

14 a 16 de Agosto
Centro de Exposições São Paulo Expo

CONSTRU
METAL
2019



**Construção em Aço: Soluções para o
Desenvolvimento Sustentável**

Construções Industrializadas: Conectando o BIM ao chão de fábrica

Eng^o Beda Barkokebas
University of Alberta

Construções industrializadas: conectando o BIM ao chão de fábrica

Construmetal 2019
15 de Agosto de 2019

Beda Barkokebas
barkokebas@ualberta.ca



UNIVERSITY OF
ALBERTA



PLANO DE HOJE

- Introdução ao apresentador
- Introdução ao tema
- Exemplo de construção industrializada
- Reflexão: O que é necessário?
- Indicadores voltados à construção industrializada
- BIM aplicado à construções industrializadas
- Conclusões

INTRODUÇÃO

Beda Barkokebas

Formação:

- Engenheiro Civil pela Universidade de Pernambuco
- Assistente de pesquisa pela Universidade Texas A&M (EUA)
- Mestre pela Universidade de Alberta (Canadá)
- Doutorando pela Universidade de Alberta (Canadá)



INTRODUÇÃO

Beda Barkokebas

Experiência profissional:



INTRODUÇÃO

Dr. Mohamed Al-Hussein

- Professor da Universidade de Alberta
- +100 artigos publicados em periódicos
- +200 artigos publicados em congressos
- Lidera um grupo de pesquisa financiado por 14 empresas espalhadas em 4 países





INTRODUÇÃO

- Universidade de Alberta
 - Mais de 38 mil estudantes de 148 países
 - 18 faculdades & 5 campus
 - 96^a universidade do mundo e 4^a do Canadá (CWUR, 2018)



CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS

- Manufatura aplicada à construção
- Economicamente viável
- Ambiente controlado
- Mudança da cultura
- Alto custo indireto

**Ótimo
ambiente
para
inovação!!!**



EXEMPLO DE (MUHLEMBERG COLLEGE, USA)

Substituir 7 residencias universitárias

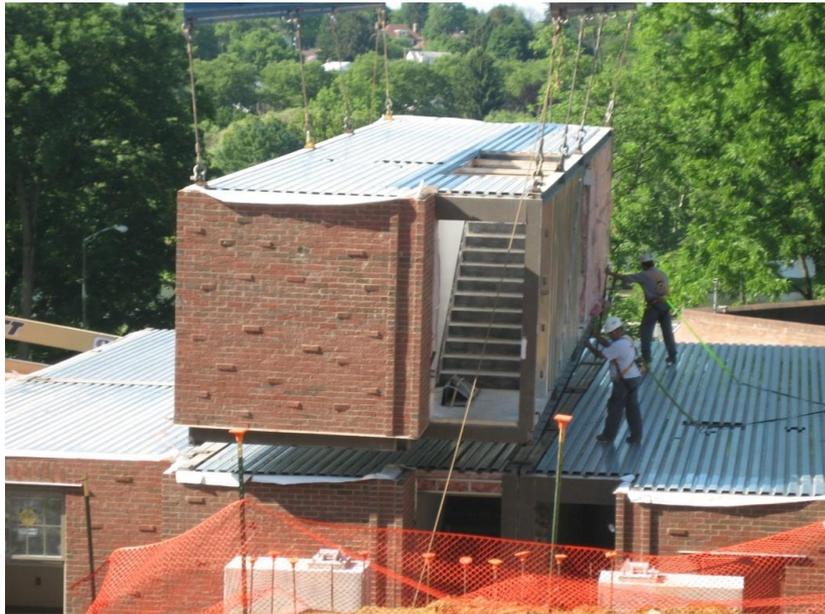


O desafio? Montar 5 prédios de 3 andares em 10 dias trabalhados





NEWS FEATURE





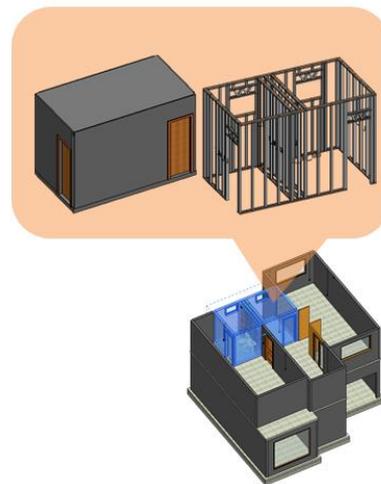
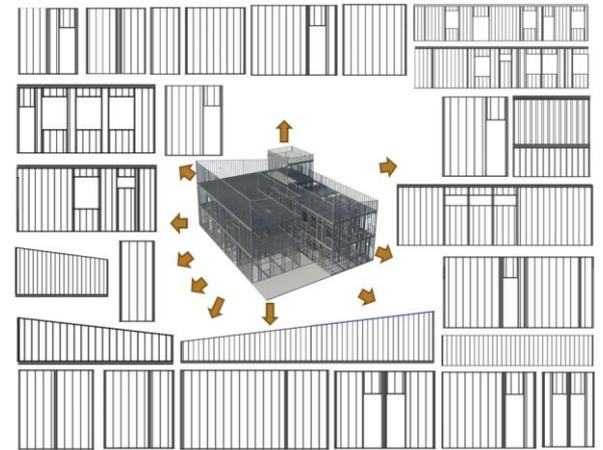


2267

COMO CHEGAR LÁ?

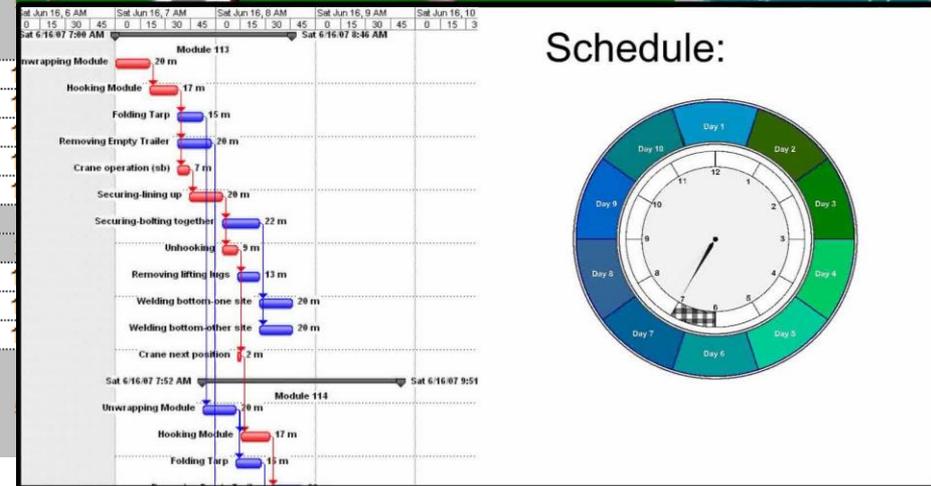
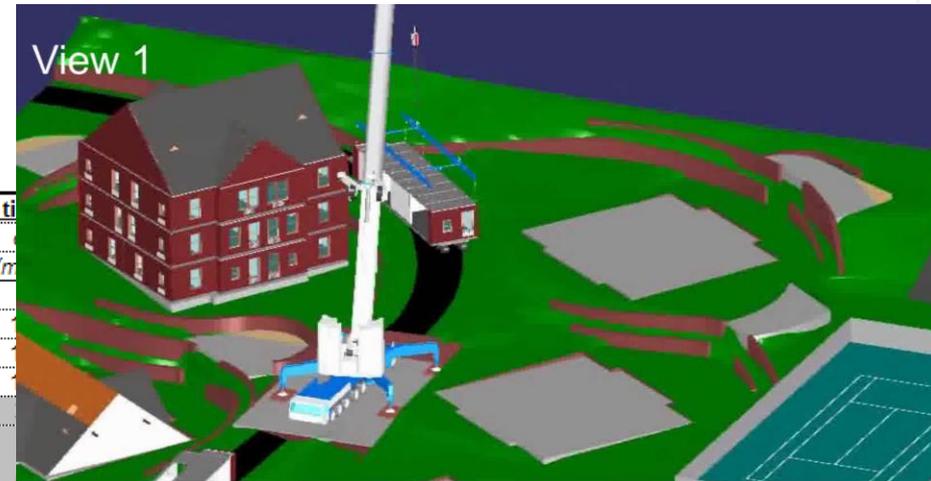
Duas áreas necessárias:

