



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

Rafael Lucas do Nascimento

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof^o. Eduardo Linhares Qualharini

RIO DE JANEIRO

Agosto de 2015

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

Rafael Lucas do Nascimento

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinada por:

Prof. Eduardo Linhares Qualharini (orientador).

Prof^a. Isabeth da Silva Mello – MS.c

Prof. Willy Weissshuhn – MS.c

RIO DE JANEIRO

Agosto de 2015

Nascimento, Rafael Lucas.

Compatibilização de Projetos em Edificações / Rafael Lucas do Nascimento – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015.

XII, 55 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

Projeto de graduação – UFRJ/ Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2015.

Referências bibliográficas: p. 52-53.

1. Introdução. 2. Conceitos de Projetos X Suas Compatibilizações. 3. O Agente Compatibilizador. 4. Inovações Tecnológicas. 5. Considerações finais.

I. Eduardo Linhares Qualharini. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Engenheiro Civil

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, à família, a meu pai Sr. DOMINGOS AMARO DO NASCIMENTO, em memória de minha mãe, Sra. JOVELINA FERNANDES DO NASCIMENTO, e meus irmãos MIGUEL ÂNGELO DO NASCIMENTO e MARIA ANGÉLICA DO NASCIMENTO.

Agradeço à UFRJ representada pelo meu orientador EDUARDO LINHARES QUALHARINI, a todos os colegas de faculdade, em especial LUIZ HENRIQUE DA COSTA OSCAR, por ceder sua casa para podermos projetá-la, para servir de aprendizado e ser atual local de estudos, e também sua esposa BRUNA dando total apoio e preparando deliciosos lanchinhos, a ANDRÉ PIMENTA CELESTE e à VANESSA PIO TORRES DE SÁ pela grande jornada de estudo e fabricação de trabalhos e incentivos.

Ao Eng. SÉRGIO MARTINHO CELESTE por me passar toda experiência e ter total confiança no meu aprendizado e também por ter me apresentado ao Eng. OSWALDO NUNES FERNANDES e a EDUARDO NUNES FERNANDES da CAD Projetos e ter cedido um espaço para o meu estágio.

Ao Prof. LUIZ MARCO PEREIRA CAVALCANTI, por reforçar meus estudos de cálculo e física além de ser exemplo de pessoa “que faz o bem sem olhar a quem”.

E a todos os tios e primos, que apesar de serem muitos e espalhados pelo Brasil afora, não me deixam de dar apoio, paciência, puxões de orelhas e incentivos que muito contribuíram para me tornar uma boa pessoa e um futuro bom profissional.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Compatibilização de Projetos de Edificações

Rafael Lucas do Nascimento

Agosto/2015

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

Curso: Engenharia Civil

Resumo

Esta pesquisa é uma descrição dos condicionantes para a compatibilização de projetos de edificações no município do Rio de Janeiro, com suas aplicações e necessidades, para conhecimento dos profissionais da construção civil, buscando melhorias na racionalidade, na construtibilidade e na gestão de qualidade de obras civis através da compatibilização.

Palavras-chave: compatibilização de projetos, racionalização, eficiência.

Abstract of Monograph present to Poli/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for degree of Civil Engineer.

Compatibility of Building Projects

Rafael Lucas do Nascimento

August/2015

Advisor: Eduardo Linhares Qualharini

Course: Civil Engineering

Abstract

This research is a description of the conditions for the compatibility of building projects in the municipality of Rio de Janeiro , with its applications and needs for knowledge of construction professionals seeking improvements in rationality, constructability and quality management of civil works compatibility.

.

Keywords: Project Compatibility, Rationalization, Efficiency.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.2 OBJETIVO	5
1.3 METODOLOGIA	5
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	5
2. CONCEITOS DE PROJETOS X SUAS COMPATIBILIZAÇÕES	
2.1 DEFINIÇÕES DE PROJETO.....	7
2.2 CONCEITOS DE COMPATIBILIZAÇÃO	8
2.3 ARQUITETURA	10
2.4 ESTRUTURAL.....	14
2.5 ELÉTRICO	18
2.6 HIDRO-SANITÁRIO.....	19
3. O AGENTE COMPATIBILIZADOR	
3.1 DEFINIÇÕES DOS ENVOLVIDOS	21
3.2 QUAIS AS RESPONSABILIDADES?.....	21
4. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	
4.1 SISTEMA BIM (<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>)	27
4.2 USO DE EQUIPAMENTO COM RAIOS <i>LASER</i>	30
4.3 UTILIZAÇÃO DE GPS	32
4.4 MAQUETES ELETRÔNICAS.....	34
4.5 USO DE APARELHOS PARA COLETA DE DADOS.....	35
4.6 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS COM MÍDIAS ELETRÔNICAS ...	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	
5.1 COMENTÁRIOS	41
5.2 SUGESTÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
INDICAÇÕES ELETRÔNICAS.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contexto de construtoras em seus projetos -	1
Figura 2 – Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases	3
Figura 3 – Causas de patologias de construções -	3
Figura 4 – Incompatibilização do projeto de estrutura com projeto hidráulico	9
Figura 5 – Fases do ciclo de vida do projeto ao longo do tempo	13
Figura 6 – Acidente do viaduto em MG	17
Figura 7 – Estrutura x Instalações elétricas e ar-condicionado	18
Figura 8 – Posição de furos nas vigas para passagem de instalações.....	20
Figura 9 – Responsabilidades de um compatibilizador	22
Figura 10 –Estruturação de uma equipe de compatibilização de projetos:	24
Figura 11 – Fluxograma de fases e atividades na compatibilização:	26
Figura 12 – Modelagem no Revit:.....	28
Figura 13 –: Biblioteca da PUC-RJ:.....	29
Figura 14 – <i>Laser Scanner</i> ;	30
Figura 15 – <i>Laser scanner + Revit</i> da AutoDesk	31
Figura 16 – “Robô construtor”	32
Figura 17 – Uso do GPS no canteiro	33
Figura 18 – Residência projetada no condomínio Alphavile Barra da Tijuca - RJ	34
Figura 19 – Solução adotada para a garagem da residência	35
Figura 20 – <i>Palm Top</i>	36
Figura 21 – PDA.....	36
Figura 22 – Determinação do nível através de mangueira de borracha	37
Figura 23 – Equipamentos tradicionais de medições	37
Figura 24 – Trena a laser	38
Figura 25 – Nível a laser	38
Figura 26 – Drone no canteiro de obras	39
Figura 27 – Características dos Drones	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo das fases de projeto até a legalização.....	12
Quadro 2 – Resumo das fases de projeto após licenciamento.....	13
Quadro 3 – Matriz de responsabilidades.	24
Quadro 4 – Correlação entre as disciplinas de projetos.....	25
Quadro 5 – Lista de verificação.....	25

GLOSSÁRIO

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.

AsBEA - Associação Brasileira de Escritório de Arquitetura.

PMI – Project Management Institute.

BIM – Building Information Modeling (Modelo de Informação de Construção).

CAD - Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador).

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo.

DVD – Digital Versatile Disc (Disco digital versátil).

PUC – Pontifícia Universidade Católica.

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global).

PDA – Personal Digital Assistants (Assistente Pessoal Digital).

VANT – Veículo Aéreo não Tripulado.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O início do uso do conceito de compatibilização de projetos é datado do final da década dos anos 80 e início dos anos 90 e usado em larga escala nos dias atuais para qualquer tipo de projetos, seja ele na área de construção civil ou em qualquer área da engenharia.

Na década de 80 essa concepção era presente em grandes construtoras que possuíam seus próprios escritórios nos andares de suas sedes onde se concentravam a maioria dos profissionais que elaboravam os projetos (arquitetos, engenheiros, projetistas, calculistas, desenhistas, entre outros).

Com as mudanças políticas econômicas vividas na época, houve um enfraquecimento na indústria da construção e essas construtoras precisaram enxugar seus quadros de profissionais fazendo com que os profissionais que se desligaram das grandes construtoras formassem pequenos escritórios ou profissionais autônomos. Em meados dos anos 90 e início do ano 2000 ocorreu uma nova reformulação nas grandes construtoras, que passaram a gerenciar os projetos e terceirizaram algumas partes deles. Isso fez surgir a importante figura de um profissional que compatibilize ou organize todas as informações das partes de um projeto para conceber um projeto maior como um todo.

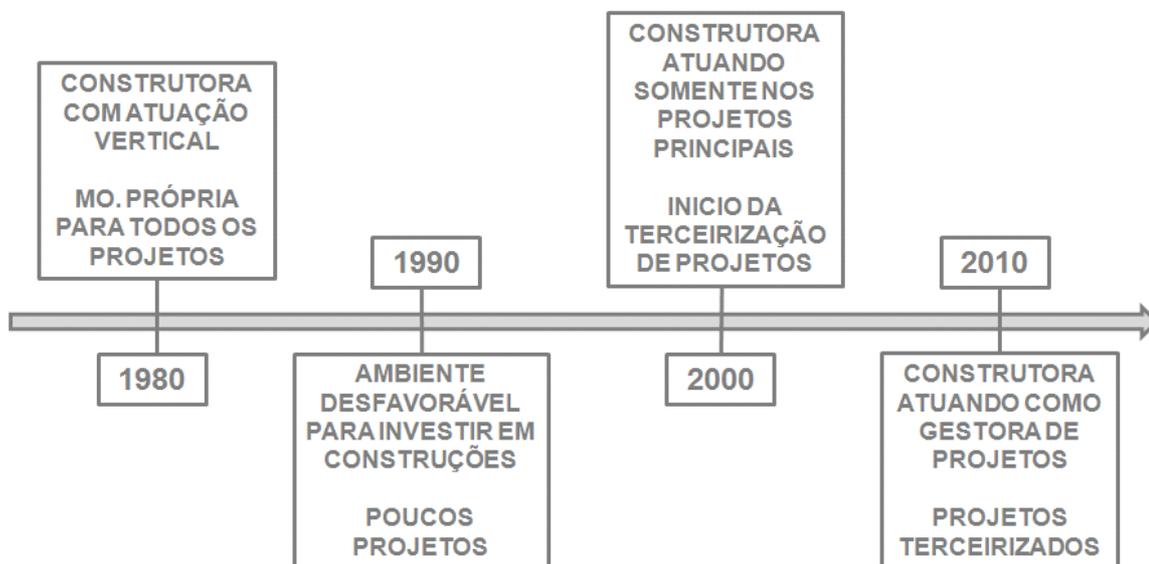


Figura 1: Contexto de construtoras em seus projetos.

Fonte: Autor.

Toda essa transformação ao longo de décadas, tanto no âmbito cultural quanto na parte tecnológica, influenciam diretamente os profissionais que estão ligados à concepção de projetos. Esses projetos devem estar cada vez mais adequados a inovações tecnológicas, atendendo às expectativas de quem usa técnicas construtivas, os construtores, e à qualidade e eficiência atendendo aos clientes.

De acordo com FABRÍCIO (2002) o desafio do estudo de viabilidade e concepção de projeto é saber as tendências de mercado e, a saber, compreender os clientes. Na maioria dos casos, os anseios da clientela são inconclusivos, muito ambiciosos, gerando dificuldades na idealização do produto. É preciso negociar as ideias de tal forma a satisfazer clientes e o mercado competitivo da construção.

Dentro desse contexto encaixam-se obras de pequeno, médio e grande porte, inclusive obras de infraestrutura. As obras de edificação de residências com um ou múltiplos pavimentos passam por uma espécie de padrão arquitetônico para que este satisfaça ao maior número de clientes. Esta padronização de projeto permite a utilizações de soluções combinadas entre si, com shafts, prumadas, modulações, sistema estrutural e rede de distribuição que necessitam de compatibilização das respectivas soluções.

Mesmo que haja um padrão de projetos no mercado, na engenharia civil nenhum projeto é exatamente igual a outro. Todo projeto terá sua peculiaridade, especificidades definidas por particularidades locais de implantação do seu entorno ou imposição de mercado. Resultado disso é a geração de características construtivas específicas que demandará subprojetos de diversas especialidades necessários para executar a construção.

Com base na evolução nos métodos construtivos e nos métodos de concepção de projeto destaca-se a importância de se explorar ao máximo o tempo na hora da concepção, para que se evitem problemas futuros nas fases posteriores, buscando assim uma melhoria contínua na qualidade, além da economia de tempo e insumos. Exemplificando isso, tem-se um gráfico representativo de custo x tempo na página seguinte. Segundo ÁVILA (2011), à medida que as etapas de projeto avançam, menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção. Com isso, a necessidade de retrabalho tanto construtivo quanto projetual tornarão o empreendimento menos competitivo junto ao mercado, devido ao aumento do tempo e do custo de produção. Análises mais aprofundadas nas etapas iniciais do projeto tendem a gerar maior economia ao empreendimento.

