

Aplicação do Building Information Modeling (BIM) em Projetos de infraestrutura nas fases pre-completion e/ou post completion.

Li Chong Lee Bacelar de Castro, DSc

Marcos Honorato de Oliveira (Orientador)

Brasília
2018



Técnico em Edificações pela ETFRN, Natal-RN;
Engenheiro Civil pela UFRN, Natal-RN;
International Master BIM Manager e Infraestrutura pela ZIGURAT
Global Institute of Technology – Barcelona, Espanha;
Mestrado e Doutorado em Estruturas e Construção Civil pela UnB,
Brasília-DF;

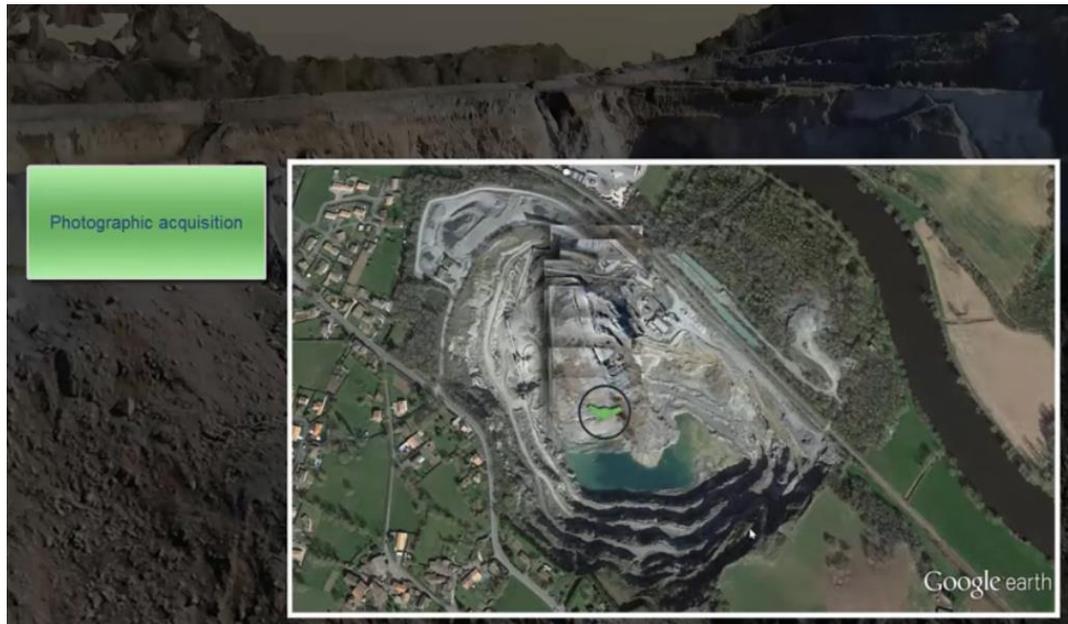
- ✓ Representante da CGU na ESTRATÉGIA NACIONAL DE DISSEMINAÇÃO DO BIM – ESTRATÉGIA BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018;
- ✓ Analista de Infraestrutura da CGU atuando como Coordenador de Gestão de Engenharia e Arquitetura.

Justificativa e Tema

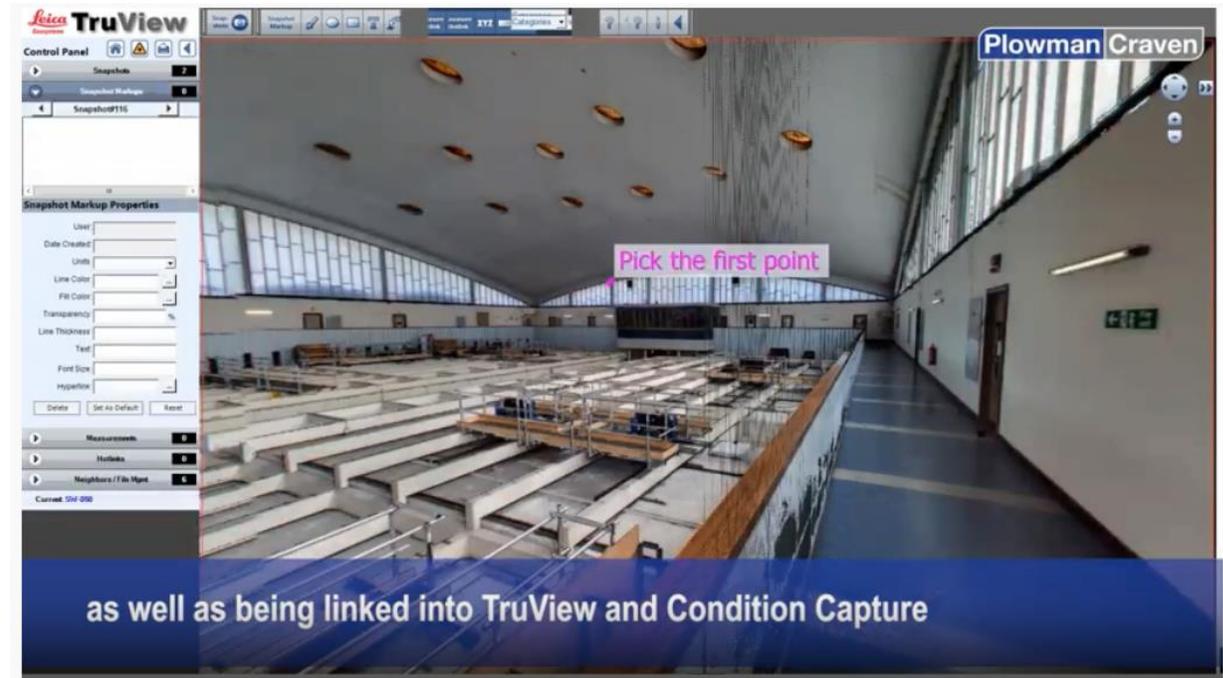
O Governo Federal lançou, no dia 16 de maio de 2018, estratégia para promover a inovação na indústria da construção;



A Estratégia BIM BR, instituída pelo **Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018**, tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País;



<https://www.youtube.com/watch?v=3Lp0Xy5hZXE>



<https://youtu.be/AbL-7fAokHQ>

Problema

A tecnologia BIM exige uma grande mudança de paradigma no tocante ao planejamento, à oportunidade e conveniência da implementação da Política Pública de infraestrutura.

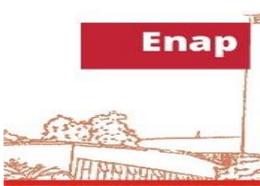
A Estratégia Nacional de Implementação do BIM no âmbito do Governo federal se dará de forma efetiva com resultados benéficos para as Políticas de Infraestrutura?

Objetivo Geral

Contribuir na ampliação dos horizontes da gestão de riscos na atuação governamental para a gestão eficiente;

Promover o esclarecimento que serviços públicos de qualidade não se obtém apenas com redução de custos, otimização de processos e inserção de mecanismos de mercado, mas sim com a atuação sobre as incertezas;

E de contribuir no âmbito do Governo federal na disseminação da tecnologia BIM em consonância com o Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018.

