

## BIM, evolução tecnológica e as mudanças de paradigmas

Actas de Diseño (2014, Marzo),  
Vol. 16, pp. 223-228. ISSN 1850-2032  
Fecha de recepción: agosto 2012  
Fecha de aceptación: septiembre 2012  
Versión final: mayo 2013

Leonardo Oliveira (\*)

**Resumen:** Tenemos tecnología innovadora para el desarrollo de productos que trabaja de modo sistémica y realmente integrada. La tecnología BIM (Building Information Modeler) llega con una propuesta no solo de auxilio computarizado de desarrollo, sino con un cambio completo en la manera de trabajar, posibilitando gerenciamiento multidimensional de todo el ciclo de vida del ambiente construido y del producto. Este artículo pretende presentar el escenario histórico de la evolución tecnológica, de la forma de trabajo, de la integración exigida a las disciplinas y de la evolución de la información interdisciplinar, bajo el contexto de BIM, además de analizar los principales cambios de paradigmas que propiciaron su uso y desarrollo.

**Palabras clave:** BIM - Representación - Producto - Arquitectura - Gerenciamiento - Paradigma.

[Resúmenes en inglés y portugués y currículum en p. 228]

### Introdução

Temos hoje à disposição inovadora tecnologia para desenvolvimento de produtos arquitetônicos e de construções que trabalha de forma sistémica e realmente integrada. As ferramentas da tecnologia BIM (Building Information Modeler) chegaram ao mercado com uma proposta não só de auxilio computadorizado ao desenvolvimento de produto, mas, num contexto de mudança completa na maneira de se trabalhar, possibilitar o gerenciamiento multidimensional de todo o ciclo de vida do ambiente construído. Este artigo pretende então apresentar o cenário histórico da evolução tecnológica associada a esta nova ferramenta, apresentar a evolução na forma de trabalho e na integração exigida às áreas de especialização envolvidas, e além de identificar como a informação interdisciplinar também evoluiu nos processos de gerenciamiento, apresentar as principais mudanças de paradigmas que propiciaram ousos e a validação da nova forma de se desenvolver ambientes construídos.

A ferramenta BIM evoluiu para atender demandas de melhores formas de se desenvolver, gerenciar e validar os trabalhos das áreas de arquitetura e engenharias de construção. A necessidade específica de um controle de ciclo não só de desenvolvimento, mas também das fases de obra e uso (implantação, implementação, uso e manutenção) bem como outros controles imprescindíveis, como custo, tempo, etc. indicaram a necessidade de uma ferramenta integrada para aquelas áreas. Trata-se então de uma ferramenta emergentemente indispensável e em pouco tempo, insubstituível. Nos últimos anos as discussões sobre sustentabilidade trazem um aumento das exigências quanto ao controle de forma sistémica para o desenvolvimento, produção, construção, uso, manutenção e reaproveitamento de produtos e ambientes construídos. As mudanças requeridas para o atendimento destas exigências indicam dependência de uso de sistemas como o da classe BIM.

### Evolução da tecnologia relacionada

A representação do produto arquitetônico tem longa história de evolução. E a tecnologia acompanha esta evolução em ciclos focados em atender demandas imediatas e fornecer possibilidades para novas demandas, cada vez mais específicas. Seus processos relacionados ao entendimento e validação fazem parte do ciclo de desenvolvimento do produto arquitetônico e assumem para si as primeiras e decisivas tomadas de decisão sobre tal desenvolvimento. Isto aponta que, para otimização de tais processos, mais informação sobre o produto desenvolvido deveria ser acrescentada à representação gráfica. Este princípio rege a associação detectada ao longo do tempo, pela consolidação de tecnologias relacionadas à representação (bimétricas e trimétricas) e informação, via bancos de dados. A informatização e digitalização são processos chaves nesta evolução. Desde os tratados renascentistas sobre perspectivas e o uso do perspectógrafo de Lambert no Séc. XVIII a até as atuais suítes de modelagem de sólidos paramétricos com PDM, busca-se uma solução para os problemas da representação do produto arquitetônico, além da representação perspectiva e muito além do isolamento da especialização.

