



WIDaT 2018
II WORKSHOP DE INFORMAÇÃO,
DADOS E TECNOLOGIA

MÉTODO

MULTICRITÉRIOS PARA AUXILIAR O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO SOBRE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS UTILIZANDO MODELOS BIM

Bruno Cesarino Soares
brunocesarino@hotmail.com
Rogério Amaral Bonatti
rbonatti@gmail.com
Renata Maria Abrantes Baracho
renatabaracho@eci.ufmg.br
Universidade Federal de Minas Gerais

- O gerenciamento de informações no processo de tomada de decisão na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).
- Novos projetos imobiliários podem envolver diversas atividades, como aquisição, construção, ampliação, reforma ou aluguel de edificações.
- Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas na concepção e Gestão de Projetos.

- Estado da Arte das TIC aplicadas a projetos de construção:
- CAD (*Computer-Aided Design*): atualmente incorporam diversos recursos informacionais, indo muito além de um simples uso de computadores como ferramentas gráficas para a criação de desenhos técnicos.
- BIM (*Building Information Modeling*): o processo conhecido como modelagem de informações da construção que tem como base o CAD e procura otimizar a elaboração de projetos de construções.

- A identificação de informações de várias fontes externas e internas a projetos da área de AEC possibilita a inclusão de dados nos modelos digitais gerados para representar esses projetos (modelos BIM).
- Foram considerados três modelos para a estruturação dos problemas de forma hierárquica.
- A análise dos critérios, então, demonstra uma dentre as possibilidades de se chegar a uma solução desejada, baseada em comparações par-a-par entre eles, de um processo que por vezes se torna imprescindível para a tomada de decisão.

- Viabilizar a utilização da modelagem de informações da construção (BIM) em um processo de tomada de decisão em empreendimentos imobiliários por meio de uma análise multicritérios.
- Identificar elementos que compõem a estrutura de decisão.
- Comparar possíveis alternativas de projetos da área.

- Recuperar dados sobre empreendimentos dos modelos BIM.
- Automatizar o preenchimento de alguns critérios de análise exigidos pelo método.
- Avaliar os resultados obtidos com relação ao processo decisório.
- Verificar a viabilidade de continuidade da pesquisa, com melhorias e ajustes no método, bem como sua aplicação a outros cenários.

- **Métodos Multicritérios**

- O método utilizado possui três princípios para sua aplicação.
 1. A construção de hierarquias, em que o problema é estruturado em níveis hierárquicos e é um passo fundamental para compreendê-lo.
 2. A definição de prioridades, que se baseia na capacidade de perceber as relações entre objetos e situações diversas.
 3. A comparação entre os pares de critérios e a consistência lógica, em que o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) permite avaliar o modelo de priorização construído quanto à sua consistência, fazendo uso de conceitos matemáticos, principalmente princípios e propriedades de matrizes.