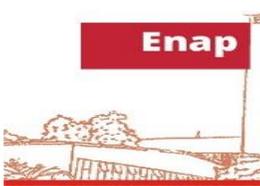


Curva de Esforço (MacLeamy)

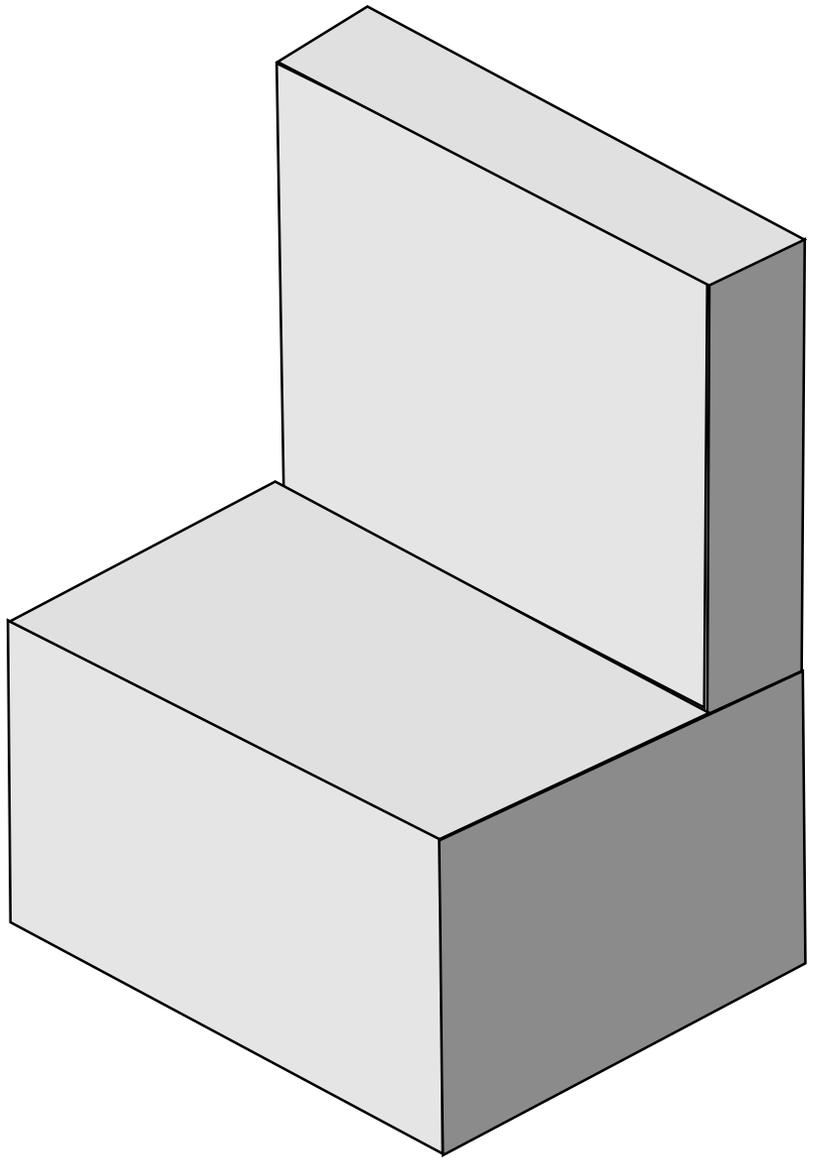
Maior esforço
no...
detalhamento

Maior esforço
na...
documentação





LOD 100



LOD 100000



LoD

Level of
Detail

+

LoI

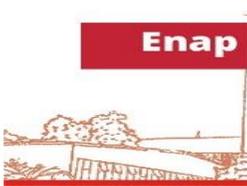
Level of
Information

=

LOD

Level of Development
ND (Nível de Desenvolvimento)

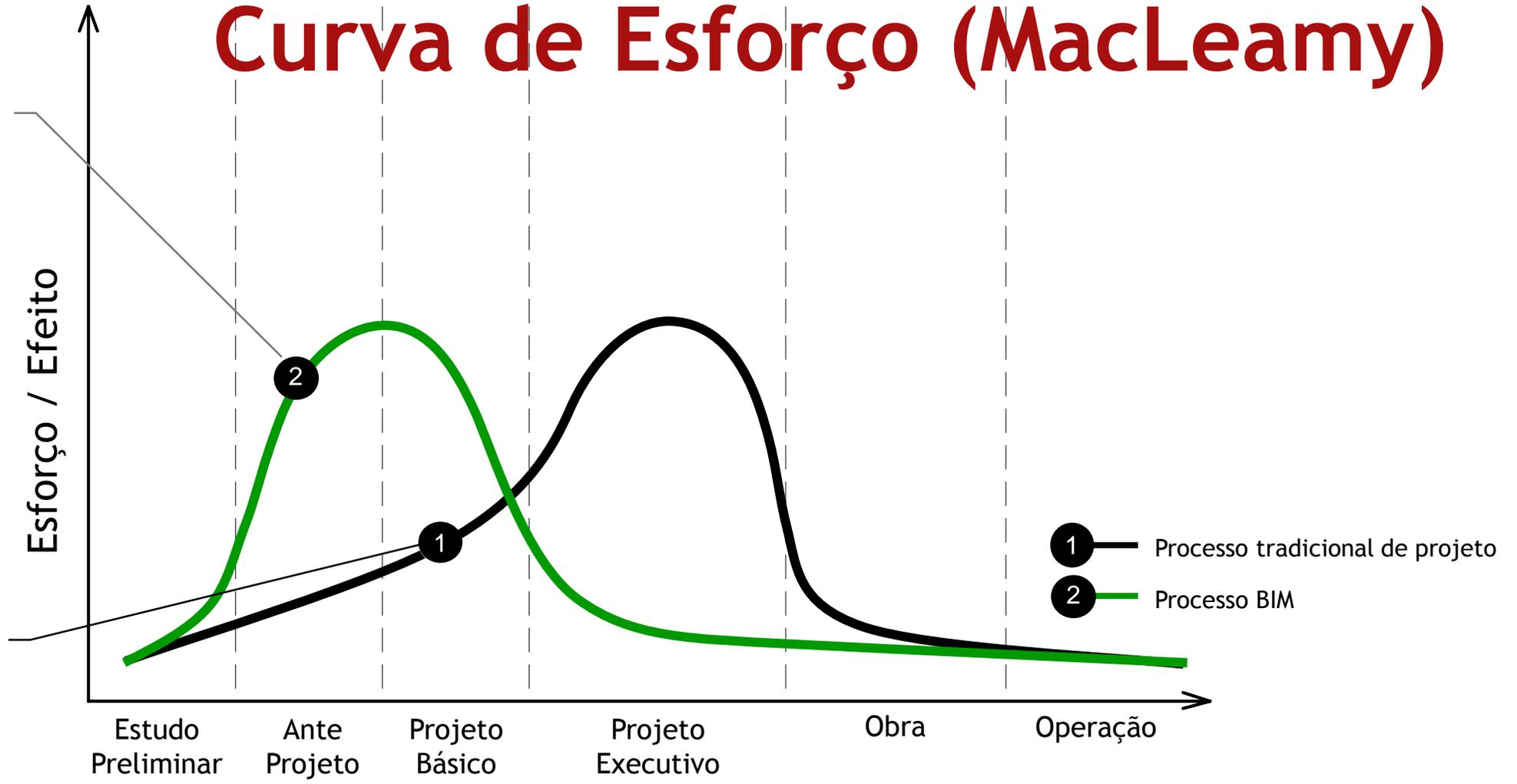
Métrica BIM para identificar quais informações incluir em um modelo durante o processo de projeto e construção.