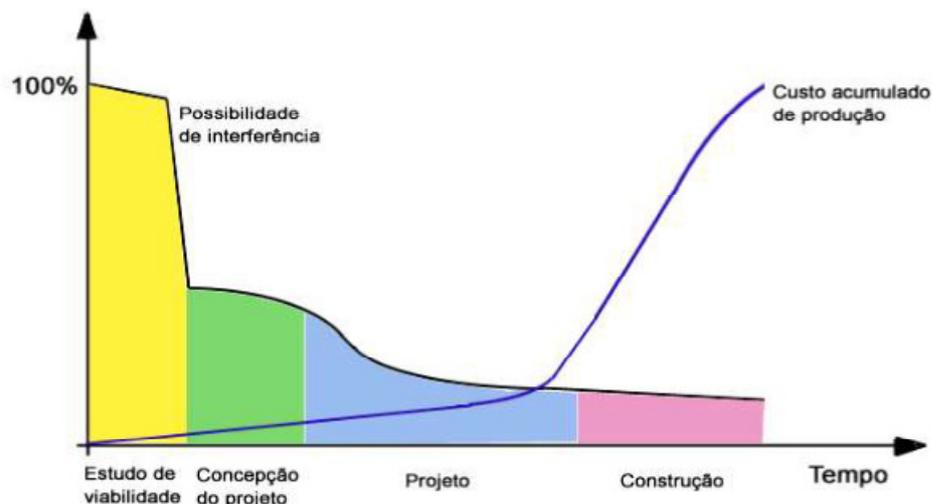


Figura 2: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases - Fonte: Silvio Melhado palestra (AEASC 2010)

Quando a fase de projeto é pouco explorada, os projetos são entregues para fase construtiva com deficiência de informações, ocasionando perda da eficiência na execução e prejuízos nas características do produto que foram idealizadas. Isso é constatado com o grande número de patologias dos edifícios e os gastos com o retrabalho. Isto pode ser retratado através do seguinte gráfico:

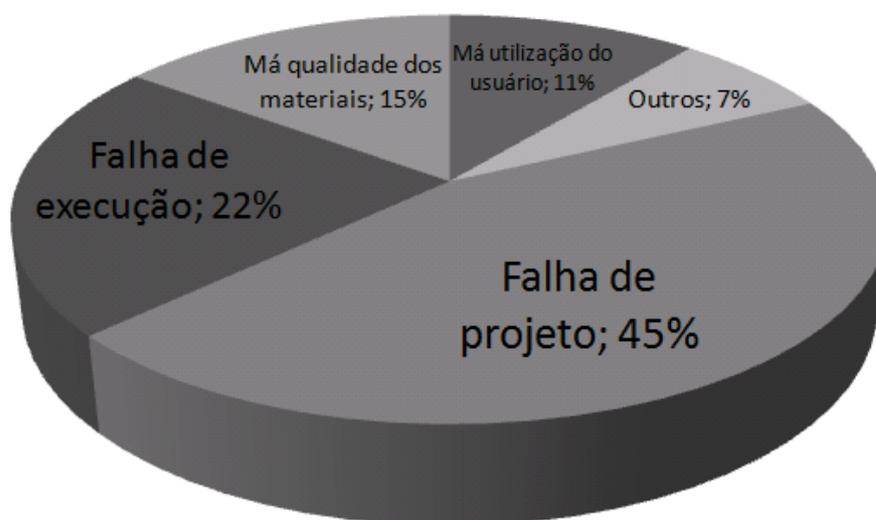


Figura 03: Causas de patologias de construções
Fonte: <http://ibape-rs.org.br/> (2013)

O projeto de uma edificação e junção de outros pequenos projetos. Com a diversificação dos projetos em escritórios diferentes, as informações contidas nesses projetos tem que ser homogeneizada para que haja uma sintonia durante o gerenciamento dessas informações. Se essas informações não são processadas corretamente, ocorrerão problemas na concepção do

produto que, no caso, é a edificação. Surgem, então, problemas de planejamento, orçamento, gasto excessivo de material e outros. Portanto, tudo depende da fase conceitual com a elaboração dos estudos preliminares de viabilidade, consultas aos possíveis clientes e que o projeto comece sendo elaborado de forma precisa. Isso influencia diretamente as fases seguintes para a continuidade da elaboração do projeto.

Numa época em que se fala em qualidade e, por via de consequência, em produtividade, é preciso que o gerenciamento de um projeto seja feito como um todo, concatenando-se recursos humanos, materiais, equipamentos, de forma a obter-se o produto desejado - a obra construída - dentro dos parâmetros de prazo, custo, qualidade e risco previamente estabelecidos.

Atualmente ocorre um apelo por uma indústria de construção civil mais racionalizada. Esse conceito ainda encontra resistência, pois a indústria da construção ainda está apegada a métodos ultrapassados comparados aos outros setores da indústria. Hoje a falta de racionalização observadas nas obras é consequência da grande distância existente entre projeto e execução.

Comparando a construção civil a outros setores industriais, pode-se dizer que se encontra um pouco atrasado no que diz respeito, por exemplo, à produtividade levando em conta o grau elevado da complexidade de se instalar, gerenciar e movimentar essa indústria devido a aspectos sociais, econômicos, intempéries, ambiente insalubres, etc.

A baixa produtividade citada no parágrafo anterior é o desafio atual da construção. Esse é um problema que existe nas obras e sua causa poderá ser um conjunto de fatores como desperdício de materiais, mão de obra desqualificada e baixo nível de industrialização. O problema se propaga até chegar aos resultados das margens de lucros de empreendedores, causando prejuízos significativos nas contas afetando, assim, todo o ciclo de implantação do empreendimento.

As anomalias que surgem durante o ciclo de vida de um empreendimento basicamente se dão em decorrência de falhas na coordenação, isso leva a um custo elevado de desperdícios originados pela falta de racionalização. A falta desse controle gera superdimensionamento dos sistemas, paradas e retrabalhos por interferências de projeto, informações incompletas ou incorretas, emprego de materiais não padronizado e maior uso de mão de obra pela falta de construtibilidade. Com base nesse contexto, é essencial, para a indústria da construção civil, uma especial atenção para a compatibilização e desenvolvimentos de projetos, a fim de garantir melhorias no controle de qualidade.

A corrente de pensamento para inovações no mercado da construção tem cobrado das empresas construtoras uma constante busca de redução de custos e prazos e, conseqüentemente, uma mudança estratégica e operacional frente a esse paradigma, sem, contudo, sacrificar a qualidade do produto final, buscando sempre superar padrões de qualidade.

Para buscar a qualidade do produto final temos que tratar o projeto com elemento principal, a fim de poder criar uma relação estreita com a execução no sentido de aperfeiçoar e agregar valor ao empreendimento.

Outro aspecto importante a ser abordado é o gerenciamento das informações que compõe o projeto e também geradas ao longo de sua produção. São documentos, tabelas e desenhos que, se gerenciados com eficiência, poderão gerar ganhos no custo e tempo de processamento das informações, isso decorrente da evolução de um setor que cresce em todos os setores da indústria, a Tecnologia da informação (TI).

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é apresentar boas práticas para compatibilização de projetos no município do Rio de Janeiro, contribuindo para a melhoria sistêmica na execução dos projetos, bem como a integração entre as áreas que compõem um projeto. Buscar inovações tecnológicas que possam facilitar a execução da compatibilização entre escritórios e canteiros de obras.

1.3 METODOLOGIA

A fim de alcançar os objetivos propostos, foram realizadas extensas pesquisas bibliográficas sobre o tema. Foram coletadas informações a partir da leitura de guias de procedimentos para elaboração de projetos, normas envolvidas e constante levantamento de informações com profissionais atuantes no mercado de trabalho.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é composto de cinco capítulos desenvolvidos de forma a promover um entendimento sobre o cenário atual do mercado da construção civil, os princípios da compatibilização de projetos.

O primeiro capítulo trata do objetivo do presente trabalho, descreve a metodologia e os fundamentos teóricos que serviram de base para a pesquisa.

O segundo capítulo tem como objeto de estudo uma abordagem sobre a conceituação das áreas envolvidas no projeto de uma edificação, a saber, a arquitetura, estrutura, elétrica e hidráulica. Traçando assim seus objetivos e confrontando profissionais e compatibilizações envolvidas.

O terceiro capítulo discorre sobre o papel dos profissionais envolvidos na gerência, na coordenação de projetos e no acompanhamento das obras. Cada profissional pode assumir o papel de ser um compatibilizador do projeto.

O quarto capítulo apresenta inovações tecnológicas em equipamentos e técnicas com o intuito de torná-los facilitadores na hora de compatibilizar, identificar falhas, corrigir e executar os projetos, buscando melhorias no processo produtivo da construção.

O quinto e último capítulo expõe as considerações finais do trabalho, externando os benefícios trazidos pelas aplicações da compatibilização e, em sequência, apresenta as referências bibliográficas da dissertação.

2. CONCEITOS DE PROJETOS X SUAS COMPATIBILIZAÇÕES

2.1 DEFINIÇÕES DE PROJETO

De acordo com a norma brasileira NBR: 13.531:1995, a elaboração de um projeto é definida como a antecipação da fabricação do objeto a ser projetado, que no caso se trata de edificações, sendo respeitados todos os princípios técnicos existente em arquitetura e engenharia. Ela descreve as etapas de projetos desde a sua etapa inicial, do levantamento topográfico até o projeto para execução.

A norma NBR: 5674:1999 faz uma abordagem sobre o projeto afirmando que ser uma atividade que descreve graficamente ou textualmente um serviço ou obra de arquitetura, ou engenharia, atribuindo suas características técnicas, econômicas, financeiras e legais.

O projeto é uma tarefa complexa que visa alcançar soluções criativas, belas, funcionais e econômicas. Além de responder às necessidades de seu cliente e se ajustarem coerentemente ao meio ambiente.

Exige o conhecimento de elementos, técnicas e estilos, de tal forma que consiga combinar a forma e a função para atingir os efeitos pretendidos.

Projeto não é simplesmente apresentar um belo desenho, mas sim todas as suas especificações e ideias que levam à criação do desenho.

Sua conceituação é na sua essência, como foi descrito acima, mas com as transformações sofridas ao longo do tempo no setor de incorporações e das empresas construtoras, esse termo vem se atualizando de forma a acompanhar a modernização e os avanços tecnológicos.

De acordo com ADESSE e MELHADO (2003), “As empresas constataram que se tornou fundamental a utilização de critérios que assegurem a racionalização da obra e a construtibilidade, o que exige projetos adequados e harmônicos entre si. A coordenação dos diversos projetos que compõem a construção de um edifício passou a ser necessária e imprescindível para um resultado final coerente com os padrões de qualidade vendidos e almejados.”.

Nos dias atuais, qualquer empresa que quiser competir e sobreviver no mercado terá que usar como base a racionalização e a construtibilidade na construção. Portanto, faz-se necessária a elaboração de uma gestão coordenada da construção, para que ao longo de todas as fases, traga resultados satisfatórios na redução de custos, tempo e materiais, destacando-se a importância do plano em qualquer projeto para efetivamente colocar em prática a

racionalização. A ferramenta para início de racionalização e melhoramento da construtibilidade é a compatibilização adequada dos projetos envolvidos e planejamento e controle.

Planejar e controlar o projeto são atividades mutuamente exclusivas: uma não existe sem a outra. Inicialmente é preciso planejar sua duração em todas as suas fases. Para isso se deve conhecer em detalhe cada componente do produto; definir os tipos de insumos a serem empregados e, cruzando-os com seus componentes, estabelecer um plano de contas. Deve-se também estabelecer a estrutura organizacional que se implementará no projeto, definindo logo um responsável para cada componente do produto.

Depois, é preciso quantificar os recursos necessários à execução e saber como distribuí-los ao longo das atividades que compõem o projeto. Em seguida, orçar os custos, diretos e indiretos, de tais recursos e distribuí-los ao longo do tempo, obtendo-se o cronograma físico-financeiro.

Paralelamente é preciso coletar dados durante sua execução, transformá-los em informações e com elas alimentar o sistema de controle do projeto. Comparar o que foi planejado com os resultados obtidos e, se necessário, corrigir os desvios por meio de ordens de alteração às partes envolvidas. Tais correções de desvios são feitas nos cronogramas, como também nos orçamentos planejados, tantas vezes quantas forem necessárias para manter o projeto no rumo desejado.

De acordo com o PMI: “Projeto é uma iniciativa não rotineira, de natureza temporária, com início, meio e fim, caracterizada por uma sequência clara e lógica de eventos, com objetivo e/ou metas bem definidas, que se destina a criar um produto ou um serviço novo, apresentando parâmetros pré-definidos de tempo, custo, equipe de qualidade, que conduzam a resultados exclusivos. Por vezes o projeto pode apresentar características de uma elaboração progressiva.”.

