



Análise dos benefícios da utilização de metodologia BIM em processos construtivos de sistemas de HVAC

Analysis of the benefits of using BIM methodology in the construction processes of HVAC systems

CORDEIRO, Igor Silva¹; CUNHA, Pedro Henrique Braz da²

¹igorscordeiro@gmail.com; ²pedro.cunha@poli.ufrj.br

¹Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

²Mestre em Administração de Empresas, Rio de Janeiro/RJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

BIM

HVAC

Comunicação

Key words:

BIM

HVAC

Communication

Resumo:

A necessidade de prover um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis de forma a permitir uma maior eficiência no processo do projeto tem se tornado cada vez mais evidente. A aplicação de novas tecnologias nas atividades ligadas a área da construção civil facilita e muito no processo de adaptação das empresas que buscam alcançar altos níveis de eficiência. O BIM é uma metodologia que visa o desenvolvimento de projetos de engenharia de forma integrada, permitindo a interoperabilidade entre diversas plataformas e um fluxo dinâmico de informações com alto grau de precisão entre as disciplinas envolvidas no processo. Esses são alguns dos fatores que tornam essa metodologia uma grande aliada no processo de adequação da evolução dos processos construtivos. Este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicabilidade da metodologia BIM em processos construtivos de sistemas de HVAC, apresentando os benefícios de sua aplicação em um estudo de caso real.

Abstract

The need to provide a better use of available resources in order to enable greater efficiency in the Project process has become increasingly evident. The application of new Technologies in activities related to the construction industry greatly facilitates the adaptation process for companies seeking to achieve high levels of efficiency. BIM is a methodology that aims to develop engineering projects in an integrated manner, allowing interoperability between different platforms and a dynamic flow of information with a high degree of precision between the disciplines involved in the process. These are some factors that make this methodology a great ally in the process of adapting the evolution of construction processes. This study aims to assess the applicability of the BIM methodology in construction processes related to HVAC systems, presenting the benefits of its application through a real case study.

1 Introdução

Um dos maiores desafios nos setores da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é transmissão de uma grande quantidade de dados e informações ao longo do processo de projeto, por setores de diversas disciplinas e especialidades, sem que os detalhes e especificações sejam perdidos ou alterados equivocadamente.

Os avanços tecnológicos nas últimas décadas causaram impactos diretos e indiretos nas organizações. Cada vez mais manter-se atualizado tecnologicamente é um papel vital para a permanência saudável dessas empresas na indústria.

A globalização dos mercados, o crescente nível de exigência por parte dos consumidores e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, entre outros fatores, tem estimulado as empresas a buscar melhores níveis de desempenho através de investimento em gestão e tecnologia da produção [1].

Nos últimos anos, a indústria dos setores de AEC testemunharam uma mudança significativa na forma como os projetos são concebidos, executados e gerenciados, graças a adoção generalizada da metodologia BIM (*Building Information Modeling*). O BIM transcende a simples representação gráfica de projetos, oferecendo uma abordagem holística que combina geometria 3D com informações detalhadas relacionadas aos componentes modelados no projeto.

A utilização desta metodologia reduz consideravelmente os erros de planejamento e compatibilização entre as disciplinas envolvidas no projeto, pois permite a integração entre todas as partes envolvidas no empreendimento, com diferentes formas de representação, o que facilita e muito a compreensão do mesmo tema por setores distintos.

Este estudo visa analisar o impacto da implementação da metodologia BIM em processos construtivos, aliado a

interoperabilidade de sistemas e a integração com outras tecnologias, sendo esse impacto causado majoritariamente pela alteração da estrutura do fluxo de informação pré-existente na organização.

Toda a análise será feita com base em uma situação real ocorrida em uma empresa atuante no setor de HVAC nas áreas de projeto e obras.

2 Fundamentação teórica

2.1 Mercado HVAC

O mercado HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*) é um setor em constante evolução e crescimento.

