento da esquadria; Mudar o posicionamento da barra de apoio
Viga	V-3154, V-3155, V-3156, V-3157, V-3164 e V-3251	Desalinhamento da viga com a alvenaria	Reposicionar as viga ou as paredes.

	V-3203, V-3204, V-3205, V-3207, V-3208 e V-3209	Inexistência da junta de dilatação no projeto arquitetônico; Intersecção com esquadrias.	Sintonizar projeto arquitetônico com estrutural; Relocar esquadrias.
Laje	Faltou designar a nomenclatura das lajes; Laje em balanço sem o detalhamento necessário; Falta de indicação do peso suportado por cada laje		

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

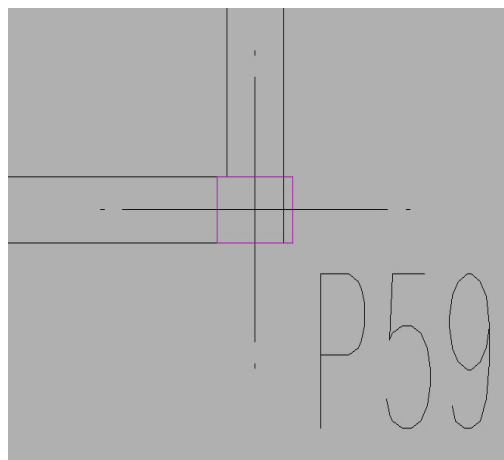
No Quadro 3, foram expostas as interferências detectadas no processo de compatibilização. Contudo, observou-se incompatibilidades nos pilares e nas vigas. Os pilares que foram locados com saliência de 3 centímetros, devem-se adequar a espessura da alvenaria ou planejar modificações na forma de vedação, aumentando a espessura do reboco da alvenaria, inteirando-se do acréscimo no custo do revestimento, Figuras 26 e 27.

Figura 26 – Ilustração do pilar 50 com saliência.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

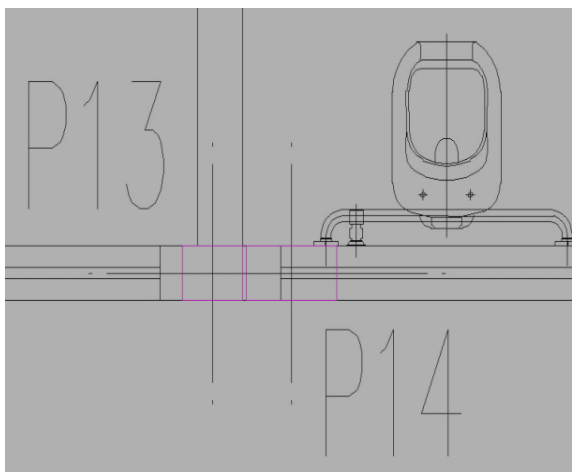
Figura 27 – Ilustração do pilar 59 com saliência.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Também, houve interferência com a janela e com a barra de apoio na cabine para a pessoa com deficiência física do banheiro masculino, cujas recomendações são a realocação da esquadria e da barra, visto que, o pilar é considerado o principal elemento estrutural e está situado na junta de dilatação, que é um local crítico, tornando-se sugerível não modificá-lo e não furá-lo, Figura 28. Com a visita a campo fotografou-se o procedimento executivo realizado, Figura 29.

Figura 28 – Ilustração do pilar 14 interseccionando janela e interferência da barra de apoio.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

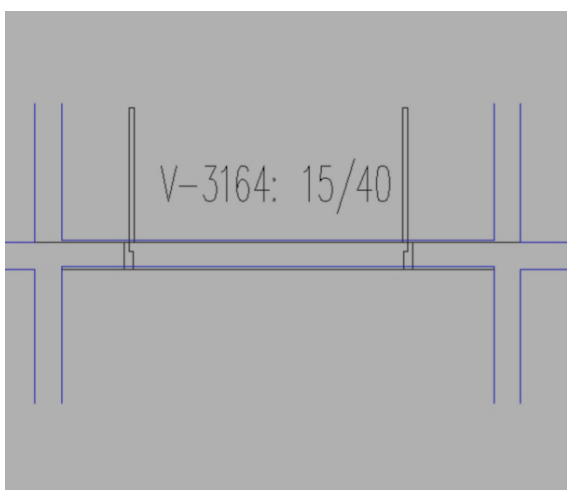
Figura 29 – Imagem do procedimento executivo realizado no pilar 14.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