2.2 CONCEITOS DE COMPATIBILIZAÇÃO

Partes de alguma coisa devem ocupar o mesmo espaço de maneira harmoniosa sem que ocorram conflitos entre eles, este é a significação dos conceitos de compatibilização. No caso da engenharia civil, essa alguma coisa pode ser exemplificado através de informações, memórias de cálculos e desenhos. Tais informações precisam ser consistentes e terem confiabilidade a fim de que tudo ocorra com transparência até a entrega da obra e durante a utilização e manutenção da edificação.

O objetivo é destacar a importância da compatibilização e destacar tudo que está ao seu redor envolvido com ela. Observar que tal prática pode ser utilizada desde pequenas a grandes obras, por pequenas e grandes construtoras. Torna a compatibilização uma prática rotineira nos escritórios, assim como se faz rotineiramente medições, verificações, checklist em projetos e obras. Tentar acabar com o estigma de que reunião de compatibilização de projetos não dá em nada e sempre se torna um grande bate papo entre amigos e colegas de profissão.

Segundo CALL V. LIMMER (1997) o que se pode observar, tanto na execução quanto no gerenciamento da maior parte das construções habitacionais, é a predominância de um sistema informal. Não há, entre as várias equipes participantes do processo, a integração mínima e necessária para racionalizar os procedimentos de implementação do projeto.

Assim, o arquiteto desenvolve o projeto de arquitetura, com base no qual o engenheiro de estruturas lança e calcula a estrutura e, por sua vez, os engenheiros de instalações (elétrica, hidráulica, telecomunicações etc.) elaboram o projeto de sua especialidade. Cada um realiza o trabalho segundo a sua percepção, sem trocar informações com os demais integrantes do processo de criação, pois essa troca demanda tempo, e tempo é dinheiro. Surgem daí as incompatibilidades de projeto, que só virão à tona na hora da execução, isto é, durante a obra.

Como exemplos que ocorrem com certa frequência em obras espalhadas por todo país, temos tubos atravessando vigas ou cruzando lajes (onde certamente serão amassados, tornando-se inúteis como condutores); pilares e vigas que formam nichos indesejáveis ou obrigam a um engrossamento de paredes; ou cotas erradas que exigem um retrabalho, havendo até casos de inversão da planta em relação ao terreno.

Na figura 4 a seguir, é indicado patologias devido à falha ou à falta de compatibilização com o projeto estrutural e o projeto hidráulico causando retrabalhos, gasto com tempo e materiais.



Figura 4: Incompatibilização do projeto de estrutura com projeto hidráulico.

Fonte: Autor

2.3 ARQUITETURA

Projeto que tem a função da materialização da ideia, dar formas geométricas do resultado do estudo de viabilidade e o que o cliente deseja. Ele (a) precisa ser multidisciplinar, pois lidará com todo tipo de profissional desde o engenheiro ou mestre da obra ao cliente que pode ser um médico, empresário ou etc.

O Arquiteto (a) deve ser capaz de traduzir as necessidades daqueles que vão ocupar os espaços projetados, através da melhor tecnologia construtiva disponível ou buscando novas soluções, traduzindo suas decisões de projeto em um documento (o projeto de arquitetura), esclarecendo, com todos os detalhes possíveis, como deverá ser conduzida a obra que resultará na edificação construída.

Esse profissional estará presente em todas as fases. Como cabe a si a criação, a ele ficarão delegadas todas as informações para os outros participantes e a gerência e o andamento de sua criação.

Em resumo, tal profissional faz um levantamento de dados que seria o estudo de viabilidade, faz um estudo preliminar da edificação, em seguida, um anteprojeto é concebido. Inicia-se a compatibilização do projeto criado com o que deverá ser legalizado.

De posse de um anteprojeto, o arquiteto encaminha para legalização e em alguns casos, simultaneamente, já se começa a etapa de projetos complementares, que seria o estrutural e sistemas elétricos e hidro sanitários, em que se começa a fase crítica de compatibilizar todas as informações oriundas de diferentes escritórios de diversas especialidades para dar andamento aos projetos.

Segundo SALGADO (2007), o desenvolvimento do projeto de arquitetura pode ser entendido como um processo gerencial, traduzido em uma sequência linear de etapas, que englobam a compreensão do problema, a produção de uma solução projetual e a avaliação desta solução. Mas também precisa ser entendido como um processo criativo, interativo e aberto.

As etapas envolvidas no processo projetual se completam ao longo do tempo com a participação de diversos profissionais / agentes, que com suas características pertinentes a cada uma das diferentes especialidades, geram um ambiente multidisciplinar ideal para o desenvolvimento do empreendimento. O resultado será a elaboração de um projeto executivo, no qual serão interligadas todas as informações dos projetos complementares e suas possíveis incompatibilidades.

Com base no manual de contratação de serviços de arquitetura e urbanismo da AsBEA - Associação Brasileira de Escritórios de Arquiteturas e norma NBR: 13531, podemos definir e detalhar as etapas e os agentes envolvidos.

A primeira etapa é definida com o levantamento de dados para compreender o objetivo do empreendimento, elaboração de um programa de necessidades do cliente, informações sobre a aquisição do terreno e o código de obras do município a ser obedecido pela obra, além de outras informações que se fizerem relevantes no transcorrer do projeto. O arquiteto será o comandante dessa etapa que contará com a participação do cliente e de uma equipe de levantamento topográfico que coletará as informações no local.

Feito isso, a próxima etapa é a elaboração de um estudo preliminar que contará com a participação do arquiteto e do cliente. Tal profissional adotará um partido arquitetônico que deverá constar da configuração da edificação e sua respectiva implantação no terreno, incorporando o desejo definido pelo cliente.

Concluído o estudo anterior, já é possível elaborar um anteprojeto com a participação de um gerenciador e projetistas complementares, somando-se ao arquiteto e o cliente. Com o anteprojeto tem-se um esboço com possíveis soluções e respectivas especificações técnicas. Nessa fase são considerados aspectos construtivos, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica de instalações para fazer uma avaliação de prazo e custo.

Tomadas as decisões pré-estabelecidas anteriormente, o arquiteto está capacitado a elaborar a projeto legal. Essa fase tem como um dos requisitos principais o fato do projeto estar dentro dos parâmetros legais do município e atender ao programa de necessidade do cliente. Cabe ao arquiteto e ao cliente a apresentação de documentação exigida pelos órgãos licenciadores para que a obra funcione dentro da legalidade.

Alguns arquitetos se utilizam de um artifício não recomendado que consiste na entrega do projeto de legalização com algumas particularidades para esconder algumas soluções futuras que serão elaboradas no projeto de execução. Assim, um cômodo da casa que poderá ser lançado como um lavabo ou um depósito poderá se transformar em uma caixa de elevador no projeto de execução. Da mesma forma, o compartimento onde se encontra o projeto do telhado e a localização das caixas d'águas pode ser transformado em um sótão no qual o morador poderá usar para diversas finalidades de seu livre interesse. Todas essas particularidades exemplificadas são para diminuir os encargos na legalização da imóvel e tornar o projeto viável para legalização. Lembrando que o projeto executivo não poderá fugir muito de suas características originais.

Quadro 1: Resumo das fases de projeto até a legalização.

Fase do Projeto	Descrição da Etapa	Agentes/Profissionais
Levantamento de dados	Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno e a consulta ao Código de Obras do Município e demais instrumentos específicos de informação que se façam necessários.	Cliente, arquiteto, topógrafo.
Estudo preliminar	Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração da edificação e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.	Cliente, arquiteto.
Anteprojeto	Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto legal	Constitui no projeto arquitetônico proposto considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.	Cliente, arquiteto, órgãos licenciadores.

Fonte: Adaptado de AsBEA

Com a liberação das licenças de obras, a equipe de projetos, composta de todos os envolvidos anteriormente já está desenvolvendo um pré-projeto executivo. Nessa fase são compatibilizadas todas as informações trocadas pelos participantes que terá como resultado um projeto executivo, compatibilizado e verificado as interferências entre a arquitetura e os demais sistemas para dar início à execução da obra.

Encerrando essa cadeia, compõem-se projetos complementares para detalhamentos de execução de técnicas construtivas, em escala apropriada, para melhor esclarecimento às equipes em campo.

Quadro 2: Resumo das fases de projeto após licenciamento.

Fase do Projeto	Descrição da Etapa	Agentes/Profissionais
Projeto pré-executivo	Consiste no desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação das interferências com os anteprojetos complementares (fundações, estrutura, instalações, etc.).	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto executivo	Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com todos os projetos complementares, com todas as informações necessárias à execução da obra. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto de detalhamento	Complementação do projeto executivo com detalhes Construtivos, em escala apropriada, necessários a um melhor entendimento da obra	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.

Fonte: Adaptado de AsBEA

De acordo com CARL V. LIMMER (1997) convém notar que esta sequenciação não é absoluta, isto é, não se aguarda o fim de uma etapa para se dar início à próxima, mas assim que, atingido certo grau de desenvolvimento de uma etapa, dela se extraem dados para iniciar a seguinte, ganhando-se com isso no prazo total de execução do empreendimento.

Este trabalho é realizado com a integração de todos os participantes do projeto através de um sistema de informações gerenciais que pode ser representado abaixo através da figura 4.

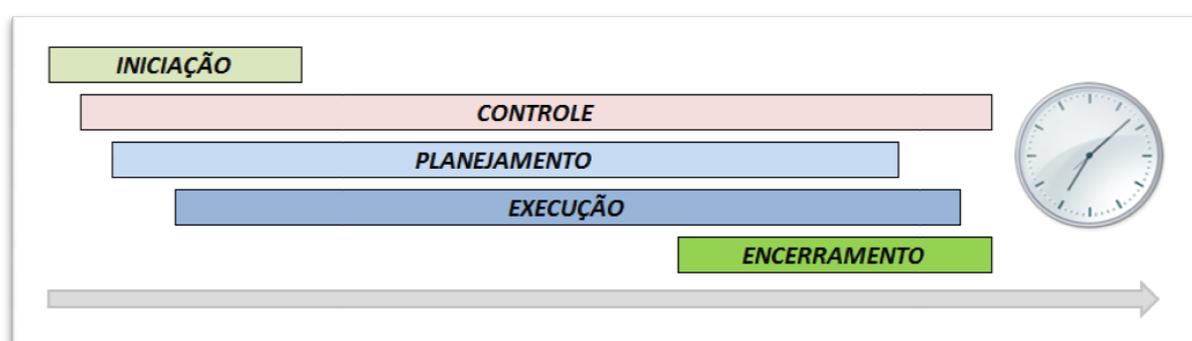


Figura 5: Fases do ciclo de vida do projeto ao longo do tempo;

Fonte: Autor

2.4 ESTRUTURAL

Tem a função de dimensionar de forma segura e eficaz, e se possível econômica, a ideia concebida pelo arquiteto. Fazer com que a estrutura elaborada se comporte amigavelmente com as particularidades da arquitetura.

Qualquer profissional envolvido nas etapas de projeto de uma edificação deveria seguir os padrões normalizados estabelecidos em normas para que fique respaldado legalmente e fique seguro no que ele está projetando. O engenheiro de estrutura é o profissional que deveria estar sempre com a norma ao seu lado, pois o seu projeto é o de maior responsabilidade já que lida com a segurança física do empreendimento como um todo. É ele que dá “vida” às ideias elaboradas pelo arquiteto.

Sabendo da importância da norma, a NBR 6118:2014 afirma que o projeto de estrutura tem que obedecer aos requisitos de qualidades e conformidade que consiste em elaborar um projeto que tenha capacidade necessária para ter segurança à ruptura, ter condições plenas de utilização e serviços durante sua vida útil e durabilidade.

A norma estabelece, no que diz respeito à qualidade, que o projeto deverá ter uma solução estrutural compatível com a arquitetura, ser funcional, estar de acordo com as técnicas construtivas e integrado com os demais projetos (elétrico, hidráulico, ar-condicionado e outros) elaborados pelos outros profissionais envolvidos com a aprovação do contratante. O resultado de um projeto elaborado pelo engenheiro de estrutura é constituído por desenhos, especificações e critérios de projetos. Essas informações poderão estar no próprio desenho ou em documento separado (memória de cálculo).

As principais etapas de um projeto estrutural correspondem à criação de um modelo ou esquema estrutural, as cargas que atuam nessa estrutura, cálculo dos esforços e deformações, dimensionamento das peças de acordo com esses esforços, levando em conta um fator de segurança e detalhamento do projeto para execução. As estruturas convencionais que sustentam a edificação são basicamente as fundações, pilares, vigas e lajes. Partes essas que correspondem à segurança da edificação quanto ao seu colapso (desmoronamento) como também as possíveis patologias (trincas, quedas de revestimento e etc.).