Por afetar diversos setores da economia este segmento tornou-se estratégico para diversas economias ao redor do mundo.

De acordo com as projeções da ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) o setor de HVAC espera faturar R\$36,6 bilhões neste ano, um aumento de 7% em relação aos R\$34,2 bilhões faturados em 2022.

Dentre os principais segmentos deste mercado, podemos citar:

- Refrigeração doméstica;
- Refrigeração comercial;
- Refrigeração industrial;
- Refrigeração automotiva;
- Ventilação comercial;
- Ventilação industrial;

Por ser um mercado diretamente conectado ao consumo de energia elétrica, a tendência é de cada vez mais se obter sistemas que permitam o uso racionalizado deste recurso, ou seja, que possuam uma maior eficiência energética. Para isso os projetos precisam ser cada vez mais precisos e eficazes.

2.2 CAD (Computer-Aided Design)

Programas com tecnologia CAD tem como objetivo auxiliar a elaboração do desenho do produto e na documentação na fase de projeto e tem como principais benefícios o aumento da produtividade, aumento da qualidade e facilidade no envio da documentação gerada.

2.3 CAM (Computer-Aided Manufacturing)

O CAM consiste no uso de um programa para controlar ferramentas de máquinas e equipamentos utilizados nos processos de fabricação. Seu objetivo principal é acelerar o processo produtivo.

Em algumas situações os softwares CAM podem ser integrados com sistemas de máquinas CNC (Controle Numérico por Computador), dessa forma o software fornece todas as informações que antes seriam utilizadas pelo operador manual, diretamente para um equipamento de corte, por exemplo.

2.4 Corte a plasma

Esse processo consiste na abertura de um arco elétrico, direcionado por um jato de ar comprimido, que provoca uma brusca elevação de temperatura do plasma, permitindo a remoção pontual de material.

O objetivo é promover o corte de materiais condutores como, por exemplo, aço carbono, aço inox, ferro fundido e etc.

2.5 Metodologia BIM (Building Information Modeling)

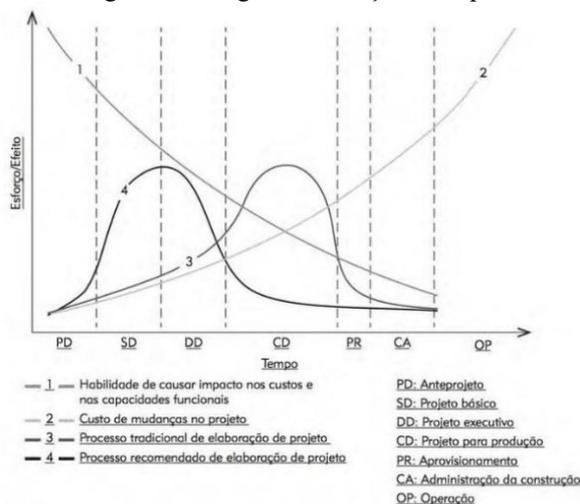
A metodologia BIM é uma abordagem integrada para o planejamento, design e construção. Para um engenheiro, o BIM oferece uma maneira mais eficiente e colaborativa de trabalhar em projetos de construção em engenharia.

Essa metodologia envolve a criação e uso de modelos digitais detalhados e interativos de diversos tipos de construções, juntamente com informações relacionadas a esses modelos paramétricos, como dados sobre

materiais, custos, volume, áreas para manutenção, cronogramas e etc.

Com isso o BIM reduz significativamente a quantidade de tempo requerido para a produção de documentos para a construção. Conforme ilustrado na figura abaixo:

Figura 1 – Diagrama Esforço x Tempo



Fonte: Eastman [2]

O BIM facilita a colaboração entre diferentes partes envolvidas em um projeto de construção e melhora a eficiência ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício ou infraestrutura.