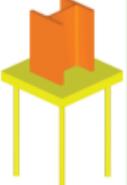


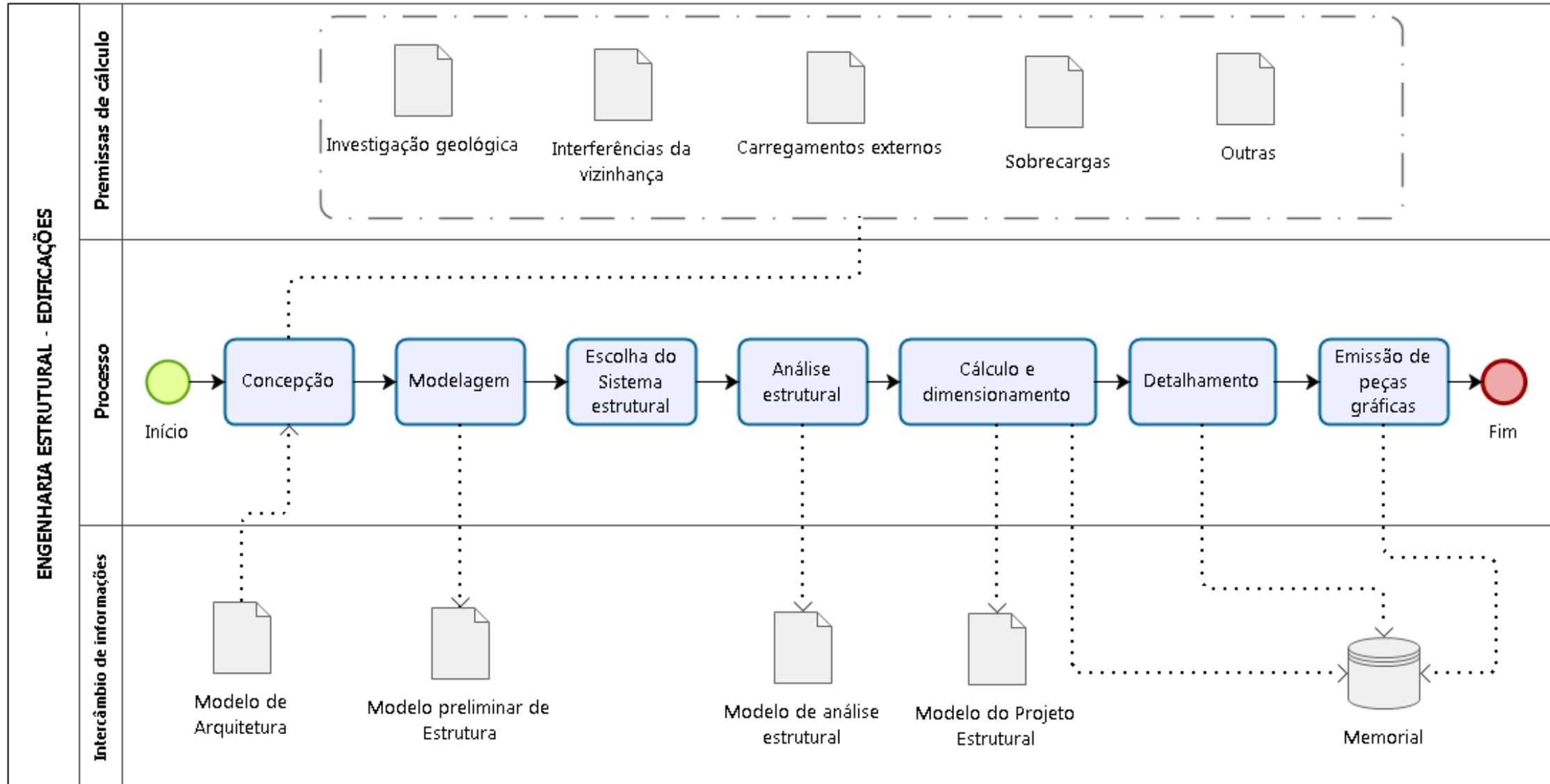
Curva de Esforço (MacLeamy)