Para obter sucesso em um projeto de estrutura, o calculista ou projetista deverá estudar a fundo para que se tenha uma racionalização das peças da estrutura e seus componentes, especificar os tipos de materiais e suas características a ser empregados, além de estudo de solo para uma possível solução para a sua fundação que se adapte ao tipo de projeto em questão.

Dessa forma, pode-se destacar os pilares de um bom projeto de estrutura: segurança, economia, durabilidade, sustentabilidade. Se um desses pilares for desconsiderado, corre-se o risco de perder sua funcionalidade, perde-se em qualidade e o profissional poderá ficar para trás na corrida da competitividade do mercado.

O foco do projeto de estrutura é seguir sempre o projeto arquitetônico. Quando isso não for possível abre-se um diálogo entre arquiteto e construtor para se chegar a uma solução adequada. Mas existem outras questões a serem abordadas que os projetistas se deparam na sua rotina de trabalho que merecem ser destacadas.

De acordo com o artigo escrito pelo Dr. Eng. AUGUSTO CARLOS DE VASCONCELOS intitulado de “Venenos letais para um projeto estrutural”, esse estudo foi elaborado a partir de análise minuciosa de acidentes ou defeitos graves. Destaca-se a importância de se estudar os acidentes e não os que deram certo. Abordam-se, assim, essas outras questões que se faz pertinente descrevê-las a fim de que sirvam de aprendizado para futuros projetistas e eles possam aprender com os erros de outros e não venham cometê-los novamente.

O autor descreve e enumera alguns tipos de problemas de projeto estrutural:

1º problema: contratação de um projeto com prazo político - Seria a existência de uma “febre doentia” na tomada de decisão, o que exige o início do projeto antes de coletados os dados indispensáveis para implantação da obra. É como se fosse queimar a etapa de planejamento ou se fazer uma etapa ao mesmo tempo outra, sendo que uma depende do resultado da outra para o êxito. A data da entrega final do projeto para execução é fixada antes mesmo de conhecer as dificuldades a serem vencidas. Dificuldades essas que podem ser exemplificadas por: desapropriação com processos jurídicos intermináveis, interferências com serviços públicos que precisam se deslocados, alterações no tráfego durante determinados períodos, dificuldades de importações de equipamentos e etc. Se o serviço começar a ser feito, ignorando tais dificuldades, que possivelmente serão resolvidas ao longo do tempo, o projeto será feito às pressas para atender o tempo estimado no contrato, mesmo com conhecimento de que não irá dar certo.

Resultado dessa decisão impensada: perda de tempo com retrabalho, já que se refaz o projeto, com prazos mais apertados ainda. É provável que o contratante não queira pagar o novo projeto ou suas revisões, isso evidenciaria seu erro de contratação na fase imprópria. Tal projeto na melhor das hipóteses será feito com má vontade. O resultado será no mínimo um projeto antieconômico.

2º problema: Concorrência desleal e suas consequências - Alguns contratantes julgam-se negociadores, contratando projetos por preços extremamente baixos e se vangloriam disso com seus superiores. Simulam concorrências fictícias afirmando que o preço proposto está muito exagerado e que possuem concorrentes com porcentagens menores que o preço proposto. Nessa negociação confirmam o desejo de se contratar tal calculista que iniciou com o preço justo, mas diante de tal diferença, o contratante afirma que se sente obrigado a contratar o outro, o fictício, pressionando assim o calculista a baixar o preço. Feita a proposta fictícia, não afirma ser o concorrente por questão de ética. Fazendo tal procedimento o contratante consegue no final contratar um calculista pela metade do valor razoável. Essa prática cria mudanças nas leis de mercado. O argumento usado para tal depreciação é afirmar que o computador faz tudo sozinho, conseguindo assim pagar menos pelo serviço assim como também querer encurtar os prazos.

Como consequência dessas práticas o profissional que aceitá-las fará seu serviço com menos zelo. Os projetos gerados pelo computador serão preparados com a máxima economia de plantas. Estes saem da máquina e vão diretamente para o contratante, por vezes sem qualquer verificação. A grande vantagem do computador foi transferida para o cliente, sem qualquer proveito para o projetista ou calculista.

Devia existir uma maneira de explicar ao contratante que desenho não é projeto. Desenho que parece um projeto estrutural qualquer computador é capaz de fazer, qualquer desenhista capaz tem condições de executar. Projeto é muito mais do que isso: é necessário que haja uma mente capaz de ver o que não está desenhado, pressentir os riscos que podem ocorrer se não forem tomadas certas precauções.

3º problema: Ceder diante das exigências dos arquitetos de grande criatividade e com intuição estrutural excelente. – Eles podem até mesmo pensar numa estrutura para suportar o que imagina e até pré-estabelecer medidas razoáveis, mas também existe o contrário mesmo argumentando que as normas estruturais não permitem tais dimensões. Tais arquitetos diante deste argumento chegam até a ficar indignados e para contradizer afirmam imediatamente que se o calculista não é capaz de projetar isso, ele irá procurar outro capaz.

Esses arquitetos, sem perceber o absurdo do que afirmam, não têm condições para discernir entre um bom e um mau projeto estrutural. Mesmo diante de erros em sua concepção, atribuem o fato a erros construtivos.

Quando um arquiteto tem consciência de que o trabalho conjunto com o calculista estrutural foi elaborado de maneira a se obter resultados benéficos de sua parceria, a consequência disso é algo satisfatório, dentro das normas e com funcionamento próximo do ideal. Cada um desempenha o seu papel com boa vontade e com respeito mútuo.

4º problema: Convivência com o perigo - Existem projetistas audaciosos. Quanto mais prática possuírem, tornam os projetos mais arrojados. Se desobedecer às normas resultar em economia e com isso mais chances de obter um contrato, tais projetistas não hesitam em criticar o projeto de um colega. Eles acabam trabalhando com carregamentos menores, pois os coeficientes de segurança cobrem a diferença, alguns acham até que o cumprimento da norma é exagerado e levam a maiores consumo de concreto; afirmam que a carga de vento é muito onerosa, pois não se considera a capacidade resistente das alvenarias. O contratante engole tais explicações já que são dadas por um profissional com vivência de obras e certo grau de persuasão.

Os profissionais sérios que respeitam as normas e os que já tiveram problemas anteriores com tais práticas ficam excluídos dessas competições.

Há projetistas sem medo de consequências letais, preservados de maneira inacreditável, na maioria das vezes, pelo fato de cargas de projeto nunca terem sido alcançadas.

A figura 6 é uma imagem do desabamento ocorrido no dia 3 de julho de 2014 em Belo Horizonte - MG onde a investigação policial encontrou erros de cálculos. Dessa forma se exemplificam o grau de responsabilidade assumido por calculistas na hora de assumir projetos audaciosos e escancaram a fragilidade em que se encontram as gestões dos projetos desde a fase de planejamento até a execução afetando vidas.



.Figura 6: Acidente do viaduto em MG;

Fonte: g1.com/minas-gerais

2.5 ELÉTRICO

Sistema que faz a energia fluir por toda a edificação para que os usuários possam desfrutar de todos os confortos fornecidos pelos aparelhos domésticos existentes no mundo moderno.

Esse projeto poderá ser elaborado por um engenheiro civil dependendo da carga envolvida. A NBR: 5410:2005 estabelece que a norma usada em questão deva ser aplicada a projetos com tensão nominal a 1000 V em corrente alternada, e frequência inferior a 400 Hz ou 1500 V em corrente contínua. Caso o empreendimento requerer características superiores, o mais indicado é a contratação de um engenheiro elétrico que dará todo o suporte necessário à elaboração e funcionamento do projeto.

O projeto elétrico é elaborado com base na planta de arquitetura e com a demanda de energia elétrica que as famílias hoje necessitam para seu bem estar. Para isso, a planta de arquitetura deverá ser humanizada, ou seja, deverá contar com os possíveis aparelhos domésticos, para que o engenheiro estabeleça os pontos de tomadas, pontos de luz, quadro de distribuição e rede de eletrodutos para distribuir os circuitos a todas as partes das edificações.

O sistema de acionamento das lâmpadas e tomadas precisa estar em harmonia com os padrões de arquitetura e a passagem e distribuição dos eletrodutos compatibilizados com a estrutura da edificação como, por exemplo, caixas de ponto de iluminação e distribuição de circuitos nas lajes e furos em vigas.

Uma das soluções adotadas frequentemente em projetos é a execução do rebaixamento do teto com auxílio de materiais para locação das instalações elétricas em conjunto com as estruturas da edificação. A figura 7 exemplifica como é a relação de conformidade entre o pé direito da arquitetura, dimensões das vigas, os sistemas elétricos e hidráulicos e dutos de ar-condicionado.



Figura 7: Estrutura x Instalações elétricas e ar-condicionado;

Fonte: Autor

Os problemas mais comuns encontrados no projeto de instalações é o mau posicionamento dos eletrodutos, localização de pontos de tomadas e de luz que não coincidem com a realidade do projeto executivo. Outra ocorrência é a elaboração do projeto elétrico com base no projeto legal devido à falta de tempo na fabricação do projeto executivo, acarretando um aumento de possibilidades de incompatibilização na hora da execução do mesmo.

2.6 HIDRO-SANITÁRIO

Sistema que tem a função de fornecer as condições básicas da vida humana que é a água e saneamento do seu dia-a-dia, tornando a vida mais saudável. O sistema sanitário deverá ser protegido a fim de que não se contamine o padrão de potabilidade do sistema hidráulico; o conjunto dos dois não poderá jamais estar em contato com o sistema elétrico podendo gerar graves acidentes.

As premissas do projeto de instalações hidráulicas são baseadas no consumo de água, nos volumes, nas vazões e na oferta de água. Buscando sempre o uso racional da água. No cenário atual de crise da escassez de água ocorre a necessidade de se projetar um sistema de captações e reuso de água para amenizar o problema. As instalações hídricas e sanitárias que compõem uma edificação são projetadas e dimensionadas seguindo o projeto estabelecido pelo arquiteto, podendo ter seu traçado de tubos de quedas, colunas de ventilação e outros, pré-estabelecida pela posição do *shaft* que corresponde a uma passagem específica de todas as tubulações.

A NBR: 5626:1998 e a NBR: 8160:1999 estabelecem que para o controle da garantia de qualidade do projeto, ele passará por algumas etapas fundamentais de requisitos que são: estudo das alternativas de traçado, atendimento às necessidades do cliente, atendimento às normas, compatibilização com os demais sistemas, análise crítica do dimensionamento, construtibilidade e manutenção do projeto, adequação ao detalhamento da documentação e desenhos no sentido de facilitar a execução do sistema e registro das não conformidades para retroalimentação de diretrizes iniciais.

As instalações deverão passar por uma compatibilização com o sistema estrutural, a fim de que o calculista possa avaliar as melhores posições para furo em vigas e laje, que não comprometam a segurança e o funcionamento da mesma. Esses aspectos são de grande importância em casos com tubulações de grandes diâmetros. A figura 8 indica a solução adotada pelo calculista em conjunto com a equipe de instalações e o arquiteto na escolha da

melhor posição para passagem da tubulação nas vigas, no qual se buscou a linha neutra da viga e a região em que poderiam ocorrer as menores solicitações.



Figura 8: Posição de furos nas vigas para passagem de instalações;

Fonte: Autor

Uma nova temática do projeto hidráulico nos dias atuais é a sustentabilidade do sistema. Cada vez mais arquitetos buscam a elaboração de casas sustentáveis em relação ao uso da água. Isso requer novas ideias para projetar sistemas de captação, cisternas e tubulações para a reutilização de águas pluviais ou provenientes da utilização nas áreas de serviço. Isso requer novas concepções arquitetônicas e compatibilizações com os demais sistemas devido ao possível aumento no número de tubulações existentes.

A modernização do sistema hidráulico, pensando no alinhamento do projeto arquitetônico junto com a sustentabilidade, agrega um valor diferencial comparado aos projetos mais conservadores.

3. O AGENTE COMPATIBILIZADOR.

3.1 DEFINIÇÕES DOS ENVOLVIDOS

Coordenador é aquele que tem a função de tomar decisões que dinamizam o projeto, de forma a melhorar orçamentos, planejamentos, cronogramas e descrição do escopo das atividades, além de estar sempre no controle da qualidade, documentando tudo o que ocorre durante o processo.

Gerente é o profissional que toma decisões estratégicas no nível mais alto da hierarquia da gestão para poder conduzir todo o restante da equipe.