2.6 Dimensões do BIM

A metodologia BIM afeta o projeto em toda a sua vida útil devido a permeabilidade de suas dimensões em cada etapa do projeto, conforme apresentado abaixo:

- 3D – Modelagem: Permite a representação gráfica tridimensional;
- 4D – Tempo: Permite a integração do modelo com os cronogramas de execução, com a possibilidade de avaliação do progresso planejado de forma gráfica no próprio modelo;
- 5D – Custo: Permite fornecer com maior precisão os custos envolvidos na execução do empreendimento, além de possibilitar atualizações instantâneas, após qualquer alteração do modelo;

- 6D – Sustentabilidade: Permite a avaliação de consumo energético com suas respectivas alterações ao longo de tempo de acordo com o meio onde está inserido; Bem como os possíveis impactos nos âmbitos social, financeiro e ambiental, de acordo com a localidade.
- 7D – Gerenciamento: Permite a vinculação direta de documentos como manuais de operação, manutenção e controle aos objetos do modelo, facilitando a compreensão e aplicação pelos setores responsáveis após a entrega do empreendimento.
- 8D – Segurança: Permite a avaliação e prevenção de acidentes durante a execução de determinados serviços, antecipando as etapas de forma virtual e possibilitando um melhor entendimento do cenário real, antes da execução.
- 9D – Construção Lean: Permite a execução do trabalho de forma mais limpa, consciente e organizada.
- 10D – Industrialização da construção: Permite tornar o processo construtivo mais industrializado devido à criação de processos parametrizados, cadenciados e com maior controle de execução.

Figura 1 - Dimensões BIM



Fonte: Biblus [3]

2.7 Gerenciamento das comunicações do projeto

Um efetivo processo de comunicação é necessário para garantir que todas as informações desejadas cheguem às pessoas corretas no tempo certo e de uma maneira economicamente viável. [4]

Além disso, devem ser avaliadas as barreiras no processo de comunicação que ocorrem devido à percepção individual de cada pessoa envolvida no processo, que pode variar de acordo com a hierarquia organizacional, nível de formação, experiência na área e etc.

Com base nos trabalhos de Mintzberg [5] sobre as estruturas das organizações, existem alguns tipos de fluxos de informação no processo de trabalho provocados por diferentes mecanismos de comunicação, são eles:

- Fluxo de autoridade formal – Onde a informação flui segundo uma hierarquia instituída dentro da organização ou projeto;
- Fluxo de atividade regulamentada – Onde a informação flui de forma similar ao fluxo supracitado, porém com maior ênfase na padronização do que na supervisão direta da informação;
- Fluxo das comunicações informais – Onde a informação flui através de centros de poder não regulamentados, gerando uma rede de comunicação informal e que as vezes prejudica os canais de autoridade;
- Conjunto das constelações de trabalho – Onde a informação flui por meio de grupos de amigos a fim de realizar o trabalho, tomando decisões distintas e apropriadas de acordo com seu próprio nível hierárquico;
- Fluxo do processo decisório – Onde o processo de comunicação é necessário para decisões específicas e o fluxo é retroalimentado conforme o processo avança entre os níveis hierárquicos;

Um dos problemas mais comuns associados à comunicação baseada em papel durante a fase de projeto é o tempo considerável e o gasto requerido para gerar informações críticas para a avaliação de uma proposta de projeto, incluindo estimativas de custo, análise de uso de energia, detalhes estruturais, etc. Essas análises normalmente são feitas por último, quando já é muito tarde para fazer modificações significativas. [2]

3 Desenvolvimento do projeto

A empresa analisada tinha como padrão do fluxo de informação um conceito muito similar ao de conjunto das constelações de trabalho, onde os processos muitas vezes não ocorriam de forma totalmente linear e muitas retroalimentações de informações ao longo do processo eram necessárias.

Com isso, os resultados de performance acabavam ficando muito abaixo do esperado, devido ao longo prazo para execução, alto custo com insumos por conta do desperdício e a imprecisão dos projetos.