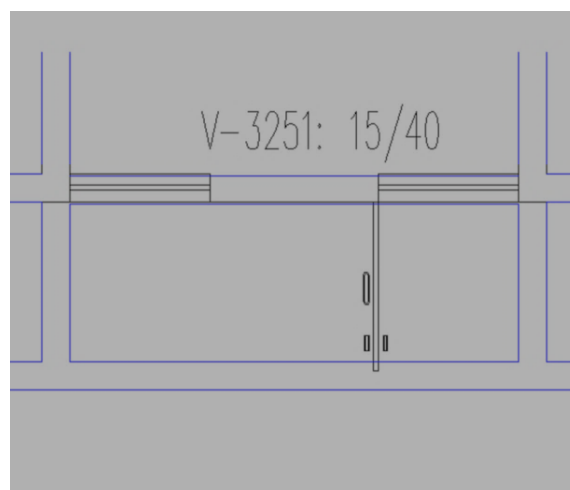
As vigas apresentaram desalinhamentos em relação à alvenaria, Figuras 30 e 31.

Figura 30 – Ilustração do desalinhamento da viga 3164 com a alvenaria.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Figura 31 – Ilustração do desalinhamento da viga 3251 com a alvenaria.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Não houve previsão da junta de dilatação no projeto arquitetônico, trazendo interferências no seu entorno que necessitam de ajustes. Na Figura 32, mostra-se a imagem da junta de dilatação com vista frontal do edifício.

Figura 32 – Imagem da junta de dilatação do edifício.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Nas lajes, não foram encontradas interferências ou incompatibilidades. Mas, houve constatação da não observância de informações relevantes, que estão citadas no Quadro 3.

Com a pesquisa de campo, constataram-se contrariedades do projeto com a execução, observando-se que todos os pilares estavam salientes para o interior da edificação, atestando o não seguimento das diretrizes dos projetos, evidenciando que o processo de integração entre as disciplinas arquitetônicas e estruturais não foram realizadas, Figuras 33 e 34.

Figura 33 – Imagem dos pilares sobressaindo à parede no auditório.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Figura 34 – Imagem dos pilares sobressaindo à parede na sala de professores.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Por fim, nota-se o descuido no projeto arquitetônico, faltando informações e representações de elementos essenciais, acarretando em grandes proporções de incompatibilidades.

6.2 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO X COMPLEMENTARES

A compatibilização dos projetos arquitetônico e complementares ocorreu através da sobreposição da planta baixa do projeto de arquitetura e das plantas dos projetos elétrico, hidrossanitário, combate a incêndio, lógica e de SPDA. Todos os projetos foram sendo compatibilizados individualmente com os demais, partindo na mesma configuração exibida no Quadro 4, evidenciando-se cada incompatibilidade ou interferência.

Com vistas à facilitação do processo e da observação, foram ativados layers de forma esquematizada, utilizando-se também as cores como meio de diferenciação, cada projeto apresentava uma única cor, por exemplo, o arquitetônico era completamente branco, e os demais tinham cores específicas.

Quadro 4 – Análise da compatibilização do Projeto arquitetônico X Projetos complementares.

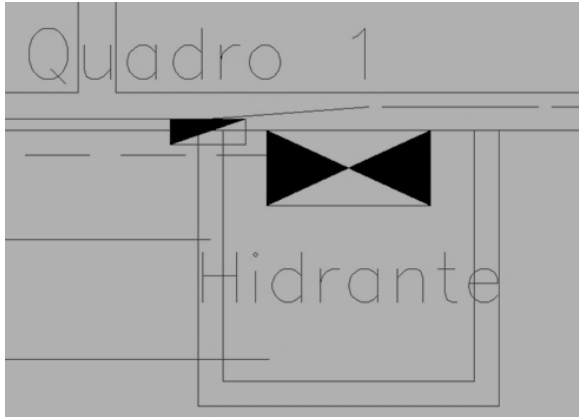
Projetos	Elementos	Itens / Localização	Incompatibilidades / Interferências	Recomendações
Arquitetônico X Elétrico	Alvenaria	Todas	Alvenaria do projeto elétrico é incompatível com a alvenaria do projeto arquitetônico	Fazer o alinhamento
	Jardineira	Localizada ao lado da rampa	O tamanho não está compatível	Sintonizar o projeto elétrico com o arquitetônico
Arquitetônico X Elétrico X Hidrossanitário	Lavatórios	Todos	Posicionamento diferente entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário	Reposicionar os lavatórios
Arquitetônico X Elétrico X Hidrossanitário X Combate a incêndio	Alvenaria	Todas	Alvenaria do projeto de combate a incêndio é incompatível com a alvenaria do projeto arquitetônico	Fazer o alinhamento
	Hidrante	Localizado próximo a entrada do auditório	Próximo ao quadro de distribuição do projeto elétrico	Reposicionar um dos elementos
	Lâmpadas de emergência	Todas	Quantidades e posicionamentos diferentes entre o projeto elétrico e o de combate a incêndio	Adequar os projetos