A denominação desses participantes de projetos pode ter respostas variadas de acordo com a empresa ou órgão em que está atuando, mas as funções básicas deles são as mesmas e podem estar entrelaçadas: supervisionar de perto a execução de obras sob suas responsabilidades, orientar as equipes, negociar os contratos com fornecedores e prestadores de serviços, garantir a qualidade do produto final e zelar pela obediência às normas que envolvam o projeto.

Os profissionais capacitados a exercerem essas duas funções são o arquiteto ou engenheiro civil. Este último será um mediador que deverá ter uma formação generalista, lidar com as equipes multidisciplinares e garantir a compatibilização dos projetos envolvidos na obra.

A figura do compatibilizador é uma função exercida pelos agentes citados anteriormente; eles terão habilidades gerenciais e técnicas apuradas para poder lidar com diferentes assuntos técnicos e fazer com que as ideias conceituais tornem-se dimensionais e passíveis de discussão entre os outros participantes. Além disso, orientam ou pedem avaliação dos especialistas para tomar a melhor decisão a fim de que seu escopo de trabalho, administração de prazos e especificações possam fluir de modo que o processo de projeto avance com os problemas minimizados.

3.2 QUAIS AS RESPONSABILIDADES?

As responsabilidades gerenciais desses profissionais resultam na manipulação de instrumentos fundamentais da administração que permitem obter resultados esperados.

Os instrumentos podem ser: planejar, organizar, dirigir e controlar. Tais habilidades são interligadas e acontecem na rotina de quem deseja assumir a função de gerente ou coordenador de projetos de obras civis.

O planejamento de uma obra deverá estabelecer objetivos, estratégias e metas, desenvolver planos de ação e determinar/descrever como se deve atingir o planejamento.

Organizar é formar uma estrutura hierárquica dentro do escopo do projeto, especificar as atividades de cada participante nesse sistema, estabelecer regras que facilitem a coordenação das ações e o fluxo de informações e tarefas. São habilidades que estão presentes em todas as partes e que devem ser permanentes do início ao fim.

Dirigir significa acompanhar as equipes na aplicação dos procedimentos, rotinas e práticas para que ao final se busquem os resultados esperados; mobilizando as pessoas para que estejam comprometidas e motivadas com as metas qualitativas e quantitativas.

O controle consiste em uma avaliação da evolução dos resultados e a conformidades deles frente aos objetivos e metas traçados, de forma que permitam ajustes sempre que os problemas forem detectados.

Os profissionais adquirem essas habilidades ao longo do tempo de sua carreira profissional no seu dia a dia e com diversos cursos de pós-graduação oferecidos em gestão e coordenação de projetos podendo se tornar futuros compatibilizadores de projetos.

A seguir, a síntese das responsabilidades do agente compatibilizador necessárias para que se alcance um projeto de sucesso.



Figura 9: Responsabilidades de um compatibilizador

Fonte: Autor

Os agentes compatibilizadores de projetos podem ser um arquiteto ou um engenheiro, mas como as ideias iniciais são concebidas pelo arquiteto delega-se a ele essa responsabilidade. Dependendo do tamanho da obra poderá haver mais de um profissional para fazer as avaliações e forma-se uma equipe a fim de que se tome a melhor decisão buscando melhores soluções e técnicas para executá-las.

Durante a execução da obra é normal que o agente se depare com problemas que surgem no seu decorrer, porém a compatibilização sendo feita previamente por ele reduz esses problemas. Em caso de ocorrência de interferência, dependendo da complexidade, busca-se a solução na hora e comunica-se para todos os envolvidos no projeto.

Essas pequenas modificações podem existir durante a execução da obra, e recebe a denominação de “*as built*”, justamente uma adaptação do que se planejou anteriormente. O que não é aceitável é um projeto “*as built*” que fuja totalmente das características iniciais planejadas e almejadas pelo cliente. Procuramos evitar essas modificações ao longo da obra, pois geralmente eleva-se o custo e perde-se o prazo.

Para empresas de pequeno e médio porte existem modelos desenvolvidos para identificar com clareza a hierarquia, etapas, agentes envolvidos, problemas e apontamento de soluções. O agente compatibilizador de posse dessa modelagem desenvolvida poderá fazer com que a equipe funcione como um ‘time’ coeso para evitar problemas futuros.

A modelagem consiste na visão sistêmica do projeto em que são destacadas sete fases discriminando cada uma delas e apresentando algumas ferramentas de gerenciamento de projetos para dar funcionalidade ao modelo proposto.

Fase 1: Diagnóstico do processo de projeto da empresa – Consiste na identificação da cultura na realização de projeto de edificações propondo a ela um organograma que descreva a hierarquia da empresa, seus departamentos e funções.

Fase 2: Definições da equipe multidisciplinar – Os profissionais envolvidos deverão apresentar competência técnica em suas áreas correspondentes, demonstrar interesse em desenvolver trabalhos em equipes e ter disponibilidade para o acompanhamento da obra. Segue abaixo a figura 10 como sugestão de uma estruturação da equipe de projeto para pequenas empresas.

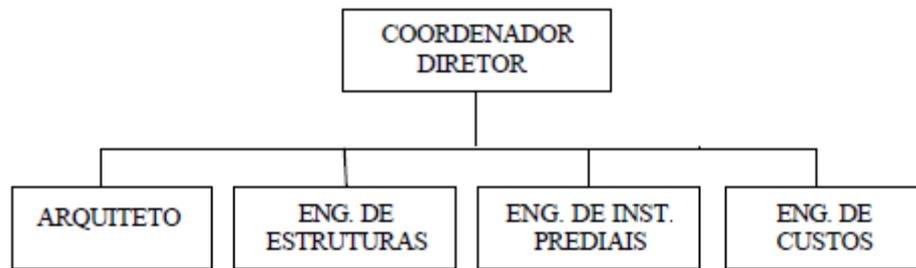


Figura 10: Estruturação de uma equipe de compatibilização de projetos.

Fonte: Melhado, 1994 (adaptado)

Fase 3: Capacitação da equipe multidisciplinar – Nesta fase a equipe multidisciplinar deverá ser treinada para utilização de ferramentas de gestão de projetos e *softwares*.

Alguns tópicos são fundamentais:

- Técnicas de gerenciamento de projetos;
- Organogramas funcionais;
- Estruturas analíticas de projetos e *brainstorming*;
- Conhecimento do funcionamento de trabalho em equipes;
- Treinamento em *softwares* com plataformas BIM;
- Listas de verificações e utilização de ferramentas de gestão de qualidade (5W-1H);

Fase 4: Apresentação dos membros da equipe e suas funções – Apresenta um treinamento da equipe para a utilização das correlações entre as tarefas e as responsabilidades de cada um.

Quadro 3: Matriz de Responsabilidades.

MATRIZ TAREFA X RESPONSABILIDADE						
DISCIPLINAS DO PROJETO	EQUIPE MULTIDISCIPLINAR					
	COORD PROJ.	ARQ.	ENG. ESTRU	ENG. INST.	ENG. PROD.	ENG. CUSTO
PROJ. ARQUITETÔNICO	X	O	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. ESTRUTURAL	X	Δ	O	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. ELÉTRICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. TELEFÔNICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. HIDRAÚLICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. SANITÁRIA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. GÁS	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
ORÇAMENTO	X	Δ	Δ	Δ	Δ	O

LEGENDA:
O - Responsável
□ - Participa
X - Decide
Δ - Deve ser consultado

Fonte: Barros Neto, 2001 (adaptado).

Fase 5: Início da compatibilização – Fase que se inicia a compatibilização dos projetos e a utilização da matriz de correlação entre as disciplinas de projeto.

Quadro 4: Matriz de correlação entre as disciplinas de projeto.

MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DISCIPLINAS								
DISCIPLINAS DO PROJETO	DISCIPLINAS DO PROJETO							
	PA	PE	PIE	PIT	PIH	PIS	PIG	ORÇ
PROJ. ARQUITETÔNICO (PA)		3	3	2	3	3	2	3
PROJ. ESTRUTURAL (PE)			3	3	2	2	2	3
PROJ. INST. ELETRICA (PIE)				3	2	2	3	3
PROJ. INST. TELEFÔNICA (PIT)					2	2	2	3
PROJ. INST. HIDRAULICA (PIH)						3	2	3
PROJ. INST. SANITARIA (PIS)							2	3
PROJ. INST. DE GAS (PIG)								3
ORÇAMENTO (ORÇ)								

Fonte: Barros Neto, 2001 (adaptado).

A intensidade da correlação é medida através de pesos atribuídos para os pares entre as disciplinas. Peso 0 indica correlação inexistente, peso 1 correlação fraca, peso 2 correlação média e peso 3 correlação forte. Essa escala de peso foi baseada em VANNI (1999), a interpretação da correlação de peso acima ou igual a 1 indica a verificação do grau de interação entre as disciplinas de projeto.

Fase 6: Análise das correlações entre pares de disciplinas – A análise consiste no levantamento das falhas (braisntorming), uma lista de verificação dos modos de falhas, preenchimento de formulário e o quadro 5W-1H.

Quadro 5: Lista de verificação

LISTA DE VERIFICAÇÃO DOS MODOS DE FALHAS POTENCIAIS	
DISCIPLINAS CORRELACIONADAS PROJ. ESTRUT X PROJ. PROD. VEDAÇÕES	
MODOS DE FALHAS POTENCIAIS: 1 – Não-conformidades das espessuras entre paredes e vigas; 2 – Falha nas junções entre paredes e pilares; 3 – Escolha do tipo de vedação não condizente com a estrutu	
PROFISSIONAIS PARTICIPANTES: 1 – Eng ^o (Projeto Estrutural) 2 – Eng ^o (Projeto Produção de Vedações) 3 – Eng ^o (Coordenador de Projeto)	
DATA DA REALIZAÇÃO: ____/ ____/ ____	

Fonte: Barros Neto, 2001 (adaptação).

Fase 7: Verificação da conformidade – Fase final, que se aprovada, o projeto será liberado para a obra; caso negativo, voltará para a fase 5.

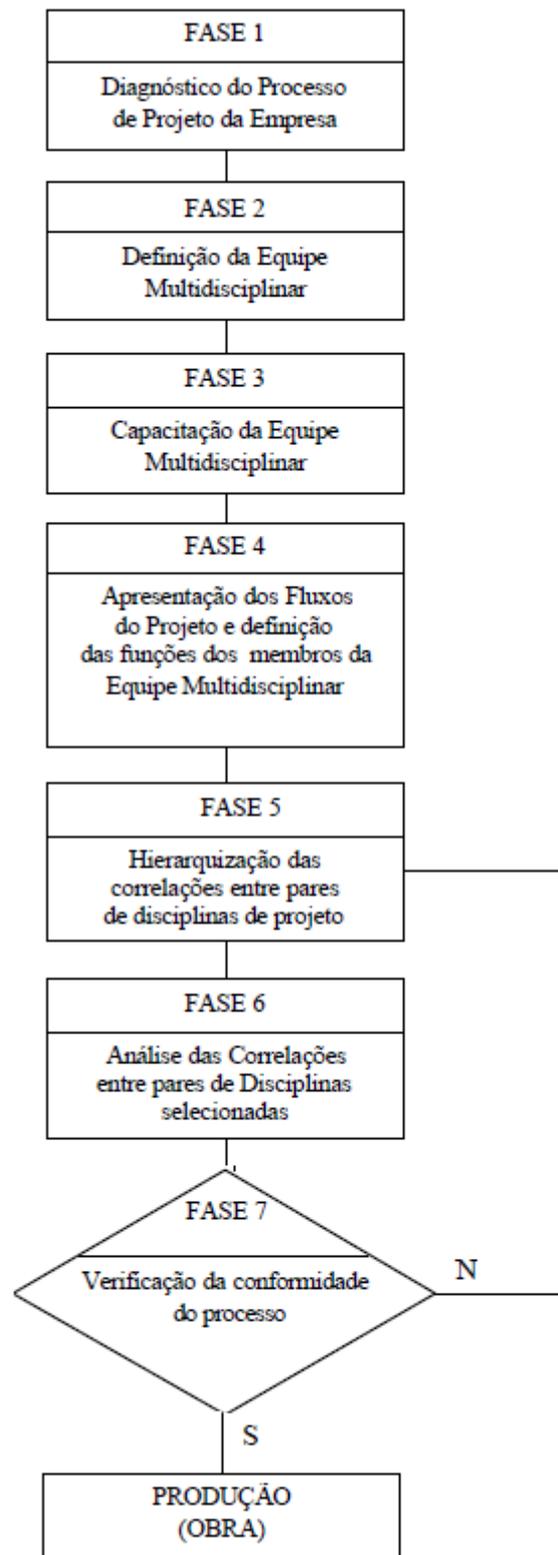


Figura 11 – Fluxograma de fases e atividades na compatibilização.