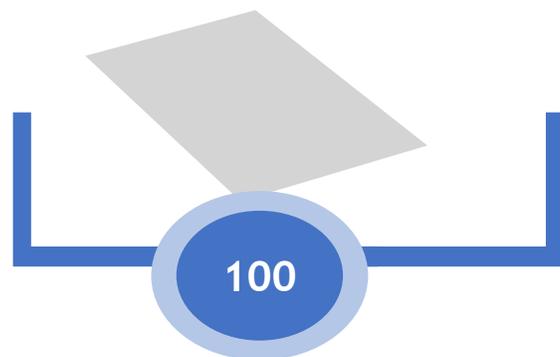
Maior esforço
no...
detalhamento

Maior esforço
na...
documentação



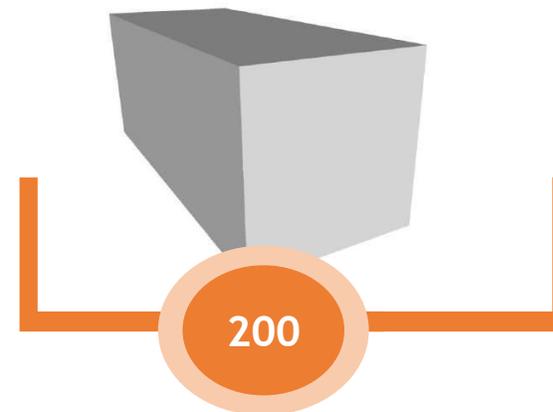
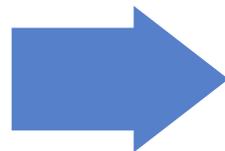
<p>REPRESENTAÇÃO</p>									<p>– Execução da obra – <i>"As Built"</i> – Realidade – Como executado</p>		
<p>DESCRIÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Levantamento de informações (urbanísticas, ambientais, fundiárias e econômicas); – Identificação das necessidades; – Esboço; e – Estudo de Massa. 			<ul style="list-style-type: none"> – Desenhos esquemáticos; – Volumetria geral edifício; – Análise do prédio inteiro (volume, orientação, custos de metragem quadrada); – Predefinição dos componentes e elementos/objetos dos ambientes; 	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento do desenho e do modelo; – Sistemas/conjuntos genéricos (quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização, orientação); – Análise de desempenho do sistema selecionado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento da modelagem da construção; – Criação da documentação pela geração de desenhos tradicionais; – Análise dos elementos/sistemas; – Inclusão de atributos e parâmetros definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Finalização da modelagem da construção; – Construção da documentação; – Modelos finais sem as informações e detalhes de montagens, suas especificações com os correspondentes desenhos; – Análise detalhada de elementos/sistemas; – Inclusão de atributos e parâmetros definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Planejamento e administração da construção; – Modelos finais com as informações, detalhes de montagens e suas especificações com os correspondentes desenhos; – Tabelas de quantitativos precisas, que incluem tamanhos, formas, localização e orientação dos elementos e objetos do projeto; – Representações virtuais dos elementos propostos, adequados para construção, fabricação e montagem. 	<ul style="list-style-type: none"> – Conclusão da execução da obra do Projeto; – Registro nos projetos e documentação de como foi construído e suas condições (<i>As-built</i>); – O modelo deve estar reajustado e configurado para ser usado como base de dados central para a integração nos sistemas de manutenção e operações do empreendimento; – As entidades devem conter os parâmetros e atributos, conforme especificado pela CONTRATANTE, ao tempo da execução, instalação ou montagem. 		
<p>ETAPAS</p>	<p>Levantamento de Dados (LV)</p>	<p>Programa de Necessidades (PN)</p>	<p>Estudo de Viabilidade (EV)</p>	<p>Estudo Preliminar (EP)</p>	<p>Anteprojeto (AP)</p>	<p>Projeto Legal (PL)</p>	<p>Projeto Básico (PB)</p>	<p>Projeto Executivo (PE)</p>	<p>Licitação da Obra</p>	<p>Contratação da Obra</p>	<p>Obra Concluída</p>
<p>FASES</p>	<p>Concepção do Produto</p>			<p>Definição do Produto</p>	<p>Identificação e Solução de Interfaces</p>			<p>Projeto de Detalhamento de Especialidades</p>	<p>Pós-Entrega do Projeto</p>		





**LOD100
 CONCEITO**

Famílias representadas por símbolos, então elas não têm qualquer indicação de geometria física real.



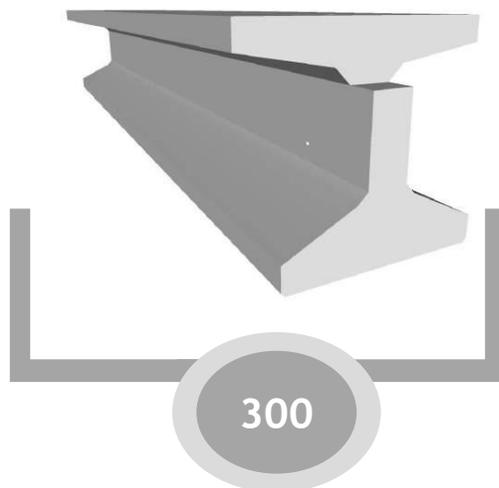
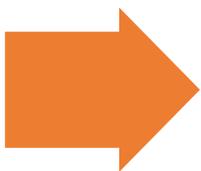
**LOD200
 APROXIMAÇÃO**

Famílias representadas graficamente como um sistema genérico, algo que remete levemente a estrutura real do objeto.



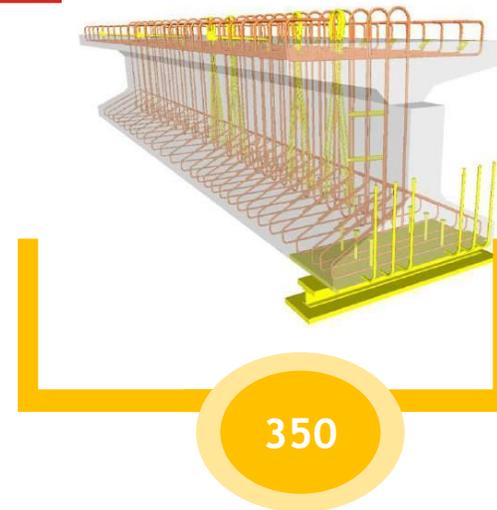
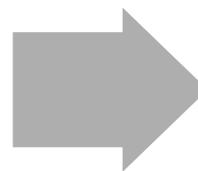
Modelagem	<ul style="list-style-type: none"> • Desenho 2D (planta, corte ou vista), utilizado para gerar modelo genérico de detalhe de componente ou anotações; • 3D simples ou importado de softwares CAD; • Geração de detalhes construtivos com base em desenhos já estabelecidos em softwares CAD.
Parâmetros	<ul style="list-style-type: none"> • Não contém parâmetros adicionais e definições de matérias; • Modelo não paramétrico.
Quantitativos	Somente contabiliza a quantidade e o custo de objetos inseridos no modelo por categorias e áreas majoritárias.
Análises	Somente o desenho 3D poderá ser utilizado para análise de clash detection e plano de ataque a obra.

Modelagem	<ul style="list-style-type: none"> • Desenho 2D (planta, corte ou vista), utilizado para gerar modelo genérico de detalhe de componente que será incluídos em uma família com a categoria correta; • 3D com a representação genérica do elemento construído; • Geração de detalhes construtivos através de legendas desenhadas no próprio arquivo de template.
Parâmetros	<ul style="list-style-type: none"> • Não contém parâmetros adicionais e definições de matérias; • Modelo com dimensões de altura, largura e comprimento editáveis.
Quantitativos	Somente contabiliza a quantidade e o custo de objetos inseridos no modelo por categorias e áreas majoritárias.
Análises	Clash detection e plano de ataque a obra.



LOD300

Famílias são representadas graficamente de forma mais precisa em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.

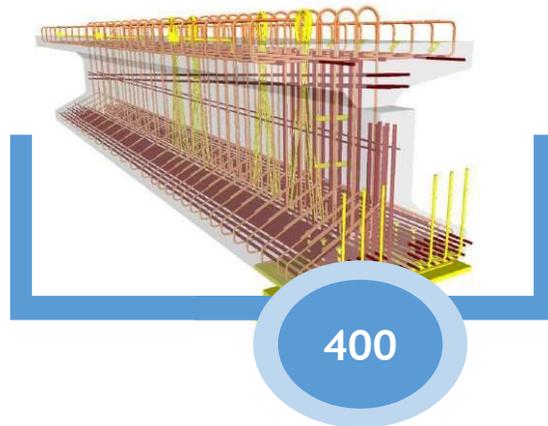
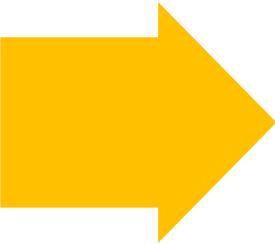


LOD350

Mesma preocupação de representação do LOD 300 e, além disso, os modelos possuem interfaces que permitem sua comunicação com outros sistemas de construção.