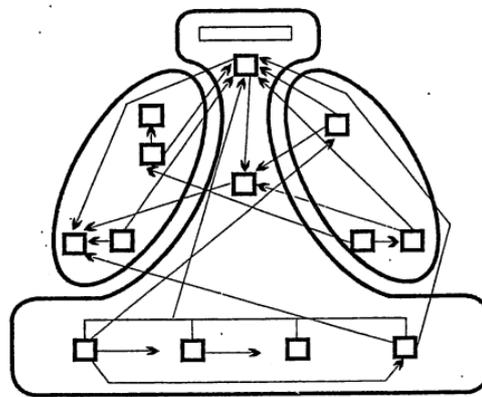
Basicamente os projetos ocorriam com a seguinte cronologia:

- a) Cálculos e dimensionamento do sistema;
- b) Seleção de equipamentos;
- c) Elaboração de projeto em software CAD (Autodesk Autocad);
- d) Verificação do projeto por parte da equipe de obras, “*in loco*”, tentando identificar possíveis interferências que poderão surgir durante a execução;
- e) Retorno da equipe de campo com a validação do projeto para produção;
- f) Envio do projeto para o setor de fabricação onde os desenhos serão analisados pelo encarregado da oficina, que fará o levantamento manual de todas as peças à serem produzidas;
- g) Traçado manual das peças;
- h) Corte manual das peças;
- i) Montagem e finalização das peças
- j) Verificação das peças produzidas;

- k) Envio das peças para a obra de forma fracionada devido ao alto tempo de confecção;
- l) Recebimento do material pela equipe de campo e início da montagem;
- m) Solicitação de novas peças de acordo com a descoberta de interferências em campo;
- n) Repetição dos itens “f”, “g”, “h”, “i”, “j” e “k”, até que a obra seja concluída;
- o) Término do projeto.

Muitas das vezes ainda ocorriam alguns retrabalhos devido ao método de comunicação adotado, onde a informação precisa passar por vários setores, muitas vezes de forma informal, conforme ilustrado na figura 3, e ser interpretada por diversas pessoas até chegar ao seu destino final. Com isso partes importantes da informação que deveriam ser transmitidas, acabam se perdendo ao longo do processo.

Figura 3 – Fluxo de comunicações informais



Fonte: Mintzberg [5]

Além disso, como a produção tinha a maior parte de seu processo voltada para tarefas manuais, as falhas humanas.

Dado o atual cenário a empresa resolveu que precisava investir no seu método produtivo e adotar novas tecnologias que possibilitassem aumentar a produtividade, reduzindo os custos e o tempo de produção e, consequentemente, aumentar as margens de lucro.

- a) Para isso as seguintes medidas foram adotadas:
 - b) Treinamento da equipe de projetos em software de metodologia BIM (Autodesk Revit);
 - c) Aquisição e implementação de uma máquina de corte à plasma para chapas metálicas, que opera por meio de comandos CNC;
 - d) Adoção do Revit como principal programa para modelagem dos projetos;
 - e) Implementação de um programa dedicado a geração de códigos CNC e planos de corte (Autodesk Camduct);
 - f) Implementação de plug-in que permite a transmissão das informações contidas na modelagem do projeto em peças contidas na biblioteca do programa CAM;
 - g) Montagem e finalização das peças;
 - h) Verificação e identificação das peças produzidas, conforme sequência da montagem à ser realizada em campo;
 - i) Envio das peças para a obra de forma integral devido ao à redução de tempo de produção e maior volume de peças liberadas devido a verificação antecipada de interferências;
 - j) Recebimento do material pela equipe de campo e início da montagem;
 - k) Ocorrência de poucos pedidos pontuais para algum ajuste em campo;
 - l) Término do projeto
- Após essa implementação, o processo como um todo tornou-se muito mais rápido e assertivo.