- Planejamento
 - Planejamento vs Controle
 - Canteiro vs Fábrica
- Engenharia
 - Projetos
 - Custo



BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

SIMULATION AND POST-SIMULATION 3D-VISUALIZATION AND ANIMATION

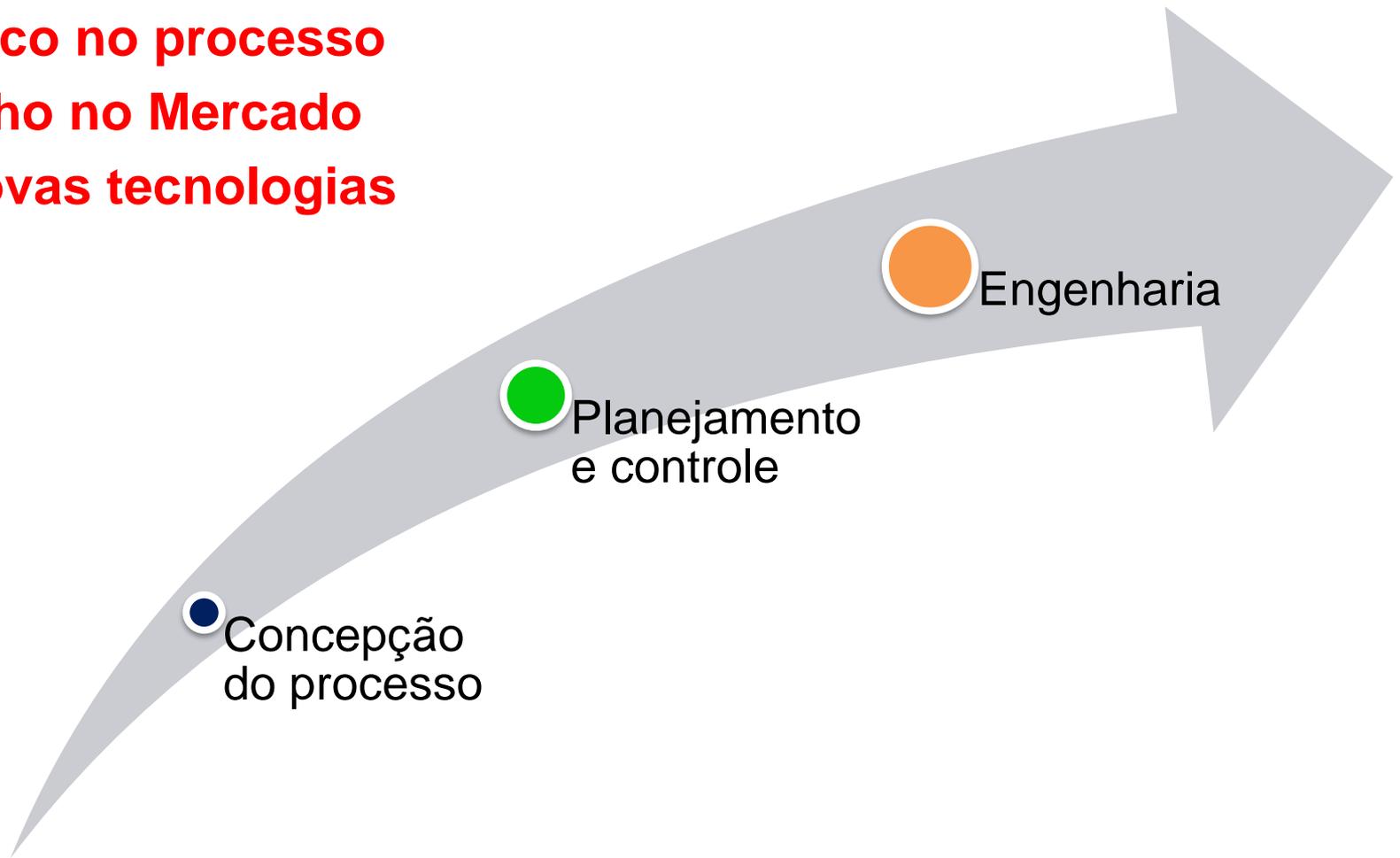


oper code	activity/operation	module	place		workers/crane time		
			start	crew	p (min)	ml (min)	(m)
13-Jun-07							
1	K1 unwrapping module	113	B1	4	25	20	
2	K1 hooking module	113	B1	4	20	17	
3	K1 folding tarp for next module		B1	4	25	15	
4	T1 removing empty trailer		B1		7	5	
5	C-sb load hoisting up	113	B1				
6	C-sb load booming up	113					
7	C-sb load swing	113			10	7	
8	C-sb load hoisting down	113					
9	K2 securing-lining up	113	PB1-1	1	30	20	
10	K2 securing-bolting together	113	PB1-1	2	30	22	
11	K2 unhooking-remove lift lugs	113	PB1-1	2	25	22	
12	K3 welding bottom - one side	113	PB1-1	1	30	20	
13	K3 welding bottom - other side	113	PB1-1	1	30	20	
14	C-sb return to next position		PB1-1		3	2	
15	T2 placing trailer module for lifting	114	-		7	5	
16	K1 unwrapping module	114	B1	4	25	20	
17	K1 hooking module	114	B1	4	20	17	
18	K1 folding tarp for next module		B1	4	25	15	
19	C-sb load hoisting up	114	B1				
20	C-sb load booming up	114					
21	C-sb load swing	114			10	7	
22	C-sb load hoisting down	114					