Fonte: Barros Neto (2001).

4. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

4.1 SISTEMA BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

A modelagem da informação para a construção é um sistema ou uma plataforma criada a fim de reunir todas as informações pertinentes à elaboração de um projeto auxiliando com todos os tipos de informações. Ela permite organizar, em um mesmo arquivo eletrônico, um banco de dados de todo o projeto, permitindo seu acesso por todos os agentes envolvidos no projeto, sejam engenheiros e arquitetos.

Esse novo modelo trabalha com informações sobre a geometria, detalhes construtivos, especificações de materiais, detalhes de quantitativos de preços e fornecedores, informações estruturais dos projetos envolvidos, topografia e entre outros.

A modelagem em BIM pode ser vista como uma evolução CAD. O CAD trabalha com modelagem a partir de vetores e o BIM trabalha com objetos parametrizados. Os parâmetros utilizados levam às informações que deverão suprir as necessidades de quem estiver utilizando. Os objetos são definidos de modo a interagir com os objetos vizinhos e automatizar futuras modificações.

Esse novo conceito começou por volta da década de 70, mas teve uma maior popularização a partir dos últimos 10 anos.

A partir disso foi, e estão sendo ainda, desenvolvidos ferramentas ou *softwares* que utilizam esses novos conceitos da modelagem BIM. Todos eles, com suas particularidades de cada área de atuação, passam a ser integrados através desse modelo.

Atualmente existem ferramentas elaboradas de padrão relativamente simples até os mais sofisticados. Alguns exemplos: *Edificius* produzido pela *Acca Software*; *Home Designer Suite* desenvolvido pela *Chief Architect*; *Tekla Structures*, *Vectorwork Architect* desenvolvido e pensado na modelagem BIM; *ArchiCAD* desenvolvido pela *Graphisoft*; e o *Revit* fabricado pela *Autodesk* que é líder no mercado de programas CAD com o *AutoCAD* e que também está à frente como ferramenta de maior utilização da plataforma BIM. Essa aceitação se dá pela familiaridade com o próprio *AutoCad*.

A vantagem dessa tecnologia é a capacidade de interação com todos os agentes envolvidos e a integração existente entre os subprojetos de arquitetura, estruturas, elétrico e hidráulico a partir de um único modelo digital, tornando-se uma grande vantagem na hora de compatibilizar e monitorar todos os aspectos no ciclo de vida do projeto aumentando a produtividade e racionalização e controle do processo.

A figura 12 abaixo, ilustra um exemplo de uma residência modelada na plataforma BIM com o auxílio do software Revit. Esse tipo de modelagem permite a visualização de possíveis interferências, contribuindo com a compatibilização do projeto e fornecendo uma visão ampla da edificação.

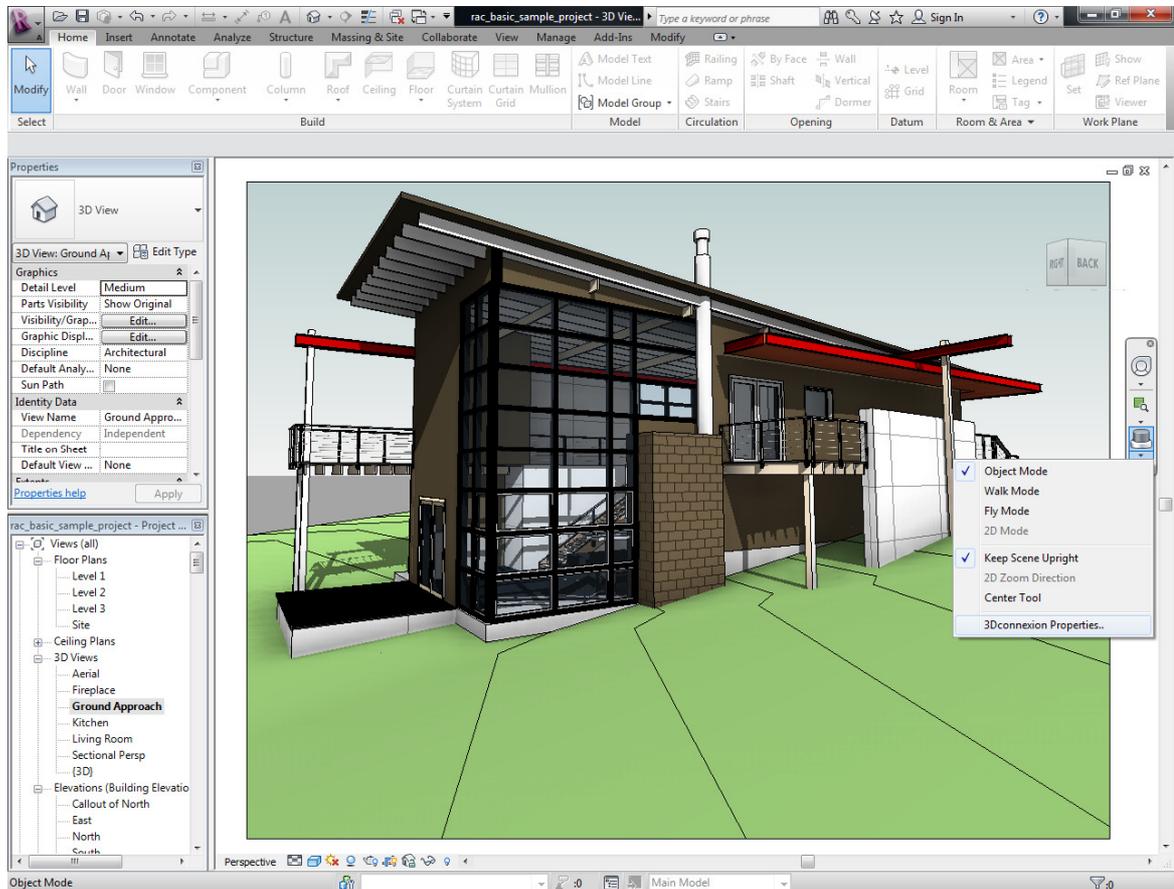


Figura: 12-Modelagem no Revit

Fonte: Site Newformat

Outro destaque positivo da modelagem em BIM é a possibilidade de modelar em quatro dimensões: as três dimensões do espaço e o tempo. Isso é possível incluindo informações de análise do projeto na sequência do tempo e seguindo o cronograma de construção. Alguns benefícios encontrados além dos já citados acima:

Visualização 3D - Permitem aos clientes ter uma prévia do que está sendo projetado e a coordenação previne problemas para reduzir erros e omissões.

Modelagem 4D - Os clientes visualizam, otimizam as fases de projetos e a sequência de construção e as equipes de projeto conduzem de forma mais eficiente e com exatidão, melhorando o desempenho da construção.

Possibilidade de modelar projetos já executados, que foram elaborados em 2D, para que, caso queira, ocorra alguma modificação em alguma parte do projeto, arquitetura, estrutura, instalações, o cliente terá como confrontar essas mudanças com o projeto executado observando possíveis interferências através da modelagem 3D.

Para a modelagem em BIM o seu desafio em ser implantado no mercado acaba caracterizando uma desvantagem enfrentada por esse novo modelo. Desvantagem essa que vem sendo superada ao longo do tempo e do avanço tecnológico das técnicas de elaboração de projeto.

O desafio começa na mudança de prática de arquitetura com a utilização adequada da ferramenta; dificuldade em modelar e customizar os objetos aos novos projetos; complexidade de manusear a ferramenta gastando-se muito tempo; falta de treinamento e apoio técnico e cursos extras para adquirir experiência com a modelagem; custo elevado na aquisição do software que trabalham na modelagem em BIM e custo na montagem de computadores para utilização desses novos sistemas computacionais de elaboração de projetos.

É notório que para haver uma compensação no investimento na aquisição dos *softwares*, computadores e capacitação das equipes, o escritório que queira implantar o sistema deverá possuir uma demanda de projetos de torres, edifícios, condomínios de grandes blocos ou conjuntos de casas em que a modulação seja padronizada podendo assim obter ganhos na produtividade.

Para exemplificar o uso do sistema BIM apresenta-se o projeto arquitetônico da biblioteca da PUC-RJ de um escritório paulistano que foi desenvolvido pelo arquiteto Ângelo Bucci.



Figura 13: Biblioteca da PUC-RJ

Fonte: *Site arcoweb*

4.2 USO DE EQUIPAMENTO COM RAIOS LASER

O raio *laser* é uma evolução que saiu dos laboratórios e hoje está presente no nosso dia a dia, seja em equipamentos, sinalizadores ou outros.

Na engenharia civil, mais precisamente nos canteiros de obras, o *laser* está presente em trenas eletrônicas, em níveis eletrônicos, nas estações totais de topografia e no *laser scanner*. Essas ferramentas dotadas dessa tecnologia (*laser*) aumentaram o grau de precisão na hora das medições e conferências de medidas dentro dos canteiros de obras e nos levantamentos de dados para iniciação de projetos.

Isso é de grande importância em todos os aspectos porque minimiza erros durante a execução do projeto sendo bem aferidos por profissionais devidamente capacitados para tal procedimento. Uma boa coleta de dados topográficos utilizando, por exemplo, o *laser scanner* gera uma boa base de dados tanto para o projeto de arquitetura quanto para o projeto estrutural. Para executar a locação das fundações, usando laser, se ganha em rapidez na execução, na economia de pessoal, na precisão e possibilita identificar interferências entre os dois projetos de arquitetura e estrutura e se, possível, corrigi-los.



Figura 14: *Laser Scanner*

Fonte: *Site cooredenar*

Esse equipamento apresentado acima pela figura 14, o *laser scanner*, é um aparelho de medição e digitalização remota em 3D que utiliza uma nuvem de pontos no espaço XYZ. As coordenadas armazenadas nele são interpretadas para *software* que utilizam os sistemas CAD ou BIM. Ele pode ser aplicado em vários segmentos da engenharia: levantamento de estrutura na parte civil, metálicas, parques industriais, arquitetura e conservação do patrimônio

histórico e topografia. O requerimento de utilização do aparelho serve em projetos “*as built*” 2D e 3D, cálculos de volumes/superfície, controle dimensional das obras e análise de interferências.

No mercado brasileiro o *laser scanner* pode ser encontrado em diferentes marcas e com diversas configurações de alcance. A resolução das imagens em megapixels e velocidade de processamento de pontos é uma das vantagens básicas que todos os aparelhos têm independente das diferentes configurações. Como vantagem permite medições em áreas de risco, com fácil captura de dados e custo operacional reduzido em relação aos métodos antigos. Portanto, não há necessidade de voltar ao local para refazer as medições. Permite ainda a redução no tempo de elaboração, aumento na confiança e precisão nos dados.

A principal desvantagem de qualquer tecnologia de ponta é o alto custo para a contratação de empresas que façam esse trabalho especializado ou as compras dos equipamentos. É preciso fazer uma avaliação do empreendimento para avaliar a viabilidade da contratação.

A figura 15 a seguir, é o resultado entre a coleta de dados pelo *laser scanner* associada a um *software* com tecnologia BIM.