Se, a perspectiva não constitui nenhum critério absoluto ou independente de fidelidade e o grau de realismo é independente do grau de fidelidade da representação, podemos concluir que a perspectiva não constitui uma condição suficiente ou necessária para o realismo. Ou seja, uma representação em perspectiva não é forçosamente realista e uma [representação] considerada como realista não utiliza necessariamente a perspectiva. Estamos de certo modo habituados a classificar como realistas as representações figurativas construídas segundo as leis da perspectiva em virtude do sistema de representação pictórica de tradição ocidental de que atualmente dispomos. (Oliveira, 2000).

Focando-se na trajetória da evolução tecnológica relacionada com a representação digital identificamos que

os fundamentos estão na formulação da geometria de Euclides (300-250 AC) e passa pela criativa noção de perspectiva visual apresentada pelo arquiteto e escultor Brunelleschi no Séc. XV. Descartes, no Séc. XVII, com sua formulação de geometria analítica e os sistemas de coordenadas 2D e 3D e Sylvester, no Séc. XIX, com a notação matricial forneceram os conceitos das ferramentas mais comuns no desenvolvimento da computação gráfica. Nesta linha cronológica de desenvolvimento direto do que temos hoje como plataformas de hardware e software, e conseqüentemente das novas ferramentas de representação arquitetônica, temos como marco referencial o final da II Guerra. Apesar dos trabalhos e pesquisas durante a guerra para o desenvolvimento do computador ENIAC<sup>1</sup>, por John Eckert e John Mauchly, a representação gráfica numa tela, só apareceria no Projeto Whirlwind do MIT (Massachusetts Institute of Technology) nos anos 50. Em 1957, Patrick J. Hanratty<sup>2</sup> desenvolveu um software com uma linguagem que possibilitava a manipulação de gráficos gerados por computador, resultando no DAC, (Design Automatizado por Computador), da General Motors – GM, americana, sendo utilizado para a concepção de moldes complexos de lataria automobilística. Surgiu o primeiro software da classe CAD. Em 1963, com sua tese de doutorado “Sketchpad: Sistema de comunicação gráfica Homem-Máquina”, Ivan Sutherland, também do MIT, inovou ao apresentar os conceitos da modelagem computacional de simulação 3D e visual - a base para a computação gráfica e CAD/CAM. Os periféricos apontadores (mouse, caneta ótica) ganharam vida a partir daí. Com Casteljau<sup>3</sup> e seu algoritmo, em 1959, a modelagem de superfícies assume sua participação definitiva na modelagem tridimensional. A popularização do uso comercial dos sistemas de representação gráfica segue a partir daí com alguns marcos. Vem da Boeing a denominação computação gráfica (CG ou computer graphics – com W. Fetter) e sua aplicação descobre novos campos a cada dia. No filme Vertigo (Hitchcock – Withney Sn.) em 1958, temos a primeira participação da CG no cinema, em 1963, vemos o primeiro filme totalmente gerado por computador<sup>4</sup>, em 1966, o primeiro videogame chega aos lares americanos. Em 1967, a NASA treina astronautas em simulador de voo colorido e em tempo real. Paralelamente, a evolução dos sistemas de hardware propicia um desenvolvimento dos sistemas de softwares e cada vez mais as necessidades de representação são atendidas e novos patamares são estabelecidos e solicitados.

As pesquisas surgidas na área apresentam resultados importantes. Diretamente relacionados aos sistemas digitais CAD/CAM, os resultados apresentados para representação de superfícies através de retalhos –os meshes, os algoritmos de desenho de primitivas geométricas, os algoritmos de remoção de partes invisíveis e de segmentos, e também os algoritmos de cálculos de visibilidade, sombras e os de traçados de raios (raytracing) possibilitaram a reprodução do mundo real no novos dispositivos e telas também desenvolvidos. Inicialmente, vemos um desenvolvimento e aplicação eficiente das ferramentas de representação gráfica em ambientes 2D. Novos softwares são apresentados ao mercado e a utilização industrial torna-se efetiva. O trabalho em ambiente 3D ainda é emergente.