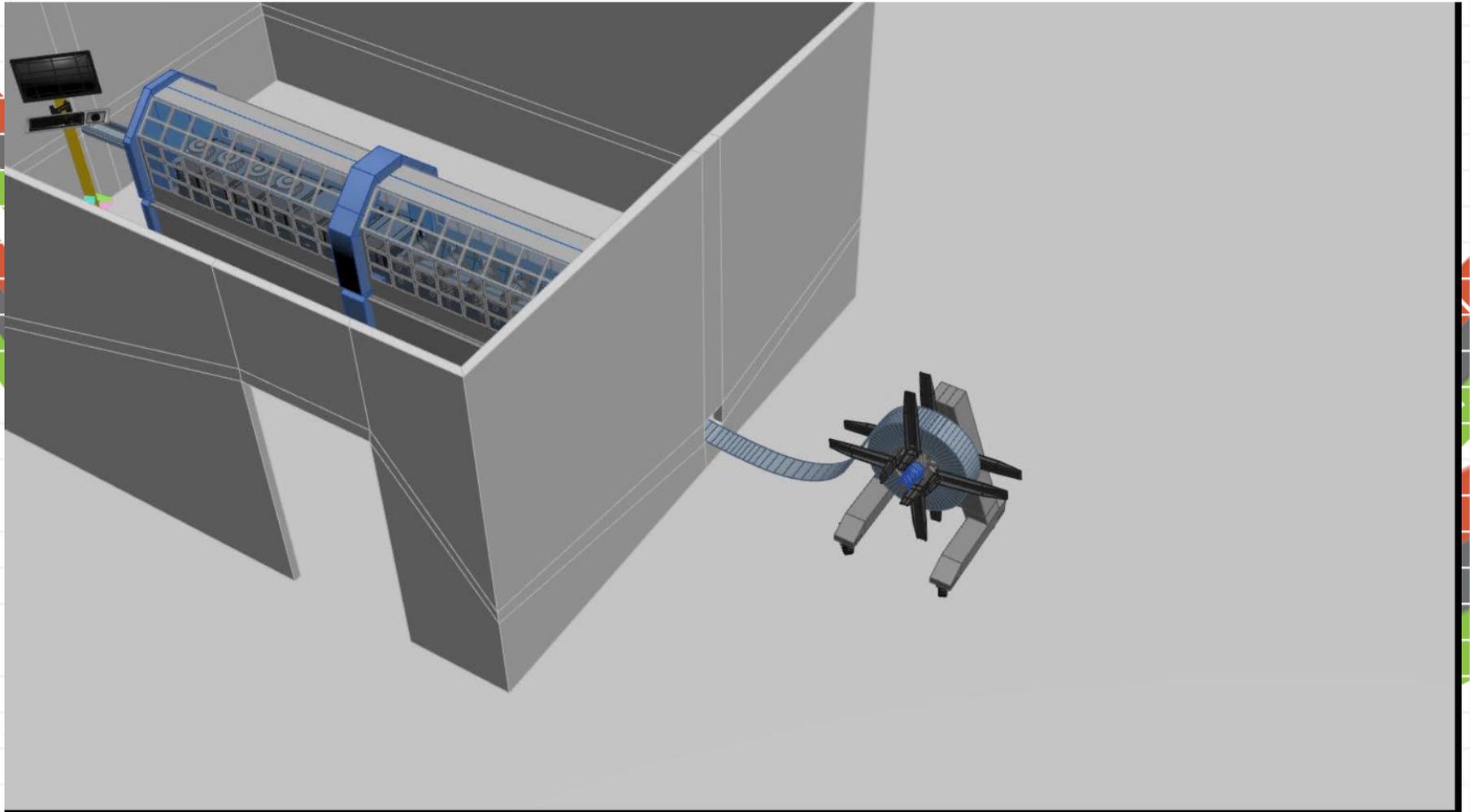
RESEARCH OBJECTIVE SEVEN

CAMINHO

- Foco no processo
- Olho no Mercado
- Novas tecnologias



CONCEPÇÃO DE PROJETOS: UMA FÁBRICA DE LSF

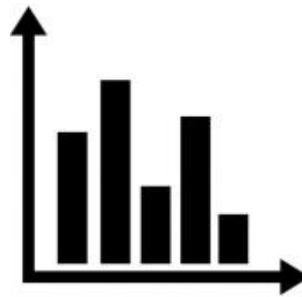


QUESTIONAMENTO

Pergunta rápida:

Como planejar e controlar obras deste tipo?

Como novas tecnologias podem nos ajudar?



Desenvolvimento de indicadores utilizando BIM e simulação em uma linha de produção de paredes*

Brown, R., **Barkokebas B.**, Ritter, C., and Al-Hussein, M. (2019). "Predicting Performance Indicators Using BIM and Simulation for a Wall Assembly Line." In: *Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed.), Dublin, Ireland, pp. 853–864. DOI: <https://doi.org/10.24928/2019/0250>. Available at: <www.iglc.net>.

*Título traduzido

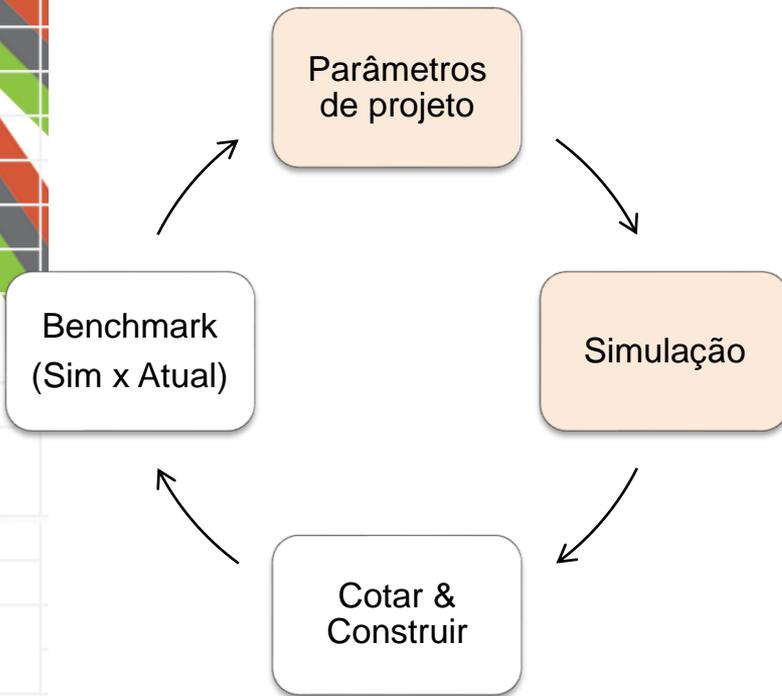
PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

- Desenvolvimento de indicadores utilizando BIM e simulação em uma linha de produção de paredes
- Trabalho realizado no estado de Alberta, Canadá
- Problema:
 - Pouco tempo para realização de propostas comerciais
 - Pouca informação disponível
 - Muita segurança (margem alta) → Proposta não competitiva
 - Pouca segurança (margem baixa) → Risco de perder dinheiro



PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

Motivação



O que?

- Desenvolvimento de indicadores para medir a eficiência do projeto

Por quê?

- Desenvolver cotações competitivas e com uma boa margem de lucro
- Garantir a viabilidade e eficiência do projeto

Como?

- Uso de simulação para prever o processo de fabricação
- Conectar o modelo BIM com modelos de simulação para automatizar o processo

PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

Apresentação da linha de produção:

- Fábrica localizada em Alberta, Canada
- Manufatura e instalação de painéis de wood frame
- Casa típica de uma família
- Porcentagens do custo total do escopo
- Escopo:
 - Estrutura de wood frame + OSB (paredes, pisos, e telhados)
 - Instalação de janelas e acabamentos de paredes externas (material de siding)
 - Telhados acabados (material de shingle)