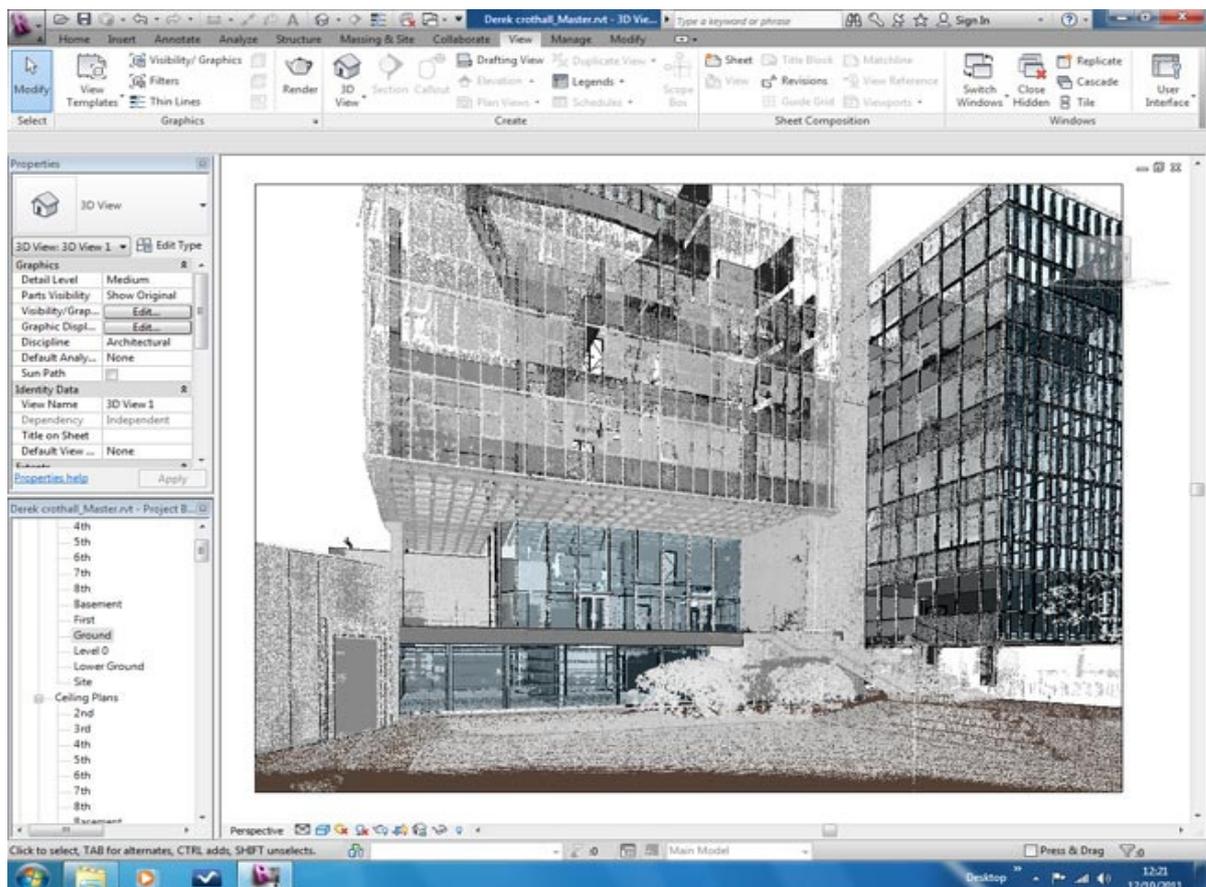


Figura 15: *Laser scanner* + *Revit* da Autodesk;

Fonte: *Site* coordenar.

Outra novidade foi apresentada pela Associação Internacional de Automação e Robótica na construção. Um equipamento que ajudará a minimizar o erro humano em obras. Ele utiliza o *laser* para mapear paredes, nivelamentos, alinhamentos, podendo assim ser de grande utilidade em acompanhar se o projeto está sendo executado segundo os padrões pré-estabelecidos após a compatibilização. Apelidado de “robô construtor”, ele é uma invenção em parceria entre Inglaterra e Japão, capaz de fazer mapeamentos de instalações elétricas e hidráulicas. Tem aspecto de carrinho guiado por meio de um controle remoto, além de ser facilmente operável.



Figura 16: “Robô construtor”;

Fonte: *Site* cimento Itambé

A implementação de novas tecnologias importadas do exterior é dificultada devido aos problemas de economia e alta taxa tributária que freiam o desenvolvimento na construção.

4.3 UTILIZAÇÃO DE GPS

GPS é a sigla da palavra em inglês de “*Global Positioning System*” que significa sistema de posicionamento global. É um sistema composto de um aparelho móvel que envia sua posição em qualquer condição climática para uma rede de satélites global em órbita no planeta. No início foi criado para uso militar como auxiliar à navegação, mas hoje em dia ele está presente em aparelhos celulares e automóveis.

Para o setor da construção civil esse instrumento pode ser utilizado diretamente no campo sem necessidade de pós-processamento, chegando a atingir posições na escala centimétrica. Ele é utilizado na locação da obra na fase inicial, ocorre um levantamento prévio do terreno e posicionamento das fundações. As posições das fundações projetadas nas plantas são implantadas no local diretamente com o aparelho.



Figura 17: Uso do GPS no canteiro

Fonte: *Site* agrimensur do futuro

Essa técnica é uma evolução da materialização dos pontos no terreno sem a necessidade de se gastar com madeiramento de gabarito, linhas que cruzam o local que definem os eixos, aumento na velocidade de execução da tarefa e redução no número de pessoas para executar a locação.

A dificuldade de implantação é devido à cultura existente nos canteiros de obras em se ter certa resistência à adaptação a novas tecnologias e dando como justificativa o custo elevado no equipamento e treinamento de funcionários.

Com a utilização dessa ferramenta espera-se reduzir erros de locação e aumentar a precisão na hora de implantar os pontos importantes para começar a obra. Portanto, na ocorrência do erro de locação leva-se a uma nova recompatibilização de projetos, gerando retrabalhos, atrasos e elevação nos custos. Sendo assim, justifica-se o investimento em novas técnicas a fim de que se evitem essas patologias e obtenham-se ganhos ao longo prazo e na qualidade do produto.

4.4 MAQUETES ELETRÔNICAS

Quando a tecnologia não estava ao alcance de todos os profissionais que elaboravam projetos, arquitetos e engenheiros tinham dificuldades em passar ao cliente o modelo que se estava projetando. Os desenhos eram representados em vistas ortográficas, detalhes em cortes e fachadas. Todas essas informações eram imaginadas em conjunto para obter uma possível imagem em 3D. Alguns arquitetos elaboravam maquetes para ilustrar e dar vida aos projetos para que clientes e empreendedores tivessem noção de como se estava pensando o projeto e verificar interferências em outros projetos envolvidos.

Com o avançar tecnológico passou-se a elaborar projetos em 2D com *software* AutoCad, depois 3D em CAD, 3D com *Revit* e *Sketchup*. Toda essa evolução permitiu aumentar a velocidade de processamento e melhorar cada vez mais a compatibilização de projetos. A seguir, um exemplo de maquete eletrônica gerada a partir destas ferramentas.



Figura 18: Residência projetada no condomínio Alphavile Barra da Tijuca - RJ

Fonte: Autor

A maquete eletrônica é uma maneira de melhorar a apresentação do projeto a fim de se gerar bons resultados e conquistar a clientela. Ela é capaz de agregar muito valor ao imóvel ainda na planta, pois retrata a realidade da maneira mais próxima possível. Auxilia também nas campanhas publicitárias e na compatibilização dos melhores materiais de revestimentos e fachadas, além da utilização dos espaços. A figura 19 a seguir, ilustra a solução adotada no projeto estrutural para o balanço imposto pela necessidade da garagem apresentada na figura 18 acima. Esta solução só pode ser aprimorada uma vez que o arquiteto de posse da maquete eletrônica elucidou com clareza os objetivos de seu projeto.



Figura 19: Solução adotada para a garagem da residência;

Fonte: Autor

A maquete é composta de ilustrações que derivam do projeto executivo e fiel aos detalhes. Os materiais são representados de acordo com especificações técnicas, humanização completa do ambiente (pessoa, carros, vegetação, paisagismo e etc.). As imagens podem ser em arquivos de fotos ou até em vídeos. Tais maquetes são produzidas em escritórios de arquitetura ou em estúdio de *designers*.

4.5 USO DE APARELHOS PARA COLETA DE DADOS

O futuro dos projetos passa também por boas experiências utilizadas na execução das obras, de modo que se tenha uma equivalência de dados na obra com os que foram projetados podendo assim ocorrer um controle eficaz do tempo e de recursos financeiros, materiais e de mão de obra, buscando sempre a melhoria na qualidade. Para isso o método tradicional usado desde os primórdios da engenharia utiliza o papel e caneta e outros equipamentos como principais ferramentas de controle de apropriação e anotações de controle.

Nos dias atuais a caneta e o papel ainda são utilizados, mas em uma escala bem reduzida. Contamos hoje com aparelhos de coleta e armazenamento de dados que foram desenvolvidos para a aplicação em sistemas que busquem sempre o melhoramento na redução de custo, no cumprimento de prazos e na conformidade das normas técnicas. Esses aparelhos são *palm top* e PDA para coleta e leitura de dados e sistema que geram *databook* digitais a fim de que se facilite o histórico da obra.



Figura 20: *Palm Top*;

Fonte: *Site isiengenharia*

Essas ferramentas garante maior agilidade no controle e envio de informações inspecionadas via coleta de dados pelos *palm*, substituindo relatórios manuais feito de papel, gerando economia e sustentabilidade.

Com isso, houve um ganho na geração de folhas tarefas, medições de serviços prestados, integração direta para a compatibilização de informações das diferentes áreas envolvidas no projeto, geração de relatórios técnicos e gerenciais, índices de produtividades, incluindo também um melhor desempenho e garantia no atendimento aos requisitos normativos e da qualidade.

Os dados coletados por esse aparelhos têm ligação direta com *software* de controle e gerenciamento de obras e *databook* digital, podendo ser feita uma programação direta com o estoque de material da obra para manter tudo em andamento. Isso faz com que a gerência e a coordenação da obra mantenham o planejamento em constante alimentação de informações, mantendo-o atualizado.



Figura 21: PDA;

Fonte: *Site isiengenharia*

Os aparelhos PDA's mais modernos são dotados da tecnologia wireless e com leitor de código de barras. A inclusão deles agilizou a coleta e o processamento de informação, pois antes do *wireless* os PDA's precisavam ser descarregados via cabos. Com isso, a informação é realizada “*on time*”, ou em tempo real. O código de barras aumentou a confiabilidade nas operações, pois a leitura evita o erro na hora da digitação de códigos muito extensos e complexos, minimizando assim equívocos. Dessa forma as tecnologias em um só aparelho tornam mais eficazes o controle e o acompanhamento gerencial do projeto.

A área da construção civil industrial voltada para a indústria do petróleo é a que mais utiliza essa tecnologia de controle de obra. Espera-se que ela seja difundida em todas as esferas da construção civil, agregando valor e garantia de qualidade aos seus empreendimentos desde a sua fase de projeto até a sua futura utilização.

Alguns equipamentos por mais rudimentares que pareçam, ainda são usados em larga escala. Um exemplo disso é a utilização do metro ou da trena (medidas) e do nível de borracha ou de bolhas que é utilizado para nivelar diversos elementos na construção. Esses equipamentos, como os das figuras 20 e 21, sendo usados com o devido cuidado podem ser confiáveis em suas medições, mas do contrário podem gerar erros grosseiros e prejudicar a condução da obra.



Figura 22: Determinação do nível através de mangueira de borracha
Fonte: Faz fácil.



Figura 23: Equipamentos tradicionais de medições.
Fonte: Starrett

Para minimizar os erros e aumentar a precisão das medições nas obras, têm-se hoje em dia as trenas eletrônicas e níveis a laser. São aparelhos de fácil utilização que tem em comum o uso do laser. Eles melhoram o desempenho na sua utilização em comparação com os seus antecessores, fornecendo dados com maior rapidez e precisão. As figuras 22 e 23 apresentam respectivamente uma trena e um nível a laser.



Figuras 24: Trena à laser.

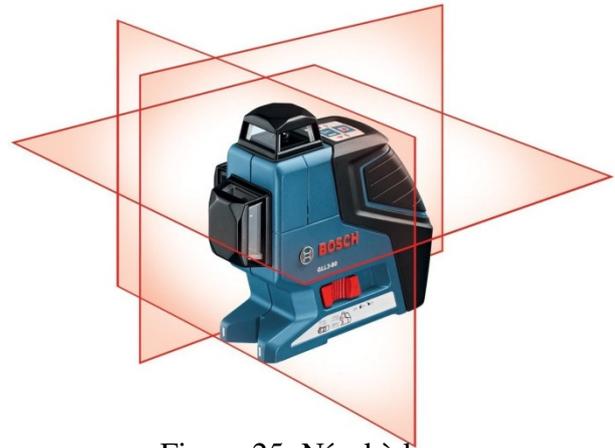


Figura 25: Nível à laser.

Fonte: Bosh.

Apesar desses equipamentos fornecerem dados precisos, deve-se utilizá-los com os mesmos cuidados dos equipamentos tradicionais, a fim de que se evitem erros grosseiros na condução da obra. Outro ponto é aferir a carga da bateria para que não se tenham surpresas quando se fizer necessário contar com esses equipamentos.

4.6 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS COM MÍDIAS ELETRÔNICAS

Com o advento da tecnologia de informação (TI), hoje somos capazes de obter as informações que desejamos em tempo real. Essas informações são passadas através de correios eletrônicos, fotos, vídeos, relatórios, plantas e etc. Trazendo essas ferramentas para a área da construção civil ocorreu um estreitamento entre canteiros e escritórios. Os engenheiros e os mestres de obras, através delas, se comunicam facilmente com arquitetos e calculistas, solucionando problemas que passam pela fase de compatibilização sem que se faça necessário estar presente na obra. Hoje através de celulares, *smartphones* e *tablets* se ganha tempo e rapidez nas soluções dos problemas.

No que diz respeito ao acompanhamento da execução de projetos e captura de imagens, a maior novidade no mercado é o uso de VANT ou drones. São aparelhos que surgiram para fins militares e que está se popularizando em vários setores.