Os anos 80 iniciam com o lançamento de softwares como Autocad (Autodesk) e Catia (Dassault). Em pouco tempo, suas versões incluindo modelagem 3D pura são lançadas. O Intergraph inova com as ferramentas de modelagem de superfície complexa 3D e em 1988 o mercado conhece o Pro/Enginner (PTC) e o conceito de sistema integrado de desenvolvimento é adotado pela indústria. Os softwares passam a ser comercializados como suítes integradas por módulos individuais (porém interligados) de soluções paramétricas para o desenvolvimento completo de um produto. O uso de banco de dados para o armazenamento das informações relativas a geométricas de criação de modelos, geometrias relacionais de posicionamento, propriedades de materiais e equações de transformações e operações booleanas<sup>5</sup> possibilitaram a parametrização e modelação de peças relacionadas a dados únicos, porém interligados. A parametrização é processo que permite a construção de modelos escalares e o dimensionamento dinâmico para o desenvolvimento de produtos, possibilitando o uso posterior dos modelos criados, sendo adaptados ou não a uma nova exigência de desenvolvimento. Ao se definir uma geometria em função do arranjo das entidades geométricas existentes criam-se relacionamentos entre as dimensões gerando uma estabilidade dimensional/geométrica escalar, o que, conseqüentemente, possibilita a criação de famílias para o produto desenvolvido. A parametrização atua também em outras etapas do trabalho de desenvolvimento, automatizando formatos, legendas, correções automáticas da árvore de criação de uma peça, etc. Mas, o diferencial na utilização da parametrização está no tocante à diminuição do ruído de transferência da informação técnica (comunicação) entre os setores/atores envolvidos.

Mas, seria uma evolução no uso de banco de dados que marcariam os anos 90 com a migração do trabalho em 3D paramétrico para o modelamento em sólido. Os bancos de dados agora integrados ao sistema, propiciaram a implementação de toda uma gama de operações baseadas em aplicações da física e cálculos matemáticos. A facilidade de se simular eventos de fabricação e uso revolucionaram os métodos e práticas de se desenvolver e de se “produzir” produtos. Fases de prototipagem e teste foram repensadas. Os cálculos de esforços mecânicos (tração, compressão, cisalhamento, flexão, torção, flexo-torção, etc) poderiam ser realizados concorrentemente aos modelamentos de desenvolvimento. A integração com máquinas-ferramentas tornou-se mais efetiva e suportes a inúmeros fabricantes destes equipamentos foram incluídos nos softwares. Importante citar a inclusão do suporte aos novos produtos destinados a prototipagem rápida. Uma tendência de uso foi identificada durante o período. Alguns segmentos tendiam ao trabalho integrado e por vezes a quantidade de ferramentas oferecidas pelas suítes, mostravam-se desnecessárias ao fechamento de um projeto. Suítes menores e orientadas a segmentos ou arranjos específicos começaram a ser oferecidas (suítes AED - Architecture, Engineering and Design, AEC - Architecture, Engineering and Construction, etc.). O lançamento do Solidworks em 1995, e do Solidge Edge em 1996, orientados ao segmento AED incrementaram o uso da modelagem de sólidos e do desenvolvimento concorrente de produtos. Algumas suítes até então comercializadas com orientação a um

segmento específico, como arquitetura, saem do cenário dando lugar a suítes com orientação à forma de desenvolvimento simultâneo. Alguns fabricantes das suítes já apontavam índices de aumento da eficiência do desenvolvimento de produto da ordem de 25% para o projeto conceitual, 35% para o projeto mecânico/arquitetônico, 15% para detalhamento técnico e 20% para a manufatura (fonte CREO/Pro/Enginner - 2010). Mas os fatores decisivos para o aumento destes índices não ficavam somente por conta da parametrização, modelagem de sólido e uso de bancos de dados, mas também pela tomada do controle da comunicação entre as etapas/atores do desenvolvimento do produto. E isto influenciaria de sobremaneira a evolução dos softwares e sistemas de desenvolvimento e representação de produtos na década seguinte.