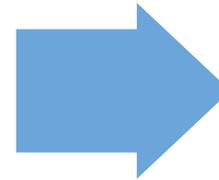


Modelagem	<ul style="list-style-type: none"> • 3D com representação exata da forma do elemento construído, mas não contém detalhes de fabricação ou instalação; • Geração de detalhes construtivos através de legendas desenhadas no próprio arquivo de template.
Parâmetros	<ul style="list-style-type: none"> • Contém parâmetros adicionais de informação e visualização, parâmetros compartilhados e definições de materiais; • Modelo com parametrização de dimensões de acordo com a necessidade do elemento em relação ao projeto; • Podem ser adicionadas informações de identificação do elemento tais como o fabricante, modelo, custo, etc.
Quantitativos	<ul style="list-style-type: none"> • As categorias e os custos do elemento podem ser compostos gerando uma tabela de quantitativos mais apurada; • Os parâmetros compartilhados criados na família podem servir como base para a elaboração da tabela de quantitativos no projeto.
Análises	Clash detection e plano de ataque a obra.



LOD400

Famílias representadas em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação, com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação.

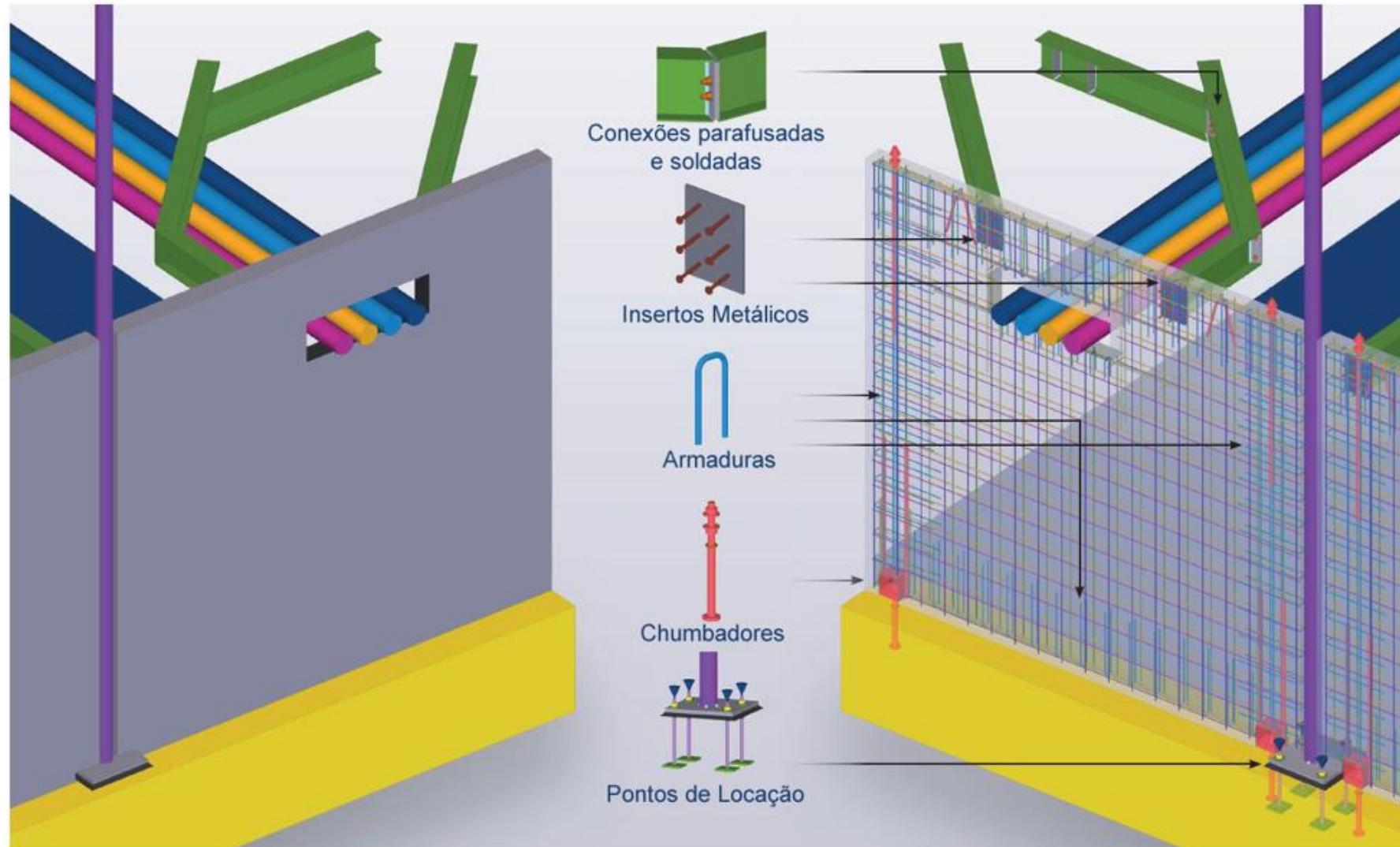
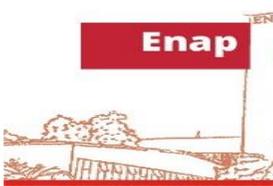


LOD500

É o As Built, “como construído”. Ele consiste no levantamento de todas as informações existentes nas edificações, e transcrição delas ao projeto. É o caminho reverso: da obra ao software.

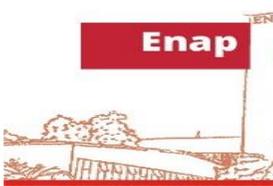
Modelagem	<ul style="list-style-type: none"> 3D com representação exata da forma do elemento construído, a representação é para auxílio no desenvolvimento de detalhes.
Parâmetros	<ul style="list-style-type: none"> Parâmetros adicionais de informação e visualização, parâmetros compartilhados e definições de materiais; Modelo com parametrização de dimensões de acordo com a necessidade do elemento em relação ao projeto; São adicionadas informações de identificação de fabricação do elemento tais como o fabricante, o modelo, custo, etc.
Quantitativos	<ul style="list-style-type: none"> As categorias e os custos do elemento podem ser compostos gerando uma tabela de quantitativos mais apurada; Os parâmetros compartilhados criados na família podem servir como base para a elaboração da tabela de quantitativos no projeto.
Análises	Clash detection e plano de ataque a obra.

Modelagem	Modelo atualizado de acordo com projeto de As Built
Parâmetros	Parâmetros atualizados de acordo com projeto de As Built
Quantitativos	Quantitativos atualizados com os valores reais de gastos na obra
Análises	Elemento atualizado auxilia no gerenciamento de facilities do edifício construído.