Na construção, ele surgiu nos EUA e Europa. No Brasil, ele está presente desde o ano de 2014 em obras no sul do país. Eles são silenciosos e capazes de trafegar em grandes canteiros com segurança, capturando imagens de posições que até hoje não seríamos capazes de visualizar, composto por um sistema integrado de controle remoto, aeronave e computador, como na figura a seguir.



Figura 26: Drone no canteiro de obras.

Fonte: Futuriste Tecnologias Inovadoras.

Essas imagens podem gerar relatórios estratégicos que serão úteis para melhorar o andamento da obra e fazer algum tipo de compatibilização necessária. Tais equipamentos reduzem o índice de acidentes de trabalho, já que chegam a locais que seriam perigosos para os funcionários da obra. São dotados de tecnologia GPS e podem até elaborar imagens em 3D, sendo controlados por controle remoto, tendo uma tela que permite visão em tempo real das imagens geradas no equipamento.

As imagens capturadas poderão ser tratadas, editadas e posteriormente selecionadas para elaboração de um banco de dados de imagens e vídeos. O cliente poderá optar pela transmissão *on-line* e criará um DVD com cópia das gravações diárias. Esse material será um grande aliado como complemento na divulgação do empreendimento. Com isso, o drone poderá desempenhar um papel de grande utilidade nos canteiros de obras, já que com múltiplas finalidades trará benefícios para quem executa e também para quem está projetando o empreendimento.

A seguir, resumo das principais características da utilização do drone.



Figura 27: Características dos Drones

Fonte: *Site A notícia*

Para as empresas utilizarem-no, esses aparelhos deverão ter a autorização do DECEA e da ANAC, para que se zele pela segurança da aviação e de toda a população ao redor. Os órgãos competentes já preparam uma legislação para atender a essa demanda.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 COMENTÁRIOS

A compatibilização de projetos é uma das etapas obrigatórias de qualquer projeto. É uma ferramenta que está diretamente ligada ao tamanho, complexidade e valor de investimento dos empreendimentos. Quanto maior o projeto, maiores serão o tempo e os recursos utilizados para compatibilizar, maior complexidade entre as áreas a serem compatibilizadas, arquitetura, estrutura e instalações.

Projetos arquitetônicos de pequeno e médio porte que trazem particularidades especiais impostas pelo arquiteto ou pelo cliente também apresentam dificuldades de compatibilização devido à facilidade que existe de se alterar o projeto arquitetônico com rapidez através de softwares. Caso o cliente seja indeciso, a compatibilização do projeto se torna tarefa árdua com suas várias modificações e revisões ao longo da execução.

Com o gestor ou coordenador ficam as tarefas de reunir arquitetos e engenheiros envolvidos na reunião de compatibilização, possuir grande habilidade em todas as áreas para que possa atender aos anseios do cliente e, assim, resolver possíveis problemas apresentados pelas incompatibilizações de modo a se chegar a uma solução sem a ocorrência de desgaste entre os profissionais relacionados. Cabe a eles mostrar que a partir de uma arquitetura bem estudada e pensada no melhor aproveitamento dos espaços, pode-se chegar a outros projetos subsequentes com menos esforço e harmonia, gerando dessa maneira facilidade na compatibilização e na execução no canteiro da obra. Espera-se com isso terminar com a cultura de que reunião de compatibilização é sempre uma reunião entre colegas de profissão na qual se discutem todos os tipos de assuntos. A partir disso, ressalta-se a importância de que, na maioria dos casos, as decisões a serem tomadas sobre o projeto se tornam um ponto crucial na reunião.

Dessa forma, constata-se que o uso da tecnologia é uma peça fundamental na engrenagem da engenharia e torna-se cada vez mais influente na compatibilização devido ao surgimento de *software* e equipamentos facilitadores desde a fase de projetos a equipamentos utilizados no canteiro. Essa tecnologia ainda não está disponibilizada a todos os empreendedores devido ao alto custo na aquisição e treinamento de equipes. Por enquanto, só grandes empresas investem em alta tecnologia de compatibilização, como o uso do BIM, em que há um nicho específico de atuação em obras de grandes torres e prédios de modularização repetitivas. Para os pequenos e médios empreendedores, o custo ainda é alto, mas se pensarmos em retorno de

investimento a longo prazo, talvez seja de grande valia, pois o valor agregado ao produto é elevado.

O ganho maior na execução de compatibilizar o projeto é a possibilidade de prevenção de problemas futuros e a busca por soluções antecipadamente. Isso geraria resultados de ganhos de tempo e custo. Geraria também uma facilidade na execução da obra com mais simplicidade e rapidez diminuindo drasticamente a possibilidade de retrabalhos. A tal facilidade se dá o nome de construtibilidade, o que qualquer profissional ou empresa buscam em seus projetos. O efeito de um projeto facilitado e construtível será a utilização de mão de obra e de materiais de maneira mais racional que geraria o conceito de racionalidade da construção.

A compatibilização seria a ferramenta de aplicação com que se alcançarão os objetivos da construtibilidade, racionalidade, sustentabilidade e gestão de qualidade.

5.2 SUGESTÕES

A pesquisa em compatibilização de projetos permitiu a observação da elaboração de projetos que passam por transformações em diversos aspectos. Há profissionais que estão há mais tempo no mercado utilizando a técnica sequencial de fazer projetos, e que apresentam uma resistência cultural em aplicar novos métodos e tecnologia, como o uso do BIM. Entretanto, com o passar do tempo, a tecnologia tende a ganhar espaços de mercado de compatibilização. Os profissionais que transitaram das antigas pranchetas para o uso do AutoCAD passaram por esse tipo de experiência. Os profissionais mais novos, por sua vez, precisam adquirir experiência nas técnicas construtivas a fim de que elaborem projetos, pressupondo os problemas de compatibilização. Tais técnicas consideradas um pouco rudimentares se comparadas a outros setores econômicos que passam por transformações, principalmente nas ferramentas de precisão.

Uma observação importante a se fazer é que por mais que se possuam ferramentas de altíssima qualidade nos escritórios a fim de compatibilizar projetos, a equipe de obra tem que estar preparada para receber e interpretar as informações contidas em desenhos e relatórios. Com isso espera-se que de, de alguma forma, acompanhem os avanços. É preciso que haja uma capacitação e investimento na educação da mão de obra, a fim de que seja capaz de entender o que se passa e dê conhecimento para que manuseie as ferramentas modernas, inseridas no canteiro para a facilitação do seu dia a dia.

Observa-se que a compatibilização é uma prática recorrente em grandes empresas. As médias e pequenas empresas não a utilizam com frequência, chegando, em muitos casos, a não

praticá-las por falta de conhecimento. Como resultado, há a não contratação de consultores de compatibilização. Infelizmente está inserida na cultura do nosso país, a utilização do célebre “jeitinho brasileiro”, e é mais que comprovado que o resultado ineficaz dessa prática acarreta desperdício, retrabalhos, gastos de recursos e tempo. Quando houver a prática de compatibilização nas mais simples obras, observaremos através de seus resultados que se pode provar a todos os envolvidos, que os ganhos que se obtêm em todos esses métodos tendem a beneficiar um maior número de empreendimentos.

Deve-se apresentar aos pequenos e médios construtores que mesmo que não possam ainda ter acesso ao que há de mais moderno em relação a ferramentas de compatibilização, podem contar com instrumentos mais acessíveis hoje que o CAD e que por meio dele se pode compatibilizar de maneira mais econômica e eficiente.

A atual pesquisa feita sobre compatibilização de projetos abre um leque de possibilidades para futuros trabalhos, que poderão ser direcionados de modo a permitir a avaliação de métodos de compatibilização, tradicional ou moderno, para a implantação de um empreendimento.

Outra sugestão seria o estudo de modo a permitir aos alunos de graduação em engenharia civil o acesso a este conhecimento, sendo uma nova disciplina ou mesmo cursos complementares, uma vez que as disciplinas de projeto são ministradas isoladamente e, portanto, sem entrar no mérito da importância da compatibilização de projetos de um empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESSE, Eliane; MELHADO, Silvio Burrattino. Coordenação de Projetos Externa em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 5410/2005. Instalações de Baixa Tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 5626/1998. Instalação Predial de água fria – ABNT, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 5674/1999. Manutenção de edificações – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 6118/2014. Projeto de Estrutura de Concreto – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 8160/1999. Sistemas Prediais de Esgotamento Sanitários – Projeto e Execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 13531/1995. Elaboração de Projetos de edificações – Atividades Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo 2ª Edição São Paulo - Pini - abril / 2000.

ÁVILA, Vinícius Martins. Compatibilização de Projetos na Construção Civil, Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar. Monografia. Minas Gerais, 2011.

BARROS NETO, José de Paula. Um Modelo de Compatibilização de Projeto de Edificação Baseado na Engenharia Simultânea e FMEA. Artigo- Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos-USP Construção Civil, São Paulo, 2001.

FABRÍCIO, Márcio Minto. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FERREIRA, Rita Cristina. Os Diferentes Conceitos Adotados entre Gerência, Coordenação e Compatibilização de Projeto na Construção de Edifícios. USP. São Paulo, 2001.

LIMMER, Carl V.. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. LTC, 1997.

MELHADO, S.B. Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 295p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MÜLLER, Leandro Sander. Utilização da Tecnologia Bim (Building Information Modeling) Integrado a Planejamento 4D na Construção Civil. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio de Janeiro, 2015.

PMI – Project Management Institute. PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos. 5ª Edição, 2013.

SALGADO, Mônica Santos. Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício – revisão 1. Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, Francisco Jesus. Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares, Estudo de Caso. Dissertação. Pernambuco, 2010.

VANNI, c. m. k.; GOMES, a. m.; ANDERY, p. r. p. Análise de falhas aplicada à otimização de projetos de edificações. Encontro de Engenharia de Produção. Anais ABEPRO / UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

VASCONCELOS, Augusto Carlos. Venenos Letais para um Projeto Estrutural. Revista TQS News, Ed. 39. São Paulo, 2014.

INDICAÇÕES ELETRÔNICAS

Como utilizar o seu GPS/GNSS RTK. Agrimensor do Futuro.

<http://www.agrimensordofuturo.com/post.cfm?post=Como%20utilizar%20o%20seu%20GPS%20FGNSS%20RTK&id=4>. Acesso em: junho de 2015.

O as built das obras é realidade com BIM e laser scanning. Coordenar Consultoria de ação. <http://www.coordenar.com.br/bim-e-laser-scanning-viabilizam-o-as-built-das-obras/>. Acesso em: junho de 2015.

Patologia da Construção Civil: Principais Causas. IBAPE-RS. <http://ibape-rs.org.br/2013/06/patologia-da-construcao-civil-principais-causas>. Acesso em: junho de 2015.

Silenciosos e ágeis, drones fazem parte do trabalho na construção civil no Estado. A Notícia. <http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/economia/noticia/2014/05/silenciosos-e-ageis-drones-fazem-parte-do-trabalho-na-construcao-civil-no-estado-4497744.html>. Acesso em: junho de 2015.

Construção Civil Global adere à Robótica. Massa Cinzenta.

<http://www.cimentoitambe.com.br/construcao-civil-global-adere-a-robotica/>. Acesso em: junho de 2015.

Futuriste Tecnologias Inovadoras. Serviços.

<http://www.futuriste.com.br/Servico>. Acesso em : Junho de 2015.

Laser Scanner 3D: A Revolução na Coleta de Dados. Mundo Geo.

<http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/laser-scanner-3d-a-revolucao-na-coleta-de-dados/>. Acesso em: Julho de 2015.

Faro. *Building Information Modelling*.

<http://www.faro.com/measurement-solutions/applications/building-informationmodelling>. Acesso em: Julho de 2015.

Laser Scanner 3D. Litholdo Engenharia.

<http://www.litholdoengenharia.com.br/laser-scanner-3d.php>. Acesso em: Julho de 2015.

O futuro da obra. Isi Engenharia.

<http://www.isiengenharia.com.br/produtos-e-servicos/o-futuro-da-obra>. Acesso em: Julho de 2015.

Maquete Eletrônica 3D. Fyrstudio.

<http://fyrstudio.com/servico/maquete-eletronica>. Acesso em: Julho de 2015.

Revit Architecture 2014. New Format.

<http://www.newformat.com.br/revit.html>. Acesso em Julho de 2015.

SBPR vence concurso fechado para biblioteca da PUC/RJ. Projeto Design.

<http://arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/angelo-bucci-concurso-fechado-31-10-2006>. Acesso em : Julho de 2015.

Viaduto desaba sobre caminhões, carro e micro-ônibus em BH. g1.globo.com

<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/07/viaduto-desaba-sobre-caminhoes-carro-e-micro-onibus-em-bh.html>. Acesso em: Julho de 2015.