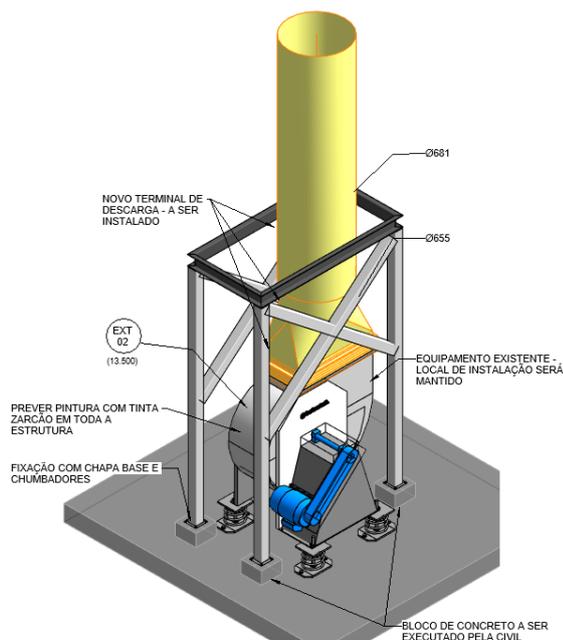
Após o período de testes e adaptação o novo processo produtivo passou a ser configurado da seguinte forma:

- a) Cálculos e dimensionamento do sistema;
- b) Seleção de equipamentos;
- c) Elaboração de projeto em software CAD (Autodesk Revit), utilizando a metodologia BIM e incluindo todas as informações do empreendimento existente além de todas as disciplinas envolvidas; Verificação virtual de todas as incompatibilidades e interferências; Seleção de todas as peças do sistema e transcrição automática para o software CAM;
- d) Emissão dos planos de corte de acordo com a quantidade de peças, tamanho das chapas em códigos CNC;
- e) Envio do projeto para o setor de fabricação de forma virtual onde todas as informações são transferidas diretamente para a máquina de corte a plasma;
- f) Traçado e corte de todas as peças necessárias para a produção com um nível de aproveitamento de material muito superior ao corte manual, devido a automatização da programação CNC;

4 Análise dos benefícios da implementação

A implementação da metodologia BIM no âmbito do projeto propriamente dito permitiu a representação gráfica com mais detalhes e de formas que permitem uma assimilação da informação mais fácil e intuitiva por todas as partes envolvidas no processo, conforme ilustrado na figura 4 abaixo:

Figura 4 – Detalhe de estrutura metálica

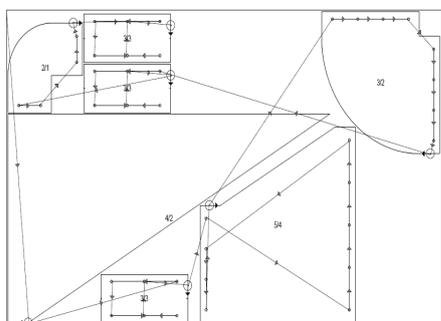


Fonte: Autor

No âmbito da produção, a integração do programa CAD com o programa CAM permitiu a automatização do processo produtivo, uma vez que os planos de corte eram gerados por meio de códigos CNC e tinham como principal objetivo permitir o máximo de aproveitamento possível das chapas de aço, conforme ilustrado na figura 5 abaixo:

Figura 5 – Plano de corte

NOA 27.09.22 **Sheet #: 741**
 Ref: NOA M Time: 1:32 (mins)
 Size: 2005 x 1205 Length Used: 199...
 Chapa Necessária: 1994 x 1201 (mm) % Used: 67,1
 Mat'l: Aço Carbono x 16 Cut Area: 2,4



Fonte: Autor

Os arquivos CNC por sua vez eram interpretados pelo sistema operacional da máquina de corte, similar ao ilustrado na

figura 6, a plasma, que executava os traçados de corte conforme a programação, com um espaçamento mínimo entre cada peça, permitindo um excelente aproveitamento de material.