LOD 300

LOD 400-500

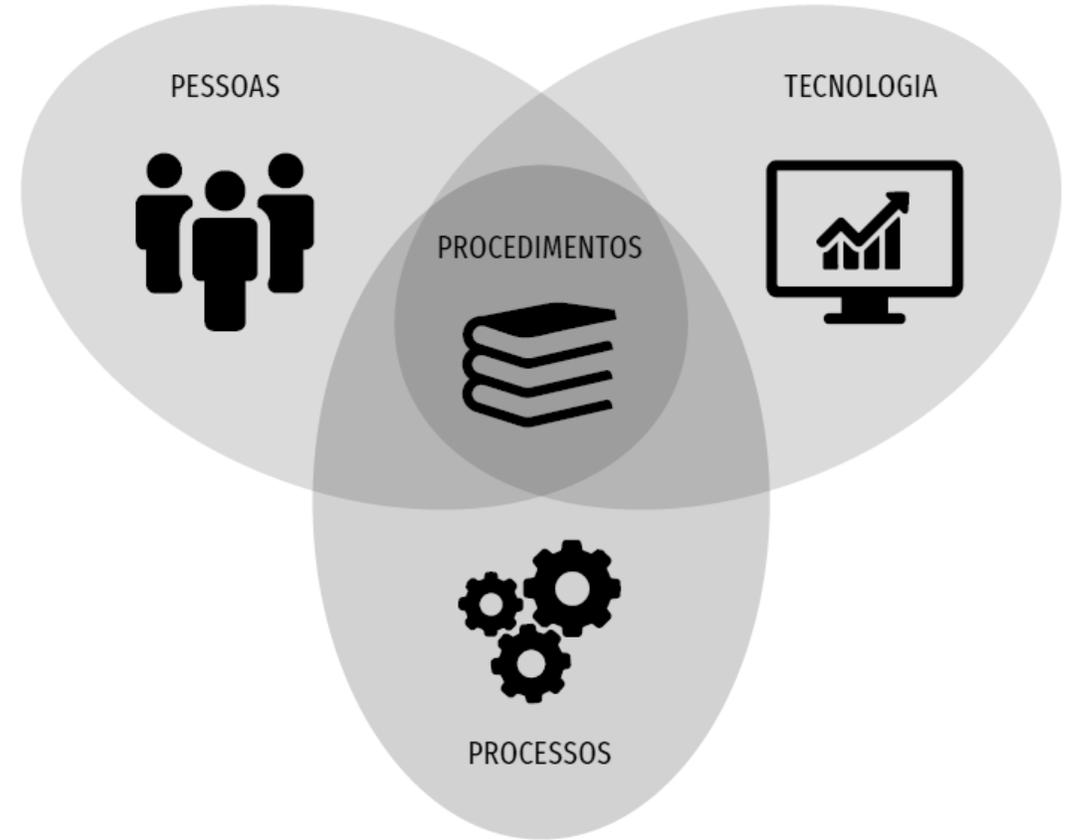


Enap

Escola Nacional de Administração Pública

Diretoria de Formação Profissional e Especialização
Coordenação-Geral de Especialização

**Especialização em Políticas
de Infraestrutura**





Anualmente, o Governo Federal gasta bilhões de reais em obras de infraestrutura e estas por sua vez fazem parte e são essenciais para, por exemplo, da manutenção da Política Nacional de Saneamento Ambiental e da Política Nacional Habitação em que essas obras contribuem diretamente na mitigação das condições de habitabilidade.

Parte dessas obras é auditada pelo órgão de controle externo e/ou interno, sendo comum a ocorrência de irregularidades as quais incluem problemas quanto a concepção, avaliação de viabilidade técnica, econômica e ambiental, e ainda à fiscalização deficiente.

- **Caso:** Construção do Sistema Produtor de Água Corumbá
- **Objetivo:** Captação/tratamento de água do Lago (Segurança Hídrica no DF e Região do Entorno)
- **Problemas Identificados:**
 - ✓ Sucessivos Atrasos/paralisações nas Obras;
 - ✓ Direcionamento da Licitação;
 - ✓ Sobrepreço nas bombas da EEAB (Saneago);
 - ✓ Operação Decantação (MPF, PF e CGU).
- Apoio da CGU na **solução** junto ao MPF.



Enap

Escola Nacional de Administração Pública

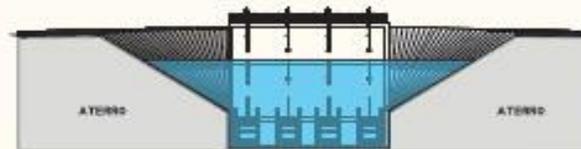
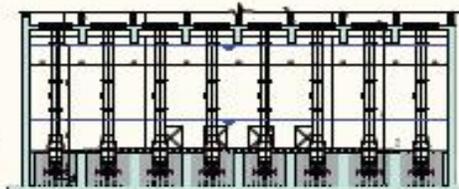
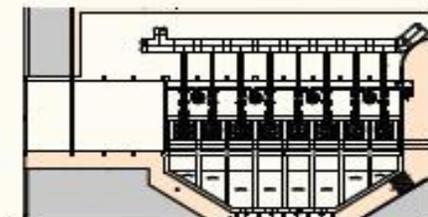
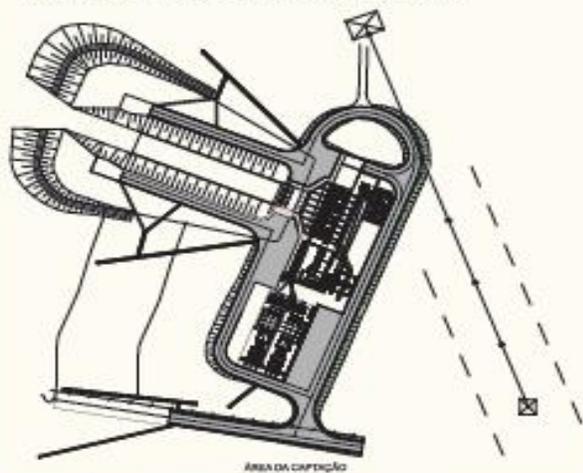
Diretoria de Formação Profissional e Especialização
Coordenação-Geral de Especialização

**Especialização em Políticas
de Infraestrutura**

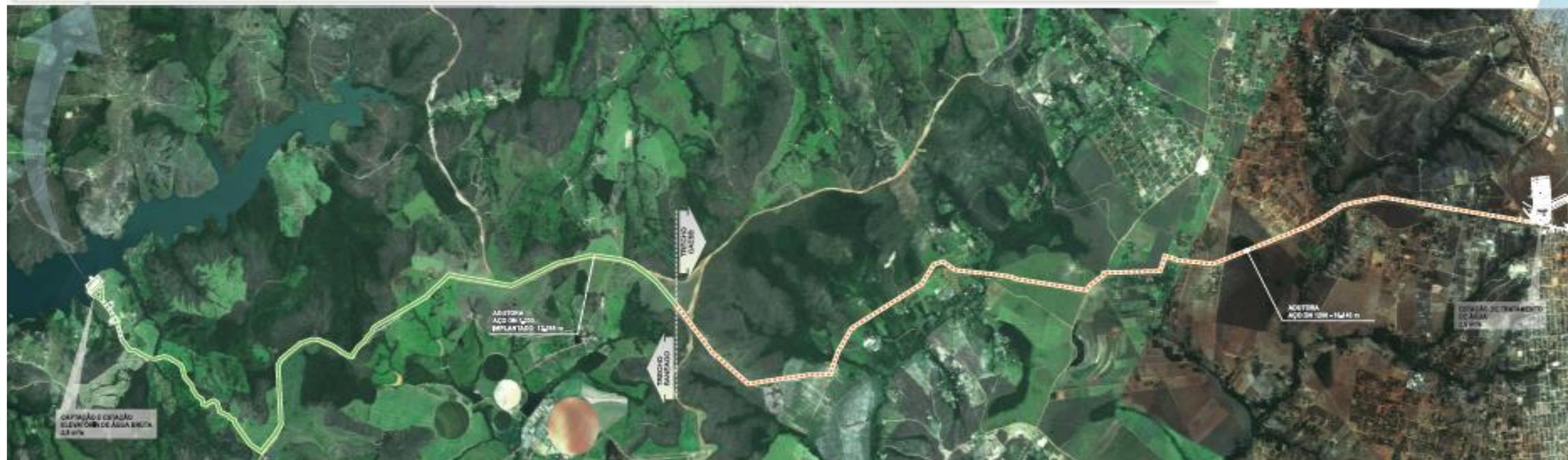
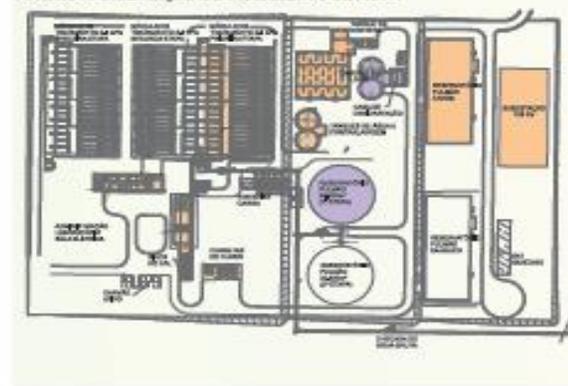
**1,3 MILHÃO DE PESSOAS
BENEFICIADAS**



PROJETOS DA CAPTAÇÃO E ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA



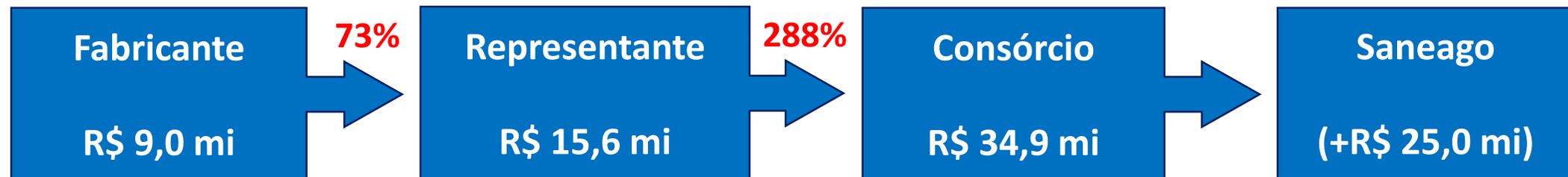
PROJETO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA



OPERAÇÃO DECANTAÇÃO



- Em decorrência dos achados da CGU foi deflagrada a operação;
- Atuação conjunta entre o MPF, Polícia Federal e CGU;
- **Apreensão de documentos de compra das bombas:**



- Dirigentes e colaboradores da Saneago promoveram licitações fraudulentas;
- Recursos desviados para pagamento de propinas e dívidas de campanhas políticas.

- **Unidades:** i) Captação (Lago Corumbá IV); ii) EEAB; iii) AAB; iv) ETA Valparaíso; v) EEAT; vi) AAT; vii) Energização.
- **Objetivo:** 5,6 mil l/s de água tratada para os estados do DF e Goiás (1ª etapa: 2,8 mil l/s – 1,3 milhões hab. e etapa final: 5,6 mil l/s – 2,9 milhões hab.)
- **Valor Orçado:** R\$ 368,0 milhões (1ª Etapa).
- **Prazo:** obras iniciadas em 2009, com previsão para entrega em 2010. Previsão atual para a entrega é o fim de 2018.
- **Execução física:** 65% (março/2017)

**■ CR 0226.026-76 (Saneago)**

- ✓ Captação, EEAB, AAB, Energ.
- ✓ Valor: R\$ 117,3 mi
- ✓ Repasse (OGU): R\$ 85,3 mi

■ CR 0228.636-96 (Caesb)

- ✓ Unid.: EEAT, AAT, Energ.
- ✓ Investimento: R\$ 102,7 mi
- ✓ Financ. (FGTS): R\$ 72,0 mi

■ CR 0273.558-96 (Caesb)

- ✓ AAB (Chegada na ETA)
- ✓ Valor: R\$ 21,1 mi
- ✓ Financ. (FGTS): R\$ 19,0 mi

■ CR 0162.305-84 (Caesb)

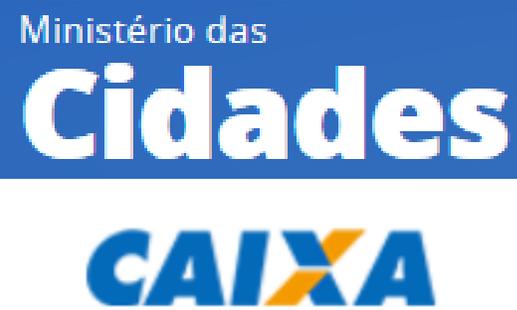
- ✓ Unid.: ETA Valparaíso
- ✓ Investimento: R\$ 126,9 mi
- ✓ Financ. (FGTS): R\$ 46,8 mi



CGU



MPF
Ministério Público Federal



Ministério das
Cidades

CAIXA

**Sistema Produtor
Corumbá**

Construtoras e Projetistas

Ambientais e Regulação



CORUMBÁ
CONCESSOES S.A.

**GOVERNO DE
GOIÁS**



SANEAGO

Luziânia
Novo Gama
Cidade Ocid.
Valparaíso

**GOVERNO DE
BRASÍLIA**



caesb

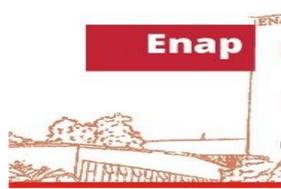
Ceilândia
Samambaia
R. das Emas
Gama
Sta. Maria

- Deficiências e incompletude do Projeto Básico, resultando em diversas reprogramações no orçamento do contrato;
- Atraso de 3 anos no cronograma da obra;
- Paralisação de 2 anos causa deterioração de materiais utilizados na obra;
- Inseridos 408 itens novos (80% do valor contratado);
- Supressões representam 47% do valor inicialmente contratado;
- Falhas de gestão da implantação pela Saneago.



- **Concorrência 05/2010 (aquisição direta das bombas):**

- Cada bomba inicialmente cotadas por R\$ 4,0 mi foi orçada em R\$ 6,6 mi (aumento de 65%);
- Direcionamento de licitação;
- Três empresas foram inabilitadas (embora os documentos evidenciam o cumprimento do edital) e a única habilitada apresentou documentos em desacordo com o edital;
- Saneago cancela o processo licitatório devido às disputas administrativa e judicial.



- **RDC nº 05/2014: inclusão das bombas na licitação da obra.**
 - ✓ Inserção de mais um conjunto motobomba, sem justificativa;
 - ✓ O preço das bombas foi 17% maior em relação à licitação cancelada (Concorrência 005/2010). Prejuízo potencial para a Saneago de aproximadamente **R\$ 5,0 milhões**;
 - ✓ Os serviços dos conjuntos motobombas representaram 35% (Edital limitava a subcontratação parcial a 30% do valor da obra);
 - ✓ Diversos itens na planilha orçamentária com valores globais, sem detalhamento (conjunto, fornecimento e montagem).



- Crescimento demográfico e aumento contínuo do consumo per-capita;
- Ocupação desordenada (Impermeabilização do solo);
- Degradação das áreas de preservação e nascentes;
- Atrasos/paralisações em obras estruturantes no DF.

Governo do DF decreta situação de emergência por 180 dias devido à crise hídrica

Medida permite GDF fazer compras sem licitação e pedir repasse do governo federal.
Rollemberg determinou que Adasa defina restrições sobre uso da água potável enquanto persistir crise hídrica.

Por Gabriel Luiz, G1 DF

25/01/2017 06h50 · Atualizado 15/03/2017 11h46



11/1/17 @ 19:36

ATUALIZADO EM 11/1/17 ÀS 20:08

Rollemberg pede apoio da CGU para continuidade de Corumbá 4 na parte de Goiás

Novo sistema para abastecer o DF e cidades do entorno é feito em parceria pelas companhias de saneamento das duas unidades da Federação. Sob investigação, intervenções de responsabilidade da estatal goiana foram paralisadas

- Reuniões entre MPF, Saneago, CGU, MCidades;
- Anulação do Contrato X Redução de Preços das Bombas;
- Resguardo do Interesse Público para Decisão;
- Necessidade de Aditivo do Contrato (Decréscimo de Valor);
- Necessidade de Apuração de Responsabilidades.

- Abertura do Processo de Responsabilização na Saneago;
- 2º Aditivo do Contrato 307/2015 (Saneago/CCB-EMSA);
- Preço das Bombas Reduzidos:
 - De: R\$ 34,9 milhões;
 - Para: R\$ 12,9 milhões (Redução de **R\$ 22 milhões**);
- Desbloqueio de Recursos pela Caixa;
- Obras retomadas no início de Set/2017.
- Previsão de conclusão: 15 meses + 3 meses pré-operação

Resultados

Este o conjunto de tecnologias e processos integrados que proporciona a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, servindo a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção.

Permite o levantamento de quantidades, a estimativa de custos e a realização de análises diversas (energética, acústica, estrutural etc.) antes da efetiva execução da obra é a grande mudança de paradigma no contexto governamental.

Resultados

A partir de simulações é possível coordenar várias disciplinas (arquitetura, fundação, estrutura, instalações hidráulicas, elétricas etc.) e prevenir erros, corrigindo inconsistências ainda na fase de planejamento (pre-completion).

O projeto, suas especificações técnicas e orçamento podem ser desenvolvidos de maneira coordenada e colaborativa, com significativo aumento da capacidade de visualização, análise e compatibilização dos elementos das diferentes disciplinas.

Resultados

Dessa forma tendo em vista a Auditoria, controle e fiscalização a utilização do BIM dar-se-á efetivamente nas seguintes visões, 1) Projetos a nível executivo e/ou construtivo; 2) Extrapolação das dimensões de projeto de duas dimensões (2D) para de 3D (modelo virtual), para o 4D (3D + planejamento físico da obra) e 5D (4D + orçamento).

Assim na fase-post-completion possível inferir todas as informações utilizadas em todo o ciclo de vida.

Ainda há muito o que implantar, principalmente a disruptura. E finalmente o engajamento para o Tripé do BIM: Pessoas x Tecnologia x Processos. Nesse artigo a análise de projetos de infraestrutura reais nas fases pre-completion e/ou post-completion trouxe a consequente proposição para a sua aplicação coadunando com a Estratégia BIM BR.

Resultados

Ainda há muito o que implantar, principalmente a disruptura.

E finalmente o engajamento para o Tripé do BIM: Pessoas x Tecnologia x Processos.

Nesse artigo a análise de projetos de infraestrutura reais nas fases pre-completion e/ou post-completion trouxe a consequente proposição para a sua aplicação coadunando com a Estratégia BIM BR.

Referências

_____. Decreto de 5 de junho de 2017 - Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modeling. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 107, 6 junho. Seção 1, p. 19.

_____. Decreto n.º 9.377 de 17 de maio de 2018 - Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 95, 18 maio. Seção 1, p. 03.

_____. Instrução Normativa Conjunta MP/CGU n.º 1, de 11 de maio de 2016. Dispõe sobre controles internos, gestão de riscos e governança no âmbito do Poder Executivo federal.

Referências

_____. Portaria n.º 161, de 9 de junho de 2017. OBJETO: Consulta Pública. Estabelecimento do Programa de Avaliação da Conformidade de Projetos de Engenharia e Obras de Infraestrutura. ORIGEM: Inmetro/MDIC. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 111, 12 junho. Seção 1, p. 67.

ANTUNES, J. M. P. Interoperacionalidade em Sistemas de Informação. Dissertação em Engenharia Civil - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2013.

BIOTTO, C. N. Método para projeto e planejamento de sistemas de produção na construção civil com uso de modelagem BIM 4D. 2012. Dissertação em Engenharia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Referências

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Gestão de Riscos: Princípios e Diretrizes. Norma Brasileira ABNT NBR ISO 31000: Primeira Edição, 2009.

Cooperação MDIC/EU - União Europeia “Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, Fase III. Relatório: Experiences Exchange in BIM - Building Information Modeling, Brasília, 2015

EASTMAN, Chuck; TELCHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. Manual de Bim: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014.

Referências

FERREIRA, S. L. Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007.

FLORIO, W. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura. In: SEMINÁRIO TIC 2007 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: TIC 2007, 2007.

LIMA, A. C. L. de. Plataforma BIM como sistema de gestão e coordenação de projeto da reserva camará. 2014. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONTRUÍDO, 15, 2014. Maceió. Anais eletrônicos... Maceió.

Referências

MATTOS, A. D. BIM 3D, 4D, 5D e 6D. 2014. Blogs PINIweb. Disponível em: .
Acesso em: 13 de maio de 2018.

RELATÓRIO CGU N° 201700911