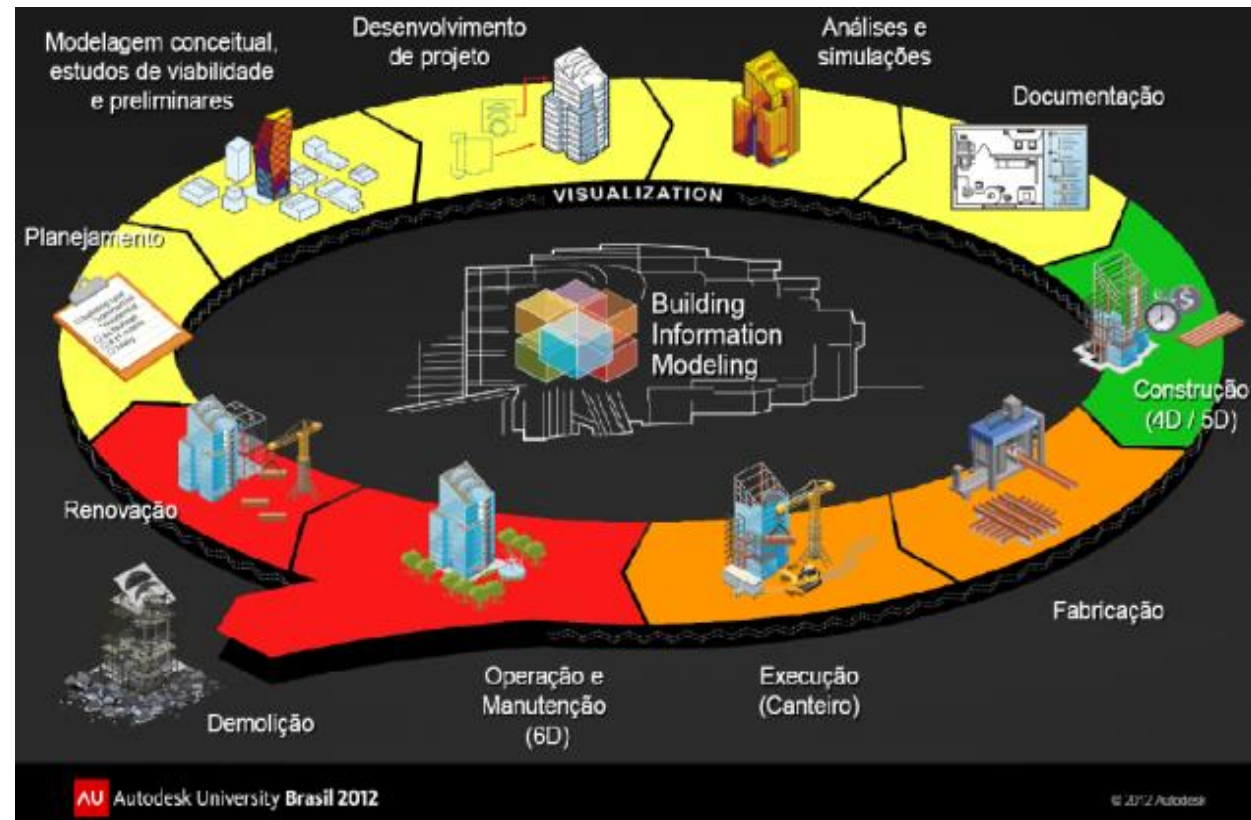
- **Métodos Multicritérios**

- A definição de prioridades entre os critérios é realizada entre os elementos da hierarquia identificada.
- São geradas as matrizes de julgamento (sempre matrizes quadradas), onde o número na linha i e na coluna j dá a importância do critério C_i em relação à C_j .
- A importância relativa entre os elementos visa minimizar a inconsistência da elaboração das matrizes de julgamento.
- O grau de inconsistência reflete a adequação dos julgamentos realizados pelos gestores e um grau máximo é estipulado, também descrito nos trabalhos anteriores.

- **Recuperação da Informação em Ambiente BIM**

- O processo de modelagem de informações da construção (BIM) surgiu com a evolução das aplicações gráficas voltadas para a geração de desenhos técnicos (CAD) ocorrida na década de 1990.
- Com o uso da tecnologia BIM, as informações ficam contidas em um modelo digital ou virtual, permitindo automação da apresentação de documentos e melhorando aspectos como:
 - Construtibilidade;
 - Conflitos;
 - Planejamento;
 - Cronogramas (4D);
 - Custos/Orçamento (5D).
- O ciclo de vida do processo de BIM abrange toda a vida útil de uma edificação ou construção.