### **Informação e comunicação de projeto: o cenário na virada do século**

Os anos 90 também foram marcados pelo crescimento mundial das metodologias de qualificação do serviço e das práticas de gerenciamento de projetos. A característica principal destas metodologias é a geração, manipulação, compartilhamento e rastreabilidade da informação ao longo do ciclo produtivo e construtivo dos produtos (incluindo aí o ambiente construído). No ano de 1990 o Project Management Institute (PMI) lançou a primeira versão do seu Guia do PMBOK (Project Management of Knowledge). O PMBOK é um compêndio de processos, sub-processos, boas práticas e vocabulário para descrever formas organizadas de se gerenciar um projeto. As Normas da série ISO9000 foram lançadas em 1987, mas ganharam maturidade na versão de 1994 com a publicação do capítulo 9001. Nos anos seguintes temos os olhos do mercado voltados para a informação circulante entre processos, empresas e governos. A publicação de 2000 das normas ISO9000 auxiliava na organização do enorme volume de documentos necessários para se qualificar e se manter o estado de qualidade adquirido. Os processos referentes a projeto e desenvolvimento passaram a ser requeridos apenas de empresas que realmente desenvolviam produtos, mas o controle do processo e a gestão da integração ganharam evidência (ISO9001: 2000). O gerenciamento dos processos ao longo da cadeia produtiva (controlada pelas aferições de desempenho) exigia um controle ainda maior da comunicação entre etapas/atores. No mesmo ano de 2000 o PMI já contabilizava a venda de mais de 300.000 cópias do seu PMBOK. Vargas (2003) cita que a proposta do PMI é estabelecer um processo estruturado e lógico para lidar com eventos que se caracterizam por novidade, complexidade e dinâmica ambiental, considerando também a crescente escalada da competitividade. O mercado adotou as boas práticas de gerenciamento, novos profissionais foram qualificados e o controle otimizado do ciclo de fabricação/construção ganhou relevância. Os padrões de informação mudaram durante a década, bem como a exigência de um relacionamento mais eficiente entre setores/atores no tocante a comunicação e interdisciplinaridade.

Com o aumento da demanda pelo controle da informação surgiram ações e pesquisas para integração de papel com

CAD. Não mais o papel suporte do detalhamento técnico, mas o papel suporte do documento, da informação circulante. Retomando a estes softwares, cita Eastman (2008) que a integração de alguns processos informacionais, como por exemplo, as listas de materiais (BOM - Bill of Materials), já eram utilizadas para controle da integralidade da informação (neste caso, para aquisição de materiais). Outro exemplo seria a integração de dados de projetos com os sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning) para planejar e coordenar operações transacionais (vendas, gerenciamento de pedidos, compras, contabilidade de custos, logística, etc.). Mas uma forma de gerenciar os dados relacionados ao desenvolvimento do produto de forma integrada, a ferramenta PDM (Product Data Management) viria definitivamente incorporar as principais suítes do mercado.

PDM são sistemas de controle de produtos relacionando dados e fluxo de trabalho associados a processos. As informações tratadas incluem geometria do produto, desenhos de detalhamento técnico, planos de projeto, arquivos de peças, diagramas de montagem, especificações de produtos, programas de controle numérico de máquinas-ferramenta, resultados de análises, correspondência, contas de material, e muitos outros itens. (Mechanical Engineering Magazine, PDM, ASME - American Society of Mechanical Engineers, 1998) - tradução do autor.

Como ferramenta de integração de diversas áreas, o PDM gerencia os dados do produto em toda a empresa, garantindo que a informação correta esteja disponível para a pessoa certa no momento certo. Desta forma, o PDM melhora a comunicação e cooperação entre os diversos grupos. O foco na informação circulante na fase de desenvolvimento ganha ênfase. Contudo o PDM mostrou-se a ferramenta mais aderente a processos de desenvolvimento e produção de produtos e não a processos que envolvessem construções, montagens em campo, em plantas industriais e obras. Esta lacuna seria preenchida com o surgimento do BIM. Uma mudança de paradigma de desenvolvimento de sistema (que será abordada a frente) propiciou o surgimento desta ferramenta efetiva de controle para arquitetura e engenharias de construção.