Figura 6 – Máquina de corte a plasma CNC



Fonte: Refriweb [6]

Além dos planos de corte o programa CAM permitia gerar planos de montagem, conforme indicado na figura 7, com ilustrações intuitivas do processo de fabricação de cada peça do sistema. Sendo esses arquivos muito importantes para eventuais consultas ao longo do processo de montagem.

Figura 7 – Plano de montagem

Ref: NOA Item: 2 Qtde: 1 Sistema: 27/09/2022
 Material: Aço Carbono x 16 Name: Curva 90°

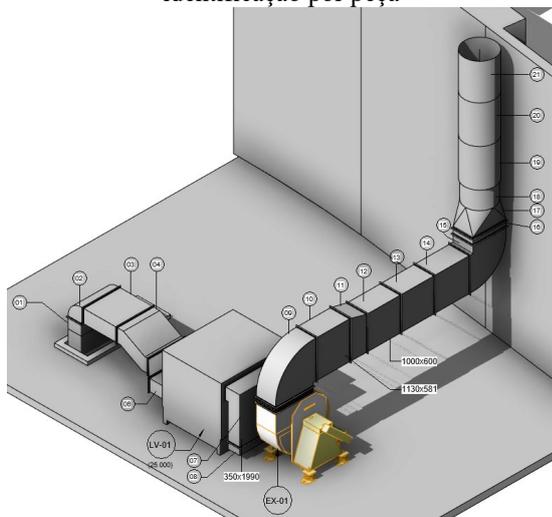
Dimensional	
A=200,0	B=200,0
C=90,0	D=100,0
E=100,0	F=0,0

Fechamento Longitudinal **Lista de Conexões**
 S1=Solda C1=Flange Chapa Virada C2=Flange Chapa Virada

Fonte: Autor

Em termos de execução, foi possível incluir nos projetos detalhes reais de montagem dos sistemas, conforme ilustrado na figura 8, de acordo com as informações provenientes do setor de fabricação, com a identificação numérica em cada peça, dessa forma reduzindo retrabalhos e eventuais perdas de material e tornando a fase de montagem mais rápida.

Figura 8 – Detalhe de montagem do sistema com identificação por peça



Fonte: Autor

5 Considerações Finais

A partir da análise da implementação apresentada, verifica-se que a aplicação da metodologia BIM na integração entre o projeto e o processo produtivo é de suma importância, visto que ela permite um planejamento mais estruturado desde o início do processo, uma quantificação mais precisa não só dos insumos, mas de mão de obra necessária, um controle maior no cronograma e etc.

Mas o ponto mais importante da implementação foi o impacto no fluxo de

informação do processo, que passou a ser muito mais organizado e cadenciado, respeitando as etapas dentro da cronologia do processo, reduzindo o tempo para gerar informações críticas e permitindo que as tomadas de decisão não só ocorram de forma antecipada, mas com uma antecedência muito mais confortável e assertiva.

6 Referências

- [1] FORMOSO, R. T. *et al.* Termo de Referência para o Planejamento e controle da Produção em Empresas Construtoras. Porto Alegre, 1999.
- [2] EASTMAN, C. *et al.* *Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.* Porto Alegre: Bookman Editora LTDA, 2014
- [3] BIBLUS. *The dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM Explained.* (2023). Disponível em <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/> Acesso em: 15 jul 2023
- [4] VARGAS, Ricardo V. *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos.* Rio de Janeiro: Brasport, 2003 – 6ª Edição
- [5] MINTZBERG, Henry. *Criando Organizações Eficazes: Estruturas em Cinco Configurações.* São Paulo: Atlas: 1995
- [6] REFRIWEB (2023) *Corte Plasma CNC.* Disponível em <https://refriweb.com.br/produtos/maquina-de-corte-plasma-cnc/> Acesso em: 5 mar 2023