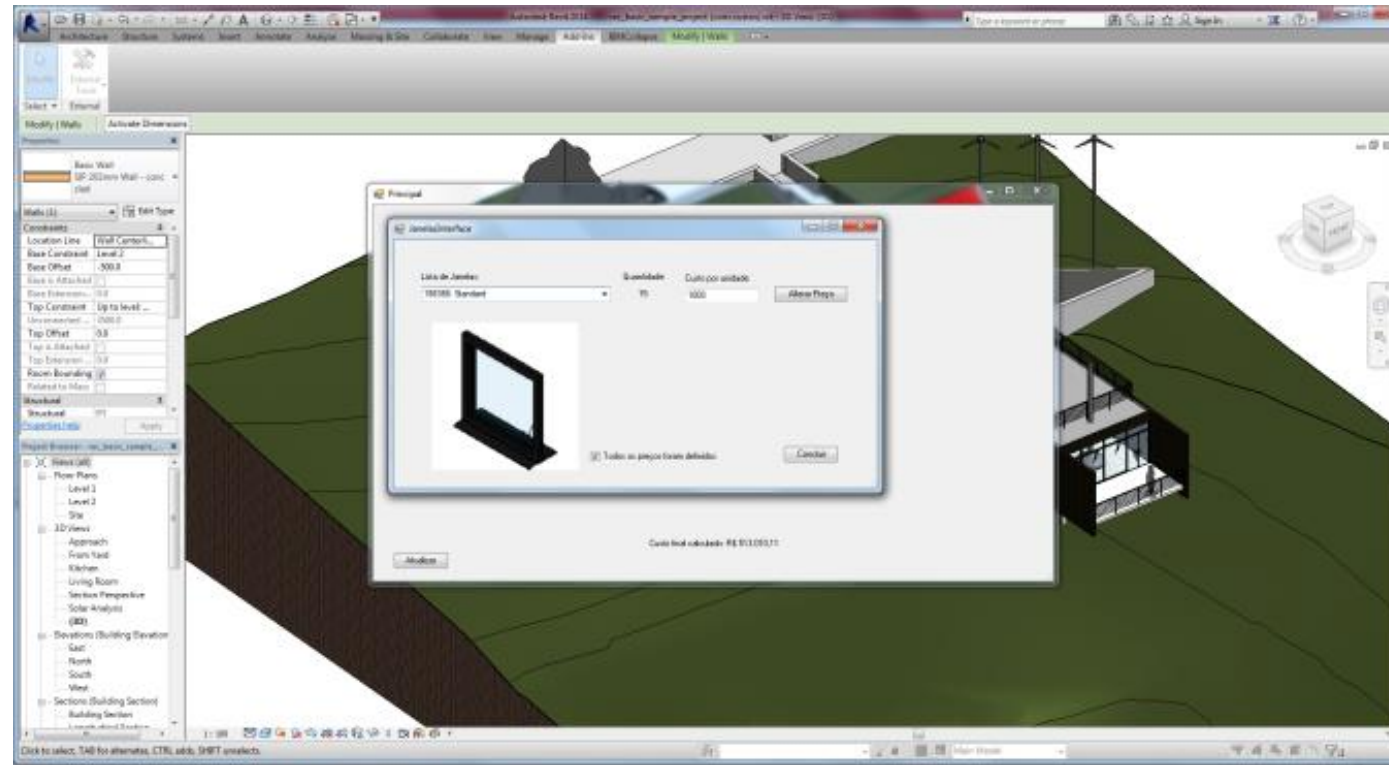
- Recuperação da Informação em Ambiente BIM



- **Recuperação da Informação em Ambiente BIM**

- Muitos dos softwares que utilizam a tecnologia BIM também oferecem ferramentas para se estender suas funcionalidades, mediante a criação de novas interfaces dentro de seus ambientes (aplicativos de extensão conhecidos como *plug-ins* ou *add-ins*).
- Esses aplicativos de extensão podem ser desenvolvidos com vistas a acessar, via código-fonte, os componentes paramétricos dos modelos BIM, que representam as partes construtivas, e com isso recuperar informações úteis em diversos contextos.
- Assim, as informações contidas nos modelos BIM permitem diversas análises, como a proposta neste trabalho.

- Recuperação da Informação em Ambiente BIM



- **Recuperação da Informação em Ambiente BIM**
 - Proposta:
 - Desenvolvimento de um aplicativo de extensão para recuperar automaticamente informações dos modelos BIM e alimentar o os critérios a serem utilizados pelo software que implementa a análise multicritérios proposta.
 - A análise de cada alternativa (modelo BIM), que se refere a um empreendimento, é feita em conjunto com uma avaliação por comparação feita por especialistas da área.

- **Análise Multicritério**

- As informações contidas no contexto de um processo e de modelos BIM, recuperadas a partir de funcionalidades presentes em uma ferramenta ou *software*, foram insumos para a execução e o resultado aqui apresentado.
- Com o uso dessas informações, o método multicritérios permitiu a análise comparativa entre os critérios considerados e foram considerados três cenários de projetos.
- Também foi feita uma avaliação dos resultados obtidos.

- **Definição dos Critérios**

- Em um ambiente BIM, alguns critérios podem ser obtidos automaticamente a partir dos modelos.
- Alguns critérios também possuem aspecto subjetivo, por exemplo, a intenção do gestor de empreender projetos em determinada área ou que utilize certos materiais ou mesmo que ele julgue ter mais expertise para executar.

- **Definição dos Critérios**

- **C1: Custo global da obra ou do empreendimento:** critério objetivo, obtido com base no modelo BIM;
- **C2: Nível de detalhamento do projeto/modelo:** este critério utiliza uma escala própria dos modelos, mas normas BIM podem ser aplicadas;
- **C3: Complexidade do modelo:** considera-se algumas variáveis internas do modelo BIM, como tipo e quantidade de materiais e existência de componentes com geometria curva. Outras variáveis externas, como tipo de terreno, tipo de fundação e agressividade do ambiente também poderiam ser adotadas;
- **C4: Maturidade da organização com relação ao uso do BIM:** não possui um valor especificado, pois avalia aspectos como a experiência da organização empreendedora, a quantidade de profissionais treinados e a existência de *software* apropriado;
- **C5: Experiência do empreendedor:** critério que considera o interesse pessoal/organizacional pelo empreendimento.