### **A tecnologia BIM e a informação circulante**

Desde o final dos anos 80, o arquiteto especialista em tecnologia de informação Jerry Laiserin<sup>6</sup> já vinha desenvolvendo estudos de integração e interoperabilidade para arquitetura e sistemas de informação. Seus conceitos somados aos resultados dos estudos de Charles Eastman<sup>7</sup> sobre a padronização da informação de modelos de engenharia (BPM - Building Product Model) serviram de base conceitual para o lançamento, em 1987, do software Archicad<sup>8</sup>, da empresa húngara Graphisoft, que se tornaria o primeiro da classe BIM disponível no mercado. Eastman (2008) define BIM como um modelo de tecnologia e um conjunto de associações de processos voltados para a produção da obra, comunicação e análise do modelo de uma construção. Nasceu quase como uma exigência da

área de arquitetura e engenharia envolvidas com obras, montagens e construções, além do projeto propriamente dito. Basicamente associa em uma única plataforma ferramentas de modelagem de sólido, associada a bancos de dados e com a possibilidade do gerenciamento do ciclo completo de desenvolvimento, da conceituação a até o gerenciamento da obra. Trabalha também com modelos pré-definidos de produtos. A ferramenta BIM possui a característica escalar multidimensional de gerenciamento, que parte da representação de um modelo sólido (dimensões trimétricas axonométricas 3D relacionadas a atributos específicos) somados a objetos e outras dimensões (nD) que ampliam as capacidades e a resolução do controle do desenvolvimento. As associações e restrições podem ser internas ou por meio de links externos a outros sistemas (integrado e/ou interligado). Para o gerenciamento 4D, são associados objetos e conjuntos (arranjos de objetos) com atributos das dimensões tempo e calendários, tornando possível desenvolver projeto e planejamento de atividades de obras com análise de tempo e cronogramas integrados. Para o gerenciamento 5D, são associados objetos e conjuntos com atributos da dimensão custo, tornando possível desenvolver projeto e planejamento de atividades de obras com custo e avaliações financeiras integrados. Para o gerenciamento 6D, são associados objetos e conjuntos com atributos da dimensão operação, tornando possível desenvolver projeto e planejamento de atividades de obras com estimativas de uso, manutenção, etc. A estrutura usual e original CAD 2D/3D ainda está presente e é utilizada como base de elaboração convencional para geração de documentação (detalhamento técnico, especificações, etc.).

### As mudanças de paradigmas

Kymmel (2008) cita que a necessidade de se saber o “por-que” e não somente “como” se apresentam os projetos arquitetônicos atuais, por si só exigiram mudanças radicais na forma do trabalho, na metodologia e nos dispositivos até então utilizados. A adoção das ferramentas BIM exige conceitualmente, muito mais que o uso dos sistemas convencionais de CAD como pré-requisitos. Uma abstração da base de conhecimento interdisciplinar, o trabalho compartilhado e em times e o detalhamento extremo das atividades, especificações e pontos de controle, oferecem um novo desafio para desenvolvedores e equipes também engajadas no desenvolvimento de ambientes construídos e o controle efetivo de seu ciclo.

O sucesso fundamental da abordagem BIM reside na sua capacidade de facilitar o que já se vê naturalmente nos desenvolvimentos. Os modelos ajudam-nos a mais rapidamente ver o que está errado. Exibindo-se modelos, podemos transformar suas características em força. Contudo, como um modelo proporciona mais transparência a todo o processo, pode-se causar um certo nível de desconforto, o nosso trabalho no modelo pode ser visto mais claramente por todos. Como seres humanos, gostamos de ver, mas apenas ser vistos como desejamos que os outros nos vejam. Em outros trabalhos, gostamos de máscaras sobre as

áreas que consideramos abaixo do padrão e ênfase para os atributos que são motivo de orgulho. [Em] BIM, não esconde nada, requer um pouco de tempo para se acostumar. BIM exige muita colaboração e nos obriga a relacionarmos uns com os outros de forma diferente. É psicologicamente um desenvolvimento muito saudável, mas não necessariamente uma transição fácil. A colaboração necessária desenvolve um espírito de equipe e um prazer especial em estar apoiando uns aos outros com responsabilidade para o produto final. Os membros da equipe irão apreciar mais profundamente as suas semelhanças, bem como suas diferenças. [Vão] Se consolar com a capacidade de cooperar (...) e ter orgulho nos resultados compartilhados dos esforços da equipe (Kymmel, 2008) – tradução do autor.