Arquitetônico X Elétrico X Hidrossanitário X Combate a incêndio X Lógica	Alvenaria	Todas	Alvenaria do projeto de cabeamento lógico é incompatível com a alvenaria do projeto arquitetônico	Fazer o alinhamento
	Jardineira	Localizada ao lado da rampa	O tamanho não está compatível.	Sintonizar o projeto elétrico com o arquitetônico
Arquitetônico X Elétrico X Hidrossanitário X Combate a incêndio X Lógica X SPDA	Todos	Todos	Compatível	Nenhuma consideração significativa

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

Diante das análises apresentadas no Quadro 4, salienta-se os problemas encontrados nos projetos hidrossanitário e de combate a incêndio. No projeto de instalações hidrossanitárias, verificou-se que os lavatórios planejados estão incompatíveis, necessitando de adaptações nos seus posicionamentos. Com relação ao projeto de combate a incêndio, o hidrante situa-se a 8 centímetros do quadro de distribuição 1. Recomenda-se o reposicionamento do hidrante, com a finalidade de evitar curtos circuitos em casos de acidentes ou má utilização, Figura 35. Com o levantamento fotográfico da edificação constatou-se que o hidrante foi reposicionado e locado distantemente do quadro de distribuição, Figura 36.

Figura 35 – Ilustração da incompatibilidade encontrada entre o hidrante e o quadro de distribuição 1.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Figura 36 – Imagem do procedimento executivo do hidrante.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Por último, evidencia-se a integração do projeto de combate a incêndio com o de instalações elétricas, em razão de encontrarem incompatibilidades em relação às lâmpadas de emergências.

Com a visita a campo, constataram-se modificações no edifício que não foram projetadas e não observadas em face da sobreposição dos projetos. Relata-se a instalação de um tanque de lavar na área destinada ao depósito de material de limpeza, cuja implantação não consta no projeto arquitetônico, Figura 37.

Figura 37 – Imagem de um tanque de lavar instalado no depósito.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Também houve alterações no projeto SPDA, notou-se o aumento na quantidade de pontos de descida e o reposicionamento. Aumentaram para 16 pontos, e foram distribuídos em 8 pontos para cada lado da edificação, Figura 38.

Figura 38 – Imagem do edifício com vistas aos pontos de descida do projeto SPDA.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Relata-se ainda, a constatação de pilares encontrados em algumas salas, que extrapolavam o limite de saliência. Embora, não tenham sido projetados pilares com essa configuração, foram detectados “in loco”. A motivação que proporcionou a modificação na seção dos pilares na fase de execução foram às tubulações para passagem de águas pluviais provenientes do sistema de canalização de águas na cobertura do edifício, Figuras 39 e 40.

Figura 39 – Imagem de pilar incompatível.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Figura 40 – Imagem de pilar incompatível.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

6.3 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL X COMPLEMENTARES

A análise da compatibilização do projeto estrutural com os projetos complementares, ocorreu através da sobreposição da planta de locação de vigas – nível 3 com as plantas dos projetos elétrico, hidrossanitário, combate a incêndio, lógica e de SPDA.

Vale ressaltar, que os projetos complementares já tinham sido compatibilizados entre si, então só necessitou compatibilizar o projeto estrutural com cada projeto complementar individualmente, sem sobrepor os demais no mesmo desenho.

Quadro 5 – Análise da compatibilização do projeto Estrutural X Projetos complementares.