Sheathing Station

W5- Multi-Function Bridge

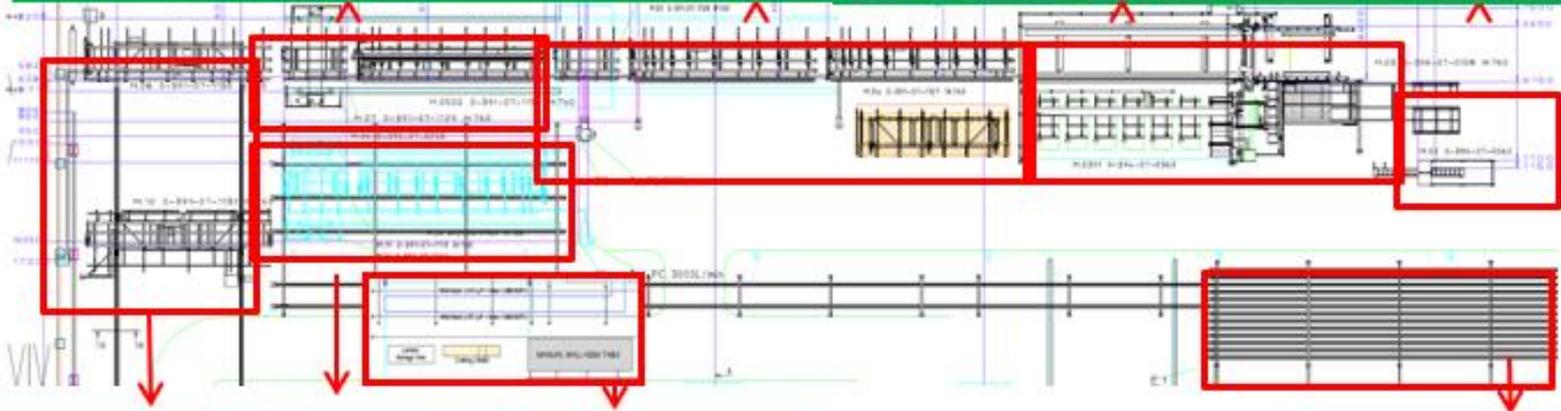


W3 & W4- Sheathing Tables



Framing Station

W1- Component Table



W6 & W7- Tiling and Butterfly Tables



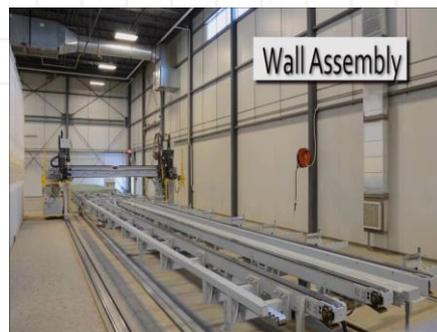
W10- Windows Installation



W9- Buffer Line



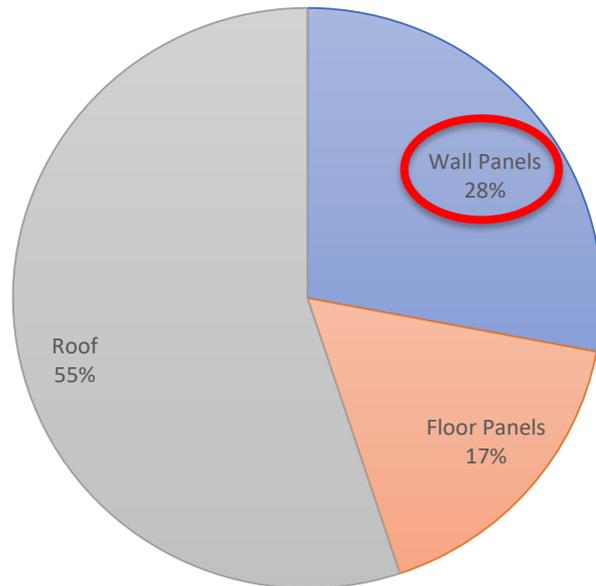
W11- Loading Cart



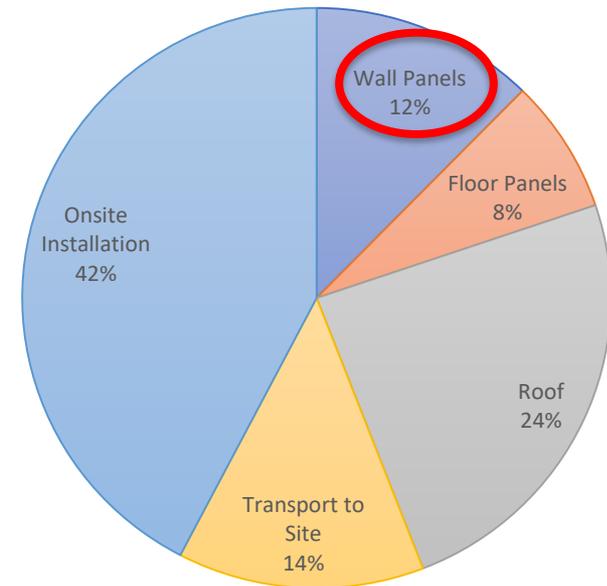
PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

RESUMO FINAL:

Custo na fábrica



Custo total



PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

POR QUÊ PAREDES?

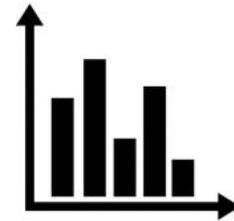
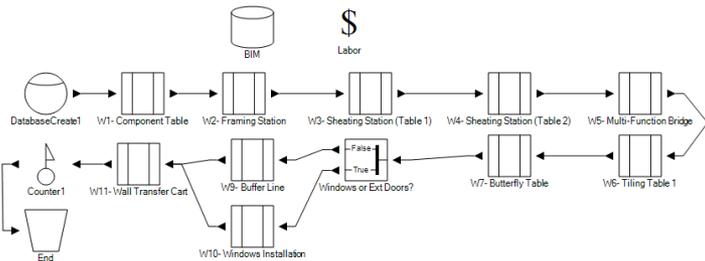
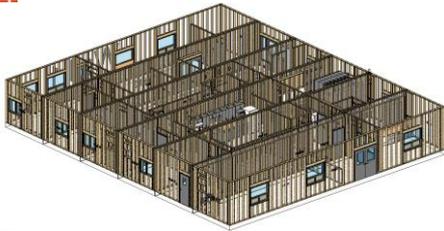
- Custo significativo
- Alto grau de customização
- Determina o tempo total do projeto
- Os atributos de parede (conexões, aberturas, etc.) são difíceis de monitorar e fáceis de errar

Pergunta rápida:

Como garantir que cada projeto vai ser eficiente (custo e cronograma) como o esperado?

PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

MÉTODOS



PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

INDICADORES

Key Performance Indicators are calculated using the following formulas:

KPI	Formula
Total Project Cost (\$)	$= \left[\text{Directly Productive Time (min)} * \text{Crew Size} * 0.42 \left(\frac{\$}{\text{min}} \right) \right] + \left[75 \left(\frac{\$}{\text{min}} \right) * \text{Lead Time (hr)} \right]$
Productivity (SF/min)	$= \frac{\text{Total Wall Area (SF)}}{\text{Project Lead Time (min)}}$
Project Cost (\$/SF)	$= \frac{\text{Total Project Cost (\$)}}{\text{Total Wall Area (min)}}$

Key Result Indicators are calculated using the following formulas:

KRI	Formula
Total Material Usage	$\sum_{i=1}^n (\text{total wall area}_i)$
Total Lead Time	$\sum_{i=1}^n (\text{project project time}_i)$
Total Cost	$\sum_{i=1}^n (\text{project cost}_i)$

PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

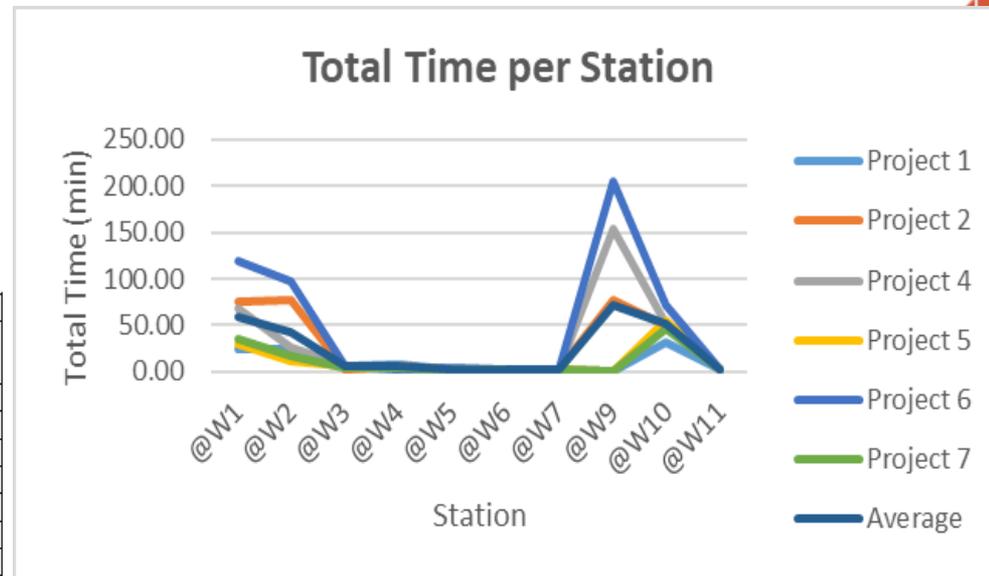
- Os resultados da simulação **identificam as estações que devem ser melhoradas** para reduzir o tempo total de projeto
- As estações com os maiores tempos de espera e produção devem ser o **foco de futuras melhorias**

Productive Time (min)										
Project ID	@W1	@W2	@W3	@W4	@W5	@W6	@W7	@W9	@W10	@W11
3	0.00	32.34	2.70							
3	77.56	49.84	2.70							
3	152.97	51.74	2.70							
3	0.00	55.84	2.70							
3	205.04	72.45	2.70							
3	0.00	46.38	2.70							
Average	10.35	12.20	5.75	5.46	3.20	1.70	2.83	72.60	51.43	2.70

Estações 9 e 10 possuem os maiores tempos de produção.

Waiting Time (min)										
Project ID	@W1	@W2	@W3	@W4	@W5	@W6	@W7	@W9	@W10	@W11
1	17.46	12.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	69.61	67.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	55.98	12.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	14.90	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	09.35	82.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	23.59	7.39	0.00	0.00	0.35	0.02	0.15	0.00	0.00	0.00
Average	48.48	30.45	0.00	0.00	0.19	0.01	0.06	0.00	0.02	0.10

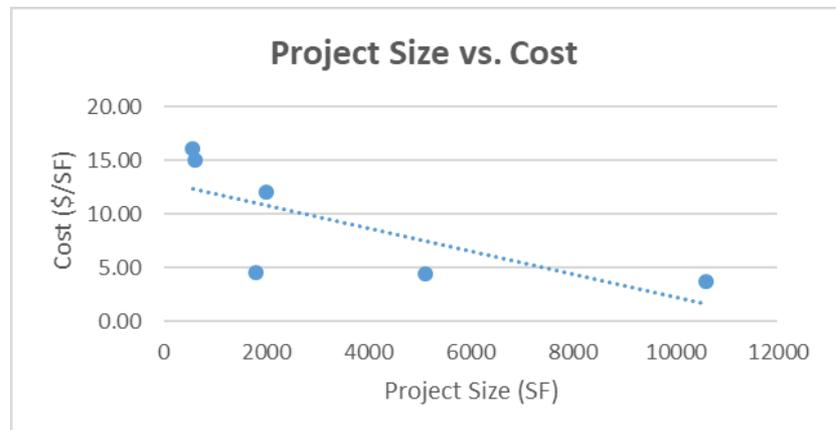
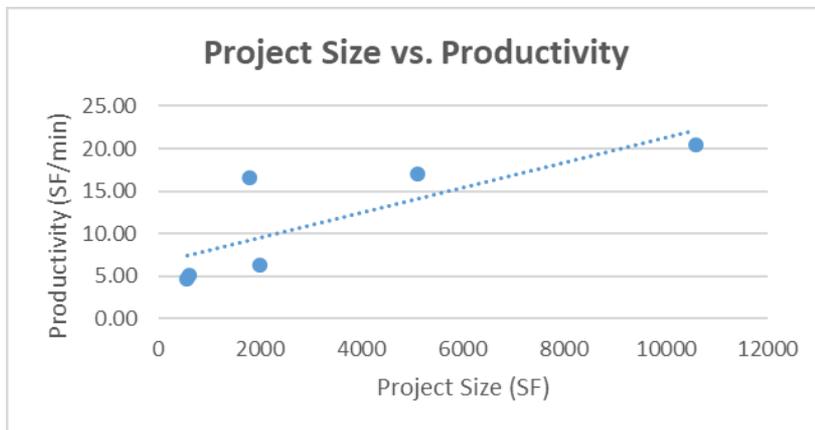
Estações 1 e 2 possuem os maiores tempos de espera.



PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

RESULTADOS

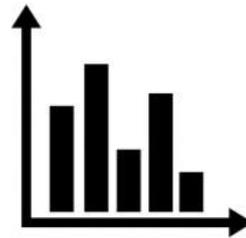
- Os indicadores previstos podem ser comparados à cada projeto com os resultados reais para identificar variações no material, cronograma e orçamento
- A produtividade geral aumenta e o custo por pé quadrado diminui porque os tempos de esperada não influenciam tanto em um grande projeto.



PLANEJAMENTO E CONTROLE: INDICADORES

CONCLUSÕES

- Os indicadores desenvolvidos podem monitorar e determinar o cronograma, orçamento e alterações no material à **cada projeto** enquanto fornecem um **visão geral do cronograma, custo e material total da linha de produção**
- Em posse destes indicadores, o custo e produtividade podem ser aferidos nos **estágios iniciais** do projeto



QUESTIONAMENTO

Pergunta rápida:

Com maior velocidade de obra, como as equipes de orçamento e engenharia podem acompanhar?

Como o BIM se encaixa nisso tudo?



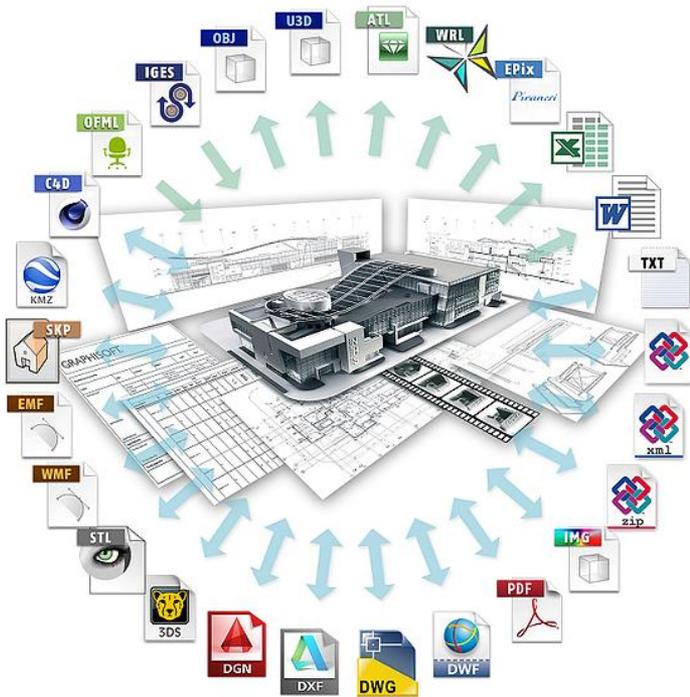
BIM aplicado à construções industrializadas



UNIVERSITY OF
ALBERTA



BIM E CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS

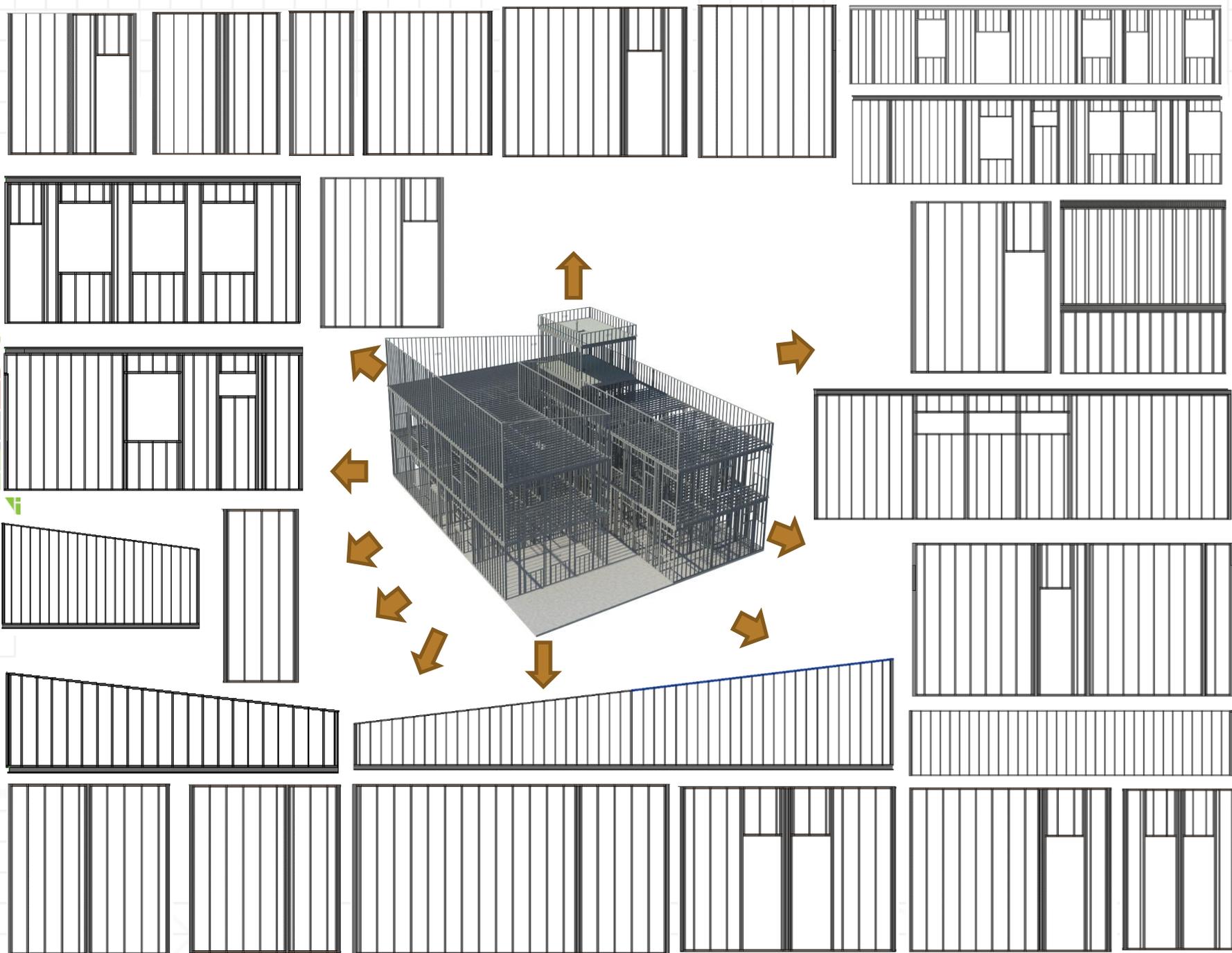


- Vários softwares para cada etapa
- Diferentes formatos
- Diferentes empresas
- Nada específico para construções industrializadas

E agora?

Desenvolvimento de aplicativos específicos para a área



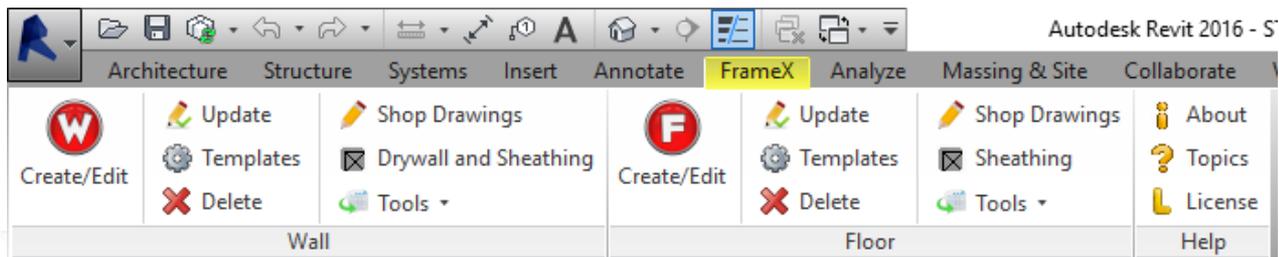


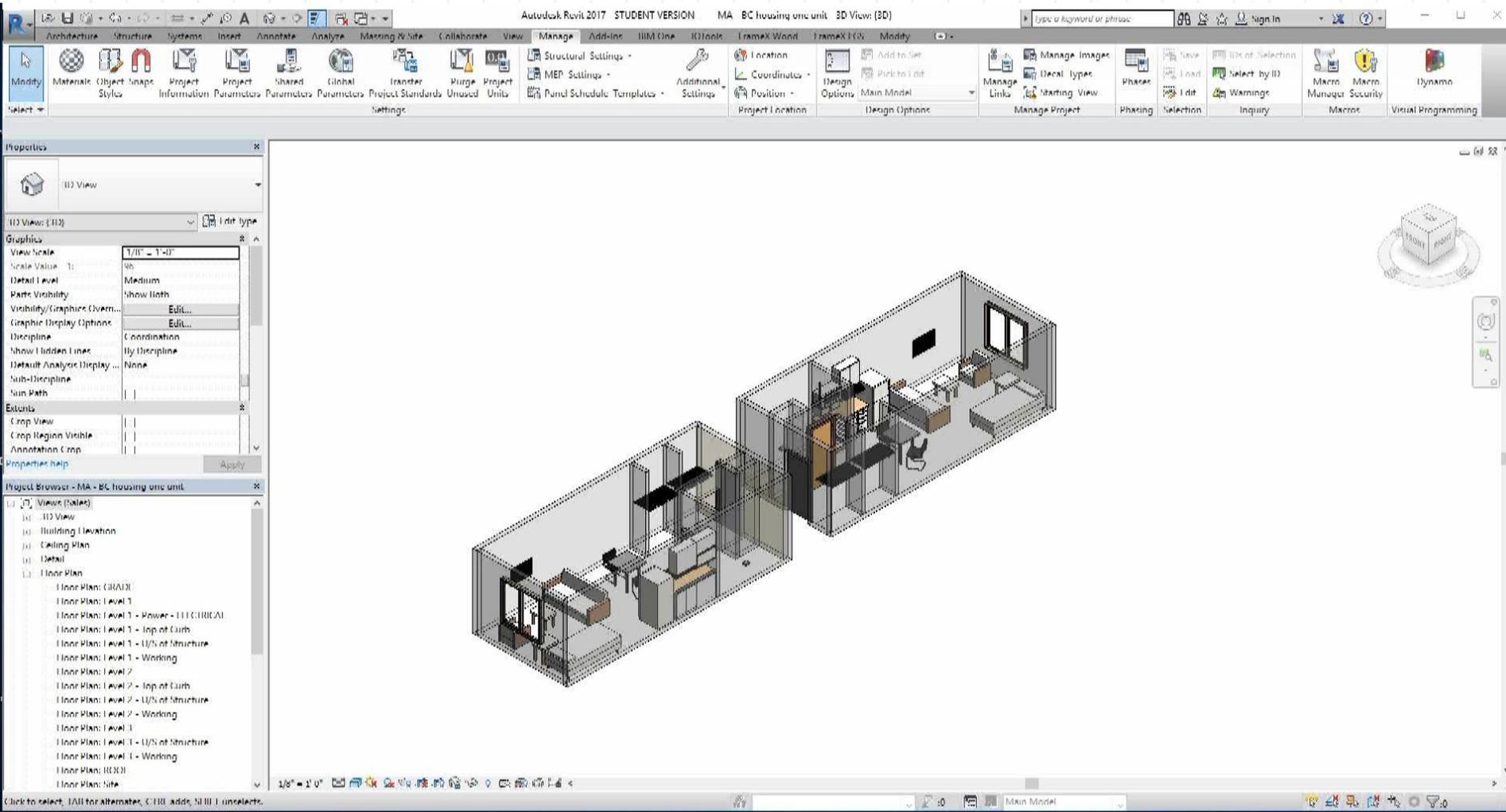
BIM PARA FABRICAÇÃO (FRAMEX)

Automação para a **geração de painéis em madeira e aço (wood e steel frame)**

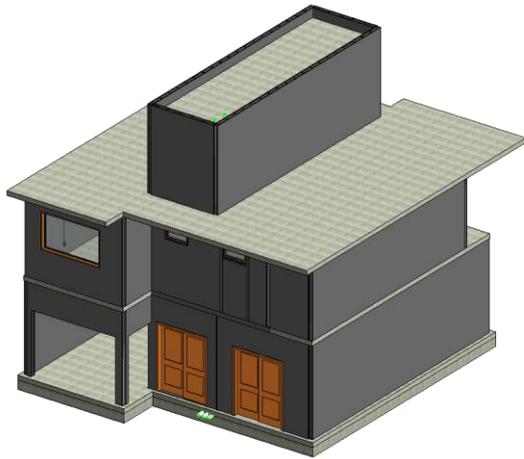


Paredes e Pisos para frame

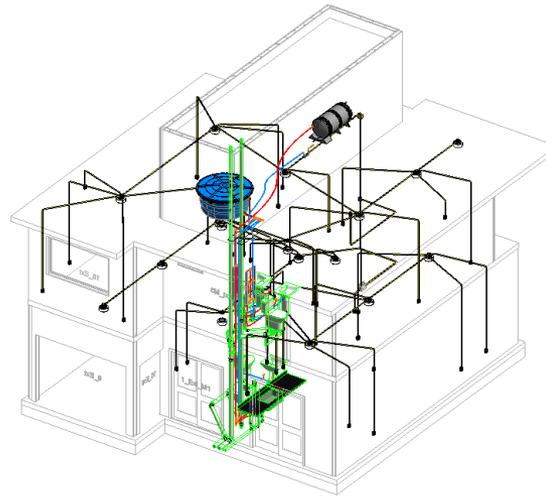




PROJETO PILOTO, BRASIL



Architecture



MEP



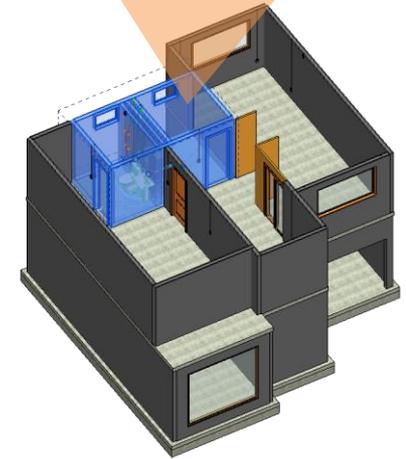
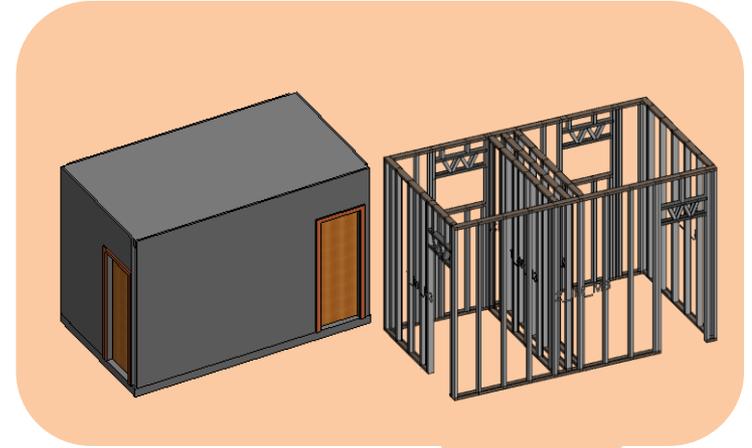
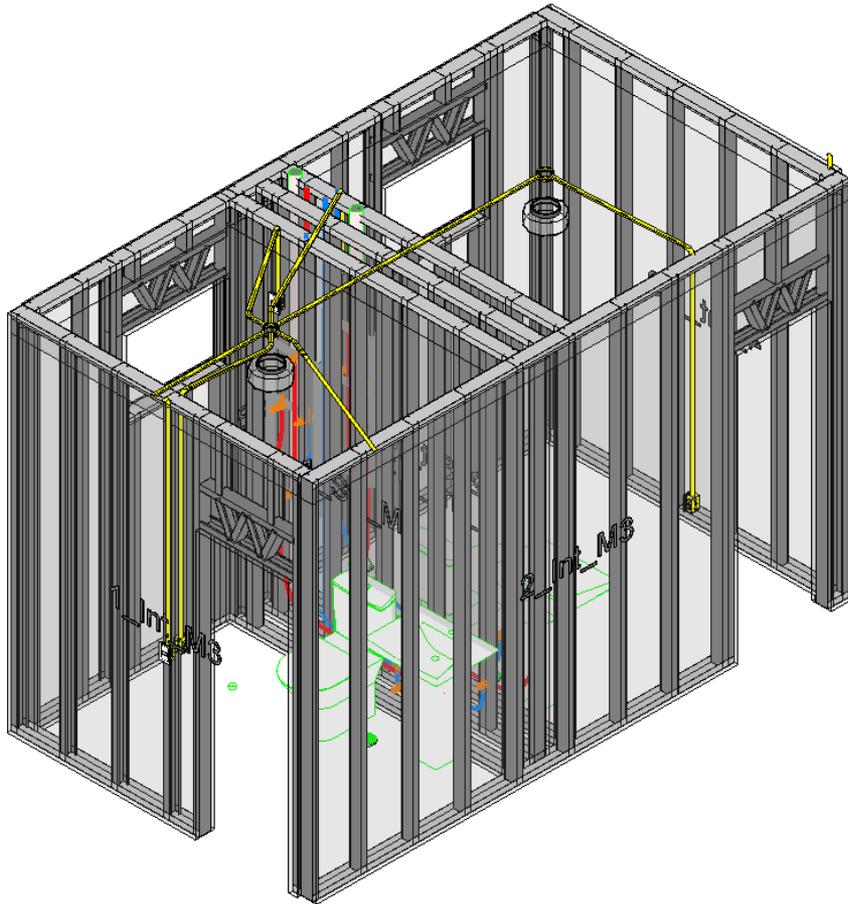
Framing

PROJETO PILOTO, BRASIL

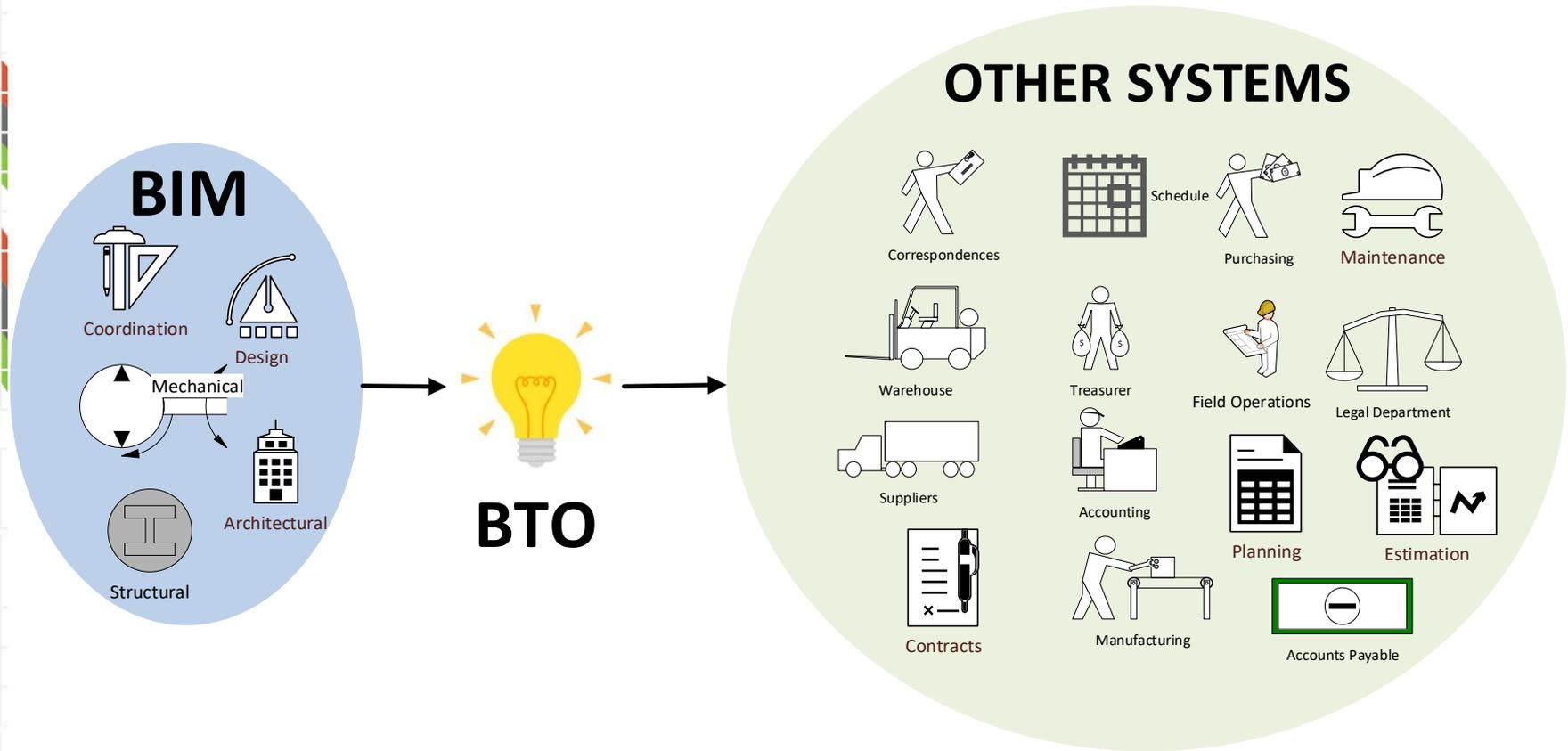


MEP & Framing

PROJETO PILOTO, BRASIL



POR QUE?



VIDEO

BTO Demonstration

OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS

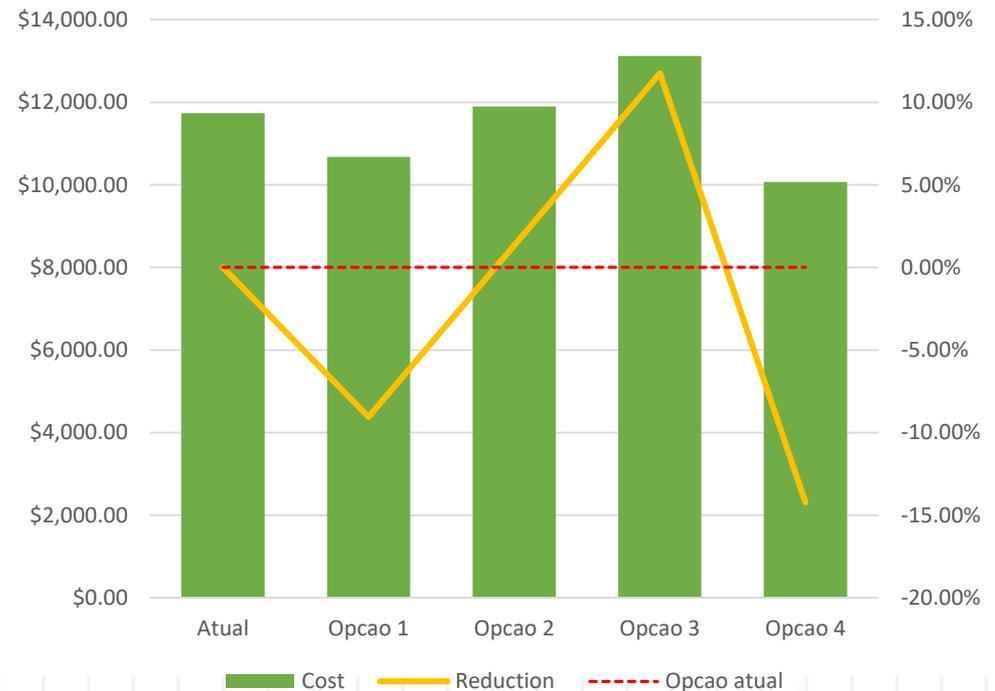


OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS



- Predimensionamento da estrutura de steel frame
- Custo de acordo com opções fornecidas pelo calculista estrutural

Cenário	Descrição	Peso (Kg)
Atual	Terreo c/ #0.95 & resto c/ #0.80 a 400mm	2.524,69
Opção 1	Terreo c/ #0.95 & resto c/ #0.80 a 600mm	2.295,89
Opção 2	Terreo c/ #0.95 & resto c/ #0.95 a 600mm	2.557,91
Opção 3	Terreo c/ #0.95 & resto c/ #0.95 a 400mm	2.821,52
Opção 4	Terreo c/ #0.80 & resto c/ #0.80 a 600mm	2.165,89



CONCLUSÕES FINAIS

- A industrialização da construção é um caminho sem volta
- Indepeude de materiais como madeira, aço, concreto, etc.
- Para isso, precisamos de:
 - Planejamento integrado
 - Engenharia de projetos e custos
 - BIM



Obrigado!

Alguma dúvida?

Beda Barkokebas
barkokebas@ualberta.ca