A primeira grande mudança decorre da necessidade do trabalho concorrente de várias especializações, em times, gerando, manipulando e trocando grandes volumes de informações orientadas ao produto desenvolvido. É esta orientação ao produto a segunda e principal mudança para o uso do BIM: a orientação ao objeto.

Os trabalhos dos primeiros sistemas convencionais de CAD se baseiam no relacionamento de várias entidades geométricas, que posicionadas em um espaço axonométrico 3D se permitem arranjos que geram representações gráficas. Estas entidades possuem características que definem seu comportamento no espaço, seus limites de arranjos e relacionamentos e suas formas finais de representação. Um banco de dados relacional guardava tais informações e se encarregava dos relacionamentos. O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) trabalhava pelo paradigma do modelo relacional.

Modelo relacional apareceu devido às seguintes necessidades: aumentar a independência de dados nos sistemas gerenciadores, prover um conjunto de funções apoiadas em álgebra relacional para armazenamento e recuperação de dados, permitindo processamento *ad hoc* [processamento dedicado] (Takai, 2005).

A estrutura fundamental relacional é a relação (tabela) que é constituída por um ou mais atributos (campos) que traduzem o tipo e dado a armazenar. As estruturas implementadas são organizadas em relações. Um tijolo, por exemplo, seria representado pelo arranjo de entidades linhas num espaço trimétrico, relacionadas aos atributos deste espaço, de outras entidades e dos vários algoritmos dedicados à representação do produto. Toda representação é válida, pois todas as entidades possuem atributos e várias transações (relacionamentos) são possíveis. Os problemas relacionados com a representação do produto (o que - *what*) estavam solucionados. Contudo, a necessidade de se “produzir” o produto exigia que a porção relacionada com a obtenção do produto (como - *how*) fosse tratada. Para tal uma quantidade maior de dados deveria ser incorporada. E estes dados seriam mais complexos, pois envolveriam relacionamentos externos com outros sistemas (como por exemplo os sistemas de CAM –computer aided manufacturing– manufatura auxiliada por computador) e também sua representação



apresentar conteúdo semântico ou mesmo modelos. Uma mudança de paradigma foi proposta e a orientação a objetos seria então adotada.

Os bancos de dados orientados a objetos começaram a se tornar comercialmente viáveis em meados de 1980. A motivação para seu surgimento está em função dos limites de armazenamento e representação semântica impostas no modelo relacional. Alguns exemplos são os sistemas de informações geográficas (SIG), os sistemas de CAD e CAM, que são mais facilmente construídos usando tipos complexos de dados. A habilidade para se criar os tipos de dados necessários é uma característica das linguagens de programação orientadas a objetos. (...) [Os] bancos de dados orientados a objetos [são] utilizados em aplicações especializadas, enquanto os sistemas relacionais continuarão a sustentar os negócios tradicionais (Takai, 2005)

Um tijolo passa então, a ser representado virtualmente (ainda no espaço trimétrico) como a abstração do sólido real, possuindo atributos como peso, momento de inércia, características de ruptura e outros, associados ao material definido no momento da modelagem. Mas as construções necessitavam ainda de mais relações informacionais complexas dentro de seu ciclo de vida. Novas dimensões de informação e representação precisam de mais espaço e capacidade para manipulação. Para tanto, os sistemas objetos-relacionais foram acrescentados pelos desenvolvedores às bases de dados, propiciando a modelagem, os arranjos e a representação de outras dimensões, como tempo (when), custo (how much), operação (how to use) e manutenção (how to keep).

A área de atuação dos sistemas objeto-relacional tenta suprir a dificuldade dos sistemas relacionais convencionais, que é o de representar e manipular dados complexos, visando ser mais representativos em semântica e construções de modelagens (Takai, 2005).

Eastman (2008) cita que a modelagem baseada em objetos não representa objetos com propriedades geométricas fixas, mas sim objetos representados por parâmetros e regras que determinam a sua geometria e também propriedades não geométricas. Parâmetros e regras permitem que os objetos se atualizem automaticamente (e também seus arranjos), de acordo com o controle do usuário ou mudanças de contexto. O aumento do comprimento de uma parede aumenta a quantidade de tijolos, de argamassa, do peso total desta parede e da influência disto sobre a fundação, etc.