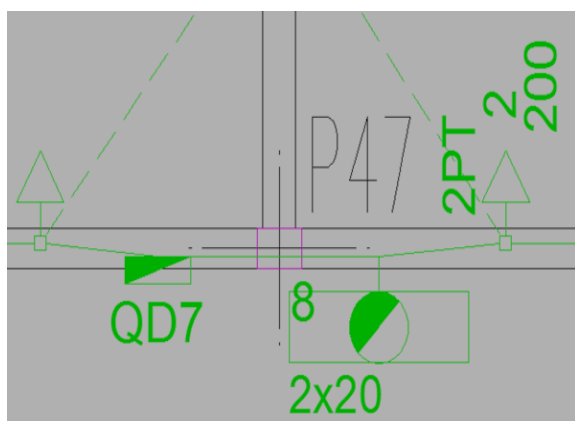
Projetos	Elementos	Itens / Localização	Incompatibilidades / Interferências	Recomendações
Estrutural X Elétrico	Eletrodutos	P29, P33, P43, P47, P53, P57, P60, P64, P68 e P85	Intersecção dos eletrodutos com os pilares	Redirecionar os eletrodutos
	Interruptor	P60	Interruptor acoplado no pilar	Reposicionar o interruptor
	Tomada baixa	P73 e P50	Tomada acoplada no pilar	Reposicionar a tomada
Estrutural X Hidrossanitário	Coluna de água fria	V-3211 e V3205	Coluna de água fria passando pelas vigas	Prever na estrutura a passagem da coluna de água

	Tubulação	P13, P14 e P16	Intersecção de tubulação com os pilares	Reposicionar a tubulação
Estrutural X Combate a incêndio	Todos	Todos	Compatível	Nenhuma consideração significativa
Estrutural X Lógica	Tomada RJ-45	P25, P49, P73 e P95	Intersecção de tomadas com os pilares	Reposicionar as tomadas.
Estrutural X SPDA	Todos	Todos	Compatível	Nenhuma consideração significativa

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

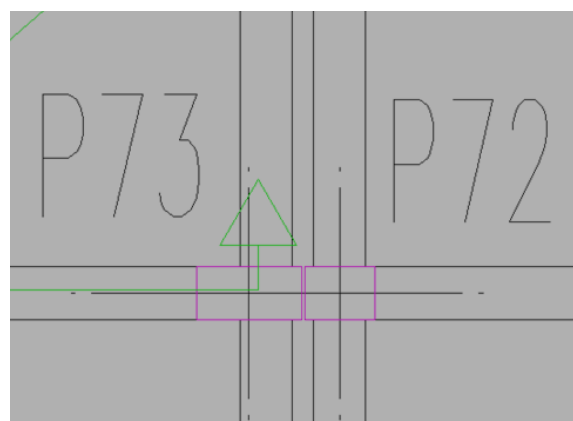
Diante das análises expostas no Quadro 5, observam-se várias interferências físicas, em virtude da falta de integração do projeto estrutural com os projetos complementares. Evidenciam-se, através de imagens, as incompatibilidades encontradas com relação à sobreposição do projeto de instalações elétricas com o projeto estrutural, Figuras 41 e 42.

Figura 41 – Ilustração da interferência do eletroduto com o pilar 47.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Figura 42 – Ilustração da interferência da tomada com o pilar 73.

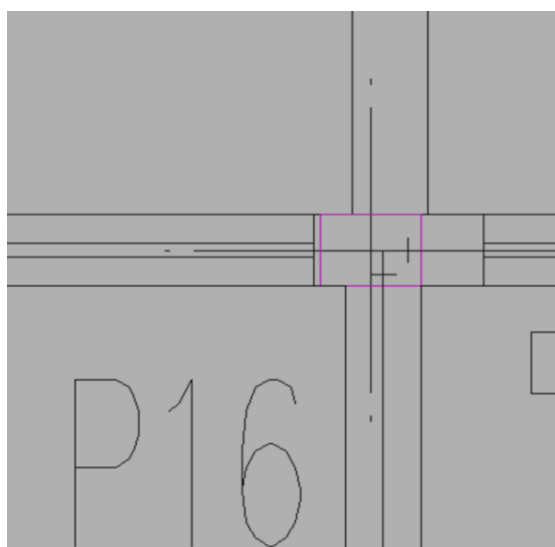


Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Com relação às adequações necessárias, relatam-se também, as relevantes modificações nos posicionamentos dos eletrodutos rígidos de PVC (Policloreto de Vinila), nos interruptores paralelos duas teclas e nos pontos de tomadas universais (2x) 2P + T baixas, que foram encontradas interferências com os pilares.

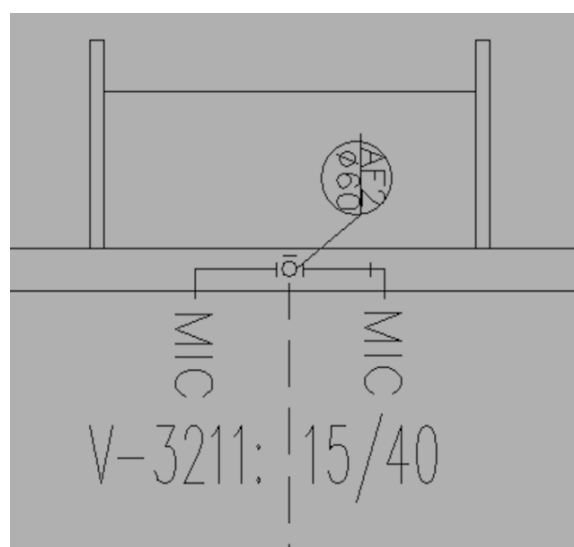
As alterações no projeto hidrossanitário são referentes às tubulações configuradas para a distribuição de água e das colunas de água fria. Considerando a imposição de furos nos pilares e nas vigas, torna-se aconselhável o reposicionamento das tubulações, devido o fato de não ter sido previsto no projeto estrutural, no qual submeteria percas efetivas da eficiência dos elementos estruturais, Figuras 43 e 44.

Figura 43 – Ilustração da interferência da tubulação com o pilar 16.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

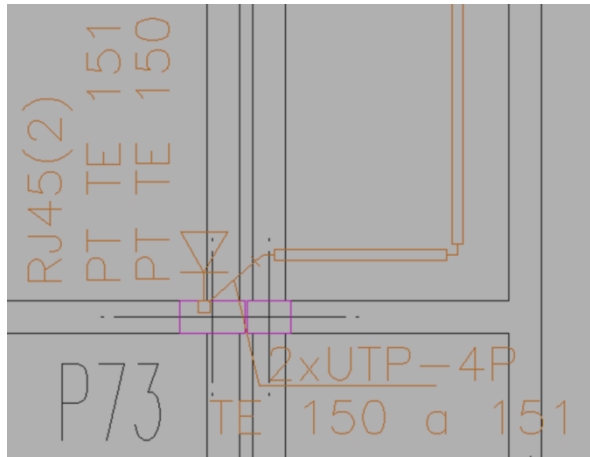
Figura 44 – Ilustração da interferência da tubulação da coluna de água fria com a viga 3211.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

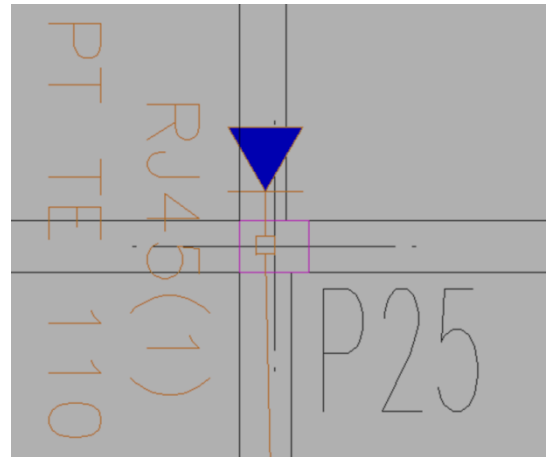
Em detrimento das incompatibilidades visualizadas no projeto de cabeamento lógico de telefonia e rede, configurando-se em variação na posição das tomadas RJ-45, baixa e alta, que estão interseccionadas com os pilares, exhibe-se a incompatibilidade observada na superposição das plantas, Figuras 45 e 46.

Figura 45 – Ilustração da interferência da tomada com o pilar 73.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Figura 46 – Ilustração da interferência da tomada com o pilar 25.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2015.

Algumas observações puderam ser feitas a partir dos procedimentos de compatibilização realizados entre os projetos do edifício. Primeiramente, os projetos complementares, com exceção do de combate a incêndio, estavam todos com dimensões desconformes com o projeto arquitetônico. Também se observou a não consideração da junta de dilatação em nenhum outro projeto além do estrutural, ocasionando inúmeros conflitos existentes advindos dessa incompatibilidade principal. Por fim, a constatação da carência de informações em alguns projetos, havendo espaços para subjetividades nas ações executivas, propiciando o surgimento de imprevistos no canteiro.

7 CONCLUSÕES

Através do estudo de caso, com ênfase na compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário, de combate a incêndio, lógico e de SPDA, pôde-se compreender a metodologia do projeto integrado. Considerando-se que a representação gráfica e a padronização dos arquivos são fatores importantíssimos nos processos de compatibilização, contribuindo significativamente nos procedimentos e na identificação das interferências, as representações gráficas e textuais dos projetos mostraram-se ser a primeira complicação na fase de compatibilização, por duas razões: correlação com o processo de sobreposição dos projetos, com a utilização dos layers dos desenhos, em desacordo com o proposto pela AsBEA; e a despadronização dos desenhos, dificultando a intercambialidade dos arquivos, pois, no processo de compatibilização é imprescindível a troca de informações projetuais.

A compatibilização dos projetos demonstrou-se ser um instrumento eficaz e determinante na prevenção de erros, interferências e incompatibilidades que podem ser facilmente resolvidas na fase de concepção, melhorando a qualidade e posteriormente a construtibilidade e a racionalidade da obra, diminuindo as problemáticas encontradas no canteiro de obras. Embora a sobreposição dos desenhos em 2D tenha-se mostrado pertinente, durante o processo de compatibilização, o ambiente bidimensional por vezes, dificultava o entendimento e compreensão das incompatibilidades e interferências físicas nos projetos analisados, recomendando-se a utilização do ambiente virtual tridimensional dos elementos gráficos.

O percurso metodológico da pesquisa possibilitou as análises dos projetos em três etapas, arquitetônicos e projeto estrutural, arquitetônico e complementar e por último, estrutural e complementares revelando problemas de ordem projetual e construtivas evidenciados nas incompatibilidades concretas dos projetos, comprovando o ineficiente planejamento das etapas de projeção do Bloco de Salas de Professores I. Importa mencionar que as falhas no desenvolvimento dos projetos denotam improvisações e transtornos durante a fase de execução da obra refletindo na qualidade final do produto projetado e construído.

Por fim, a discussão envolvendo todas as disciplinas de projetos, trouxe os apontamentos de questões essenciais da fase de concepção de projetos, contribuindo com a inter-relação da arquitetura com a engenharia civil e suas diversas especialidades, corroborando com estudos técnicos, científicos e metodológicos no campo da projeção e compatibilização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.531**: Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEA. **Manual de diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD**: integração entre projetistas, construtoras e clientes. São Paulo: Pini, 2002.

_____. **Manual de escopo de projetos e serviços de arquitetura**. São Paulo: Pini, [entre 2002 e 2012].

BRASIL. **Lei nº 5.194, de 21 de dezembro de 1966**. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL – CAU/BR. **Resolução nº 51, de 12 de julho de 2013**. Dispõe sobre as áreas de atuação privativas dos arquitetos e urbanistas e as áreas de atuação compartilhadas com outras profissões regulamentadas, e dá outras providências. Brasília, 2013.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA. **Manual de procedimentos para a verificação do exercício profissional**. Brasília, 2015.

_____. **Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005**. Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília, 2005.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia bim para compatibilização de projetos**. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 329 f. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: SEAD, 2009. 120 p.

MELHADO, Silvio Barrantino. **O conceito de projeto na construção do edifício**: diretrizes para sua elaboração e controle. 139. ed. São Paulo: 1995. 20 p. ISSN 0103-9830.

MELHADO, Silvio Barrantino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 294 f. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MIKALDO JR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e em 3D com uso de TI**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NOVAES, Celso Carlos. **Adequação do processo de projeto de edificações aos novos paradigmas econômico-produtivos**. Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2002.

PICCHI, Flávio Augusto. **Sistemas da qualidade**: Uso em empresas na construção de edifícios. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SANTOS, Guilherme Souza. Como a compatibilização de projetos pode diminuir custos, gastos e retrabalhos na Construção Civil. **Especialize**, Santa Catarina, v. 1, ed. 9, p.1-23, dez. 2014.

TAVARES JR, Wandemberg. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

TZORTZOPOULOS, Patrícia. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadas de pequeno porte**. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.