- **Avaliação**

- Os dados criados para avaliar o modelo proposto são dados computacionais, uma vez que a entrada de dados foi definida a partir de modelos criados para testes e os resultados foram obtidos a partir de simulações utilizando o *software* Revit, para os modelos BIM. Os três empreendimentos avaliados foram:
 - **A1: projeto de uma casa com dois pavimentos a ser reformada.** O nível de detalhamento do modelo BIM é muito baixo. Materiais padrão foram adotados e a geometria modelada é apenas aproximada, mas o custo é bem baixo;
 - **A2: projeto de uma nova edificação com cinco pavimentos.** O nível de detalhamento do modelo BIM é mediano e a especificação é de materiais de referência, mas as geometrias refletem a realidade, devendo, portanto, haver poucas mudanças durante a execução. Entretanto não foi feita a atribuição de custos, e existe um limite de orçamento;
 - **A3: projeto de nova casa com dois pavimentos.** O modelo BIM possui nível de detalhamento bastante alto, com cobertura total de componentes construtivos. A especificação de materiais reflete exatamente o que deve ser executado e foi feita a atribuição de custos a todos componentes, porém, o custo executivo foi o mais alto entre os projetos.

• Avaliação

- Escala de conformidade de valores: 1 - igual; 2 - pouco mais importante; 3 - mais importante; 5 - muito mais importante.
- A matriz reflete as comparações de pares.
- A importâncias (ponderação) dos critérios são determinadas em relação ao objetivo.
- Denomina-se a Prioridade Global a normalização desta matriz e, seguindo os passos metodológicos, define o vetor de prioridade global (VPG).

Tabela 1 – Correlação entre Critérios

C1	C2	C3	C4	C5
1	2	3	1/3	1/2
1/2	1	3	1/2	1
1/3	1/3	1	2	3
3	2	1/2	1	1
2	1	1/3	1	1

- **Avaliação**

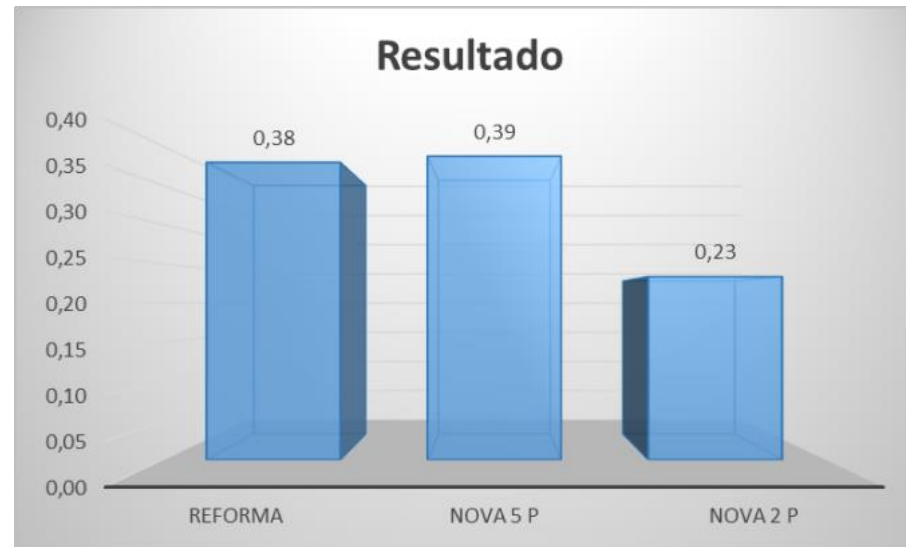
- Definem-se então as importâncias dos critérios em relação às alternativas.
- A Prioridade Média Local (PML), gerando sua matriz correspondente. A normalização e o procedimento metodológico definem os vetores de PMLs:

Tabela 2 – Correlação entre Alternativas de Empreendimentos (C1)

A1	A2	A3
1	2	5
1/2	1	3
1/5	1/3	1

- **Avaliação**

- O somatório da multiplicação das PMLs pelo VPG é a última etapa do cálculo definido pela análise e gera o resultado que define a Prioridade Global, como se segue.
- A prioridade global reflete a importância dada aos critérios envolvidos em relação ao objetivo global e em relação às alternativas, expressando em números as considerações dos respondentes.



- No contexto informacional, o BIM funciona como uma base para a representação digital de dados ou informações de uma construção, não sendo apenas um desenho ou projeto estático.
- Os modelos representam os componentes dos sistemas construtivos de forma dinâmica, podendo se interligar a diversos outros repositórios ou sistemas de informação.
- O método proposto apresenta uma forma de se explorar o potencial do BIM em conjunto com uma avaliação subjetiva, adotando critérios intangíveis.

- As análises realizadas verificaram o funcionamento do método, mas ressalte-se que foram utilizados dados computacionais, gerados ou obtidos com base em modelos criados especificamente para testes.
- Com isso sugere-se como trabalho futuro que os dados de entrada dos modelos sejam adaptados à realidade de possíveis utilizadores desse método, que devem avaliar os resultados e calibrar as entradas de acordo com as particularidades de suas organizações.

- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- BONATTI, R. A.; BARACHO, R.M.A.; BARACHO, F. R. A. C.; PESSANHA, C. P.; REZENDE, M. M. S.; LIMA, F. B.; SILVA, C. H. F. **Análise de projeção e viabilidade técnica de novos empreendimentos para geração de energia elétrica**. Anais... Enancib 2016, 2016.
- BONATTI, R. A., BARACHO, R. M. A. **A gestão da informação e o processo decisório no setor energético**: mensuração de critérios e alternativas. *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*, v. 10, p. 237-249, n. 2015.
- BJÖRK, B-C., LAAKSO, M., **CAD standardisation in the construction industry** – A process view. *Automation in Construction*. v.19, n.4, 398-406 pp, 2010.
- BRYDE, D., BROQUETAS, M., VOLM, J.M., **The project benefits of Building Information Modelling (BIM)**, *International Journal of Project Management*. Volume 31, Issue 7, Pages 971-980, 2013. ISSN 0263-7863.
- EASTMAN, C. M., WANG, F., You, S. -J., Yang, D., **Deployment of an AEC industry sector product model**. *Computer-Aided Design*. v.37, n.12, 1214-1228 pp, 2005.
- EASTMAN, C. M., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K., **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors** – Second Edition. John Wiley & Sons, New Jersey. 2011.
- FLEMMING, U., ERHAN, H., ÖZKAYA, I., **Object-oriented application development in CAD**: a graduate course. *Automation in Construction*. v.13, 147-158 pp, 2004.
- GAMMA, E., HELM, R., JOHNSON, R., VLISSIDES, J., **Padrões de Projeto: Soluções Reutilizáveis de Software Orientado a Objetos**. Porto Alegre, RS: Bookman. 363p. Trad.: Salgado, L. A. M., 2000.
- ISIKDAG, U., UNDERWOOD, J., **Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration**, *Automation in construction*, 2009.
- JACOSKI, C. A., **Integração e Interoperabilidade em Projetos de Edificações** – uma implementação com IFC/XML. 2003. 217f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, Brasil, 2003.
- _____, **A Integração da Comunicação em Projetos de Construção Utilizando Tecnologias da Informação**. In: Conferência Construção, Portugal. FEUP- Porto/Portugal, 2004.
- _____, **O Intercâmbio de Dados entre SIG e Projetos de Edificações** – A Busca pela Interoperabilidade, Universidade Comunitária Regional de Chapecó. 2008. Disponível em <http://claudio.jacoski.googlepages.com/artigo_jacoski_sigac.pdf>. Acesso em 23 mar. 2017.
- LAISERIN, J., **The BIM Page**, The Laiserin Letter. 2018. Disponível em <<http://www.laiserin.com>>. Acesso em 29 set. 2018.
- MELLO, R., **BIM e Custos**: maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff. Autodesk University Brasil, 2012. Disponível em: <http://static-wd.autodesk.net/content/dam/au/Brasil-2014/documents/materialapoio/2012/AUBR-44_Apostila.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.
- PEREIRA JUNIOR, M. L., BARACHO, R. M., **Relações entre a Gestão da Informação e do Conhecimento e Uso de Sistema BIM por Arquitetos e Engenheiros**. 4º Seminário Ibero-americano Arquitetura e Documentação. Belo Horizonte, 2015.
- PORTO, M. F., FRANCO, J. R. Q., BARACHO, R. M. A., **Paradigma de Utilização da Tecnologia BIM para Projeto Arquitetônico e de Engenharia**. 4º Seminário Ibero-americano Arquitetura e Documentação. Belo Horizonte, MG, Brasil. 2015.
- SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process**. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2001.
- TAMMIK J., **The Building Coder**. Blogging about the Revit API. 2018. Disponível em: <<http://thebuildingcoder.typepad.com>>. Acesso em 29 set. 2018.
- WATSON, A., **Digital buildings** – Challenges and opportunities, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 25, Issue 4, Pages 573-581, 2011. ISSN 1474-0346.