Um Modelo de Informações de Construção é uma representação digital da física real e as características funcionais de uma instalação. Como tal, serve como um recurso compartilhado de conhecimento para obter informações sobre uma facilidade, formando uma base confiável para decisões durante seu ciclo de vida desde a concepção. Criar um BIM é diferente de fazer um desenho em 2D ou 3D CAD. Para criar um BIM, um modelador usa objetos inteligentes para construir o modelo. (Conover, 2009).

Obviamente, não se pretende aqui um aprofundamento na estruturação e particulares dos citados bancos de dados, mas sim o registro dos tipos e modificações aplicadas ao desenvolvimento dos sistemas de BIM e a razão pela qual, tão grande é a mudança conceitual na sua forma de trabalho. Temos não somente uma evolução dos sistemas de CAD, mas sim uma nova classe de sistema/software.

## Conclusões

Um dos indicativos da adoção de BIM pelo mercado reside na grande mobilização de órgãos e/ou entidades relacionadas com o segmento arquitetura/construção para organização e publicação de guias, manuais, criação e disponibilização de blocos de objetos e outras ações orientadoras para o uso efetivo do sistema. Entidades, como a Sociedade Americana de Engenheiros de Refrigeração, Aquecimento e Ar Condicionado, publicou em 2009 um guia orientando a necessidade urgente da adoção do sistema para seu mercado. Segundo a ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), o uso de BIM possibilita a integração das atividades humanas com o processamento de informações. A incorporação de práticas de trabalho, métodos, processos e ferramentas possibilitam a criação de uma cultura de desenvolvimento onde os indivíduos e as organizações são capazes de trabalhar juntos de forma eficiente e eficaz. Esta visão sobre as mudanças de comportamento na prática da profissão e da necessidade de criação de uma nova cultura é ponto comum destas iniciativas. Para a americana Foundation of the Wall and Ceiling Industry – FWCI (2009) o consenso entre aqueles que têm realmente usado BIM é que ele economiza tempo e dinheiro, gera menos conflitos e detecta precocemente erros de projeto. Propicia com uma drástica redução de gastos e ordens de mudanças, melhorando em muito a produtividade. E talvez o paradigma da mudança do comportamento do especialista com relação aos outros especialistas e a participação de uma nova cultura para o desenvolvimento de novos produtos e ambientes seja o ponto mais importante (e talvez a melhor oportunidade) no tocante a necessidade imediata de se pensar e atuar com sustentabilidade.

Nota: não é interesse do artigo, apresentar um comparativo ou uma listagem dos sistemas de CAD, suítes de AEC (Architecture, Engineering and Construction) e BIM disponíveis no mercado, nem tampouco indicar ou escolher um ou outro software. Os softwares indicados no texto são representativos de sua classe e teve/tem participação decisiva no mercado e marcaram a introdução de ferramentas e métodos que alteraram a forma do trabalho de desenvolvimento de produto (considerando também o ambiente construído).

## Notas

1. O ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) foi o primeiro computador digital eletrônico de grande escala, começou a ser desenvolvido em 1943 para calcular trajetórias balísticas táticas.

2. As inovações introduzidas incluíram telas CRT (tubo de raios catódicos) e processamento em tempo real. Foi criando o primeiro simulador de voo para a Marinha americana. A evolução deste projeto culminou com a criação do SAGE (Semi-Automatic Ground Environment), um computador que rastreava, mostrava e interceptava ataques aéreos inimigos.
3. O Algoritmo De Casteljaou (homenagem ao seu inventor Paul de Casteljaou) na matemática, no campo da análise numérica, é um método recursivo para calcular polinômios na forma de Bernstein ou da Curva de Bézier.
4. Eduard Zajac, do Bell Labs - (<http://econ.arizona.edu/zajac/ZajacVideoPage.htm>).
5. Na matemática e na ciência da computação, as álgebras booleanas são estruturas algébricas para as operações lógicas E, OU e NÃO, bem como das operações da teoria de conjuntos, soma, produto e complemento, sendo inclusive o fundamento da matemática computacional, baseada em números binários. George Boole, matemático inglês, que foi o primeiro a defini-las como parte de um sistema de lógica.
6. <http://www.laiserin.com/about/index.php>
7. Professor Charles Eastman, diretor da Digital Building Laboratory na Universidade de Berkeley, Califórnia - EUA., atua em pesquisa nas áreas de modelagem de informações, modelagem paramétrica, modelos de produtos e interoperabilidade. Ele também é um pesquisador ativo nas áreas de design de cognição e ciência cognitiva.
8. <http://www.graphisoft.com/products/archicad/>

#### Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: Normas Diversas - Disponível em <http://www.abnt.org.br> - Norma NBR ISSO 9000-1 (1994), Norma NBR ISSO 14000 (2007).
- Addor, Mirian Roux A. e outros: Colocando o “i” no BIM, Revista Arq. Urb., número 4 - USJT - Universidade, XX - 2010 (artigo).
- Conover, Dave et al: An Introduction of Building Information Modeling (BIM): A Guide for ASHRAE Members (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 2009 - Atlanta, USA.
- Eastman, Charles: BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, John Wiley and Sons, Inc. - New Jersey- 2011 - ISBN-10: 0470541377 - ISBN-13: 978-0470541371 -2008.
- Foundation of the Wall and Ceiling Industry: Building Information Modeling: Understanding and Operating in a New Paradigm, 2009 - Falls Church, VA, USA.
- Kerzner, Harold: Gestão de projetos: as melhores práticas - tradução marco Antônio Viana Borges e outros - Porto Alegre, Bookman, 2002 - ISBN 85-7307-874-X.
- Kymmell, Willem: Building Information Modeler: Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations, McGraw Hill Construction - 2008 - DOI-101036/00714945537.
- Oliveira, Susana Martins: A Convencionalidade na Representação do Espaço: Um estudo sobre Gombrich e Goodman (dissertação) - Departamento de Filosofia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa - 2000.
- Project Management Institute: PMBOK, Tradução livre disponibilizada pelo PMI Minas Gerais, 2004 ([www.pmimg.org.br](http://www.pmimg.org.br)).
- Solidworks Corporation: PDMWorks Workgroup for Solidworks - Solidworks Office Premium, Massachusetts - 2006 - PMT0113-ENG.
- Takai, Osvaldo Kotaro e outros: Introdução a banco de dados, DCC-IME-USP, São Paulo, 2005.
- Vargas, Ricardo Viana: Gerenciamento de Projeto: estabelecendo diferenciais competitivos, 5ª edição - Rio de Janeiro, Brasport - 2003 - ISBN 85-7452-129-9.

**Abstract:** We have innovative technology to develop products that works really so systemic and integrated. The BIM (Building Information Modeler) arrives with a proposal not only computerized development aid, but a complete change in the way we work, enabling multidimensional management throughout the life cycle of the built environment and the product. This article aims to present the historical stage of technological development of the way of work, required integration to the disciplines and interdisciplinary evolution of information under the context of BIM, as well as analyzing the major paradigm shifts that led their use and development.

**Key words:** BIM - Representation - Product - Architecture - Management - Paradigm.

**Resumo:** Temos inovadora tecnologia para desenvolvimento de produtos que trabalha de forma sistêmica e realmente integrada. A tecnologia BIM (Building Information Modeler) chega com proposta não só de auxílio computadorizado de desenvolvimento, mas com contexto de mudança completa na maneira de trabalhar, possibilitando gerenciamento multidimensional de todo o ciclo de vida do ambiente construído e do produto. Este artigo pretende apresentar o cenário histórico da evolução tecnológica, da forma de trabalho, da integração exigida às disciplinas e da evolução da informação interdisciplinar, sob o contexto de BIM, além de analisar as principais mudanças de paradigmas que propiciaram seu uso e desenvolvimento.

**Palavras Chave:** BIM - Representação - Produto - Arquitetura - Gerenciamento - Paradigma.

(\* **Leonardo Oliveira.** Designer de Informação, mestrando em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura - UFMG., bacharel em Sistemas de Informação, projetista industrial. Professor da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais. Professor convidado do Centro Universitário Newton Paiva.

(\*\*) El presente escrito fue presentado como conferencia dentro del Tercer Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño (2012). Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina.