

Impacto das tecnologias associadas à Indústria 4.0 na Construção

PROF. FABIANO ROGERIO CORRÊA



Tópicos

Conceito de Indústria 4.0

- Integração
- Personalização em massa
- “Awareness”

Canteiro 4.0 / Construção 4.0 ≠ BIM (4.0???)

- Industrialização da Construção
- Drivers para inovação
- Exemplos da aplicação de Automação e Robótica na Construção
- Situação atual: para além do BIM

Four Phases of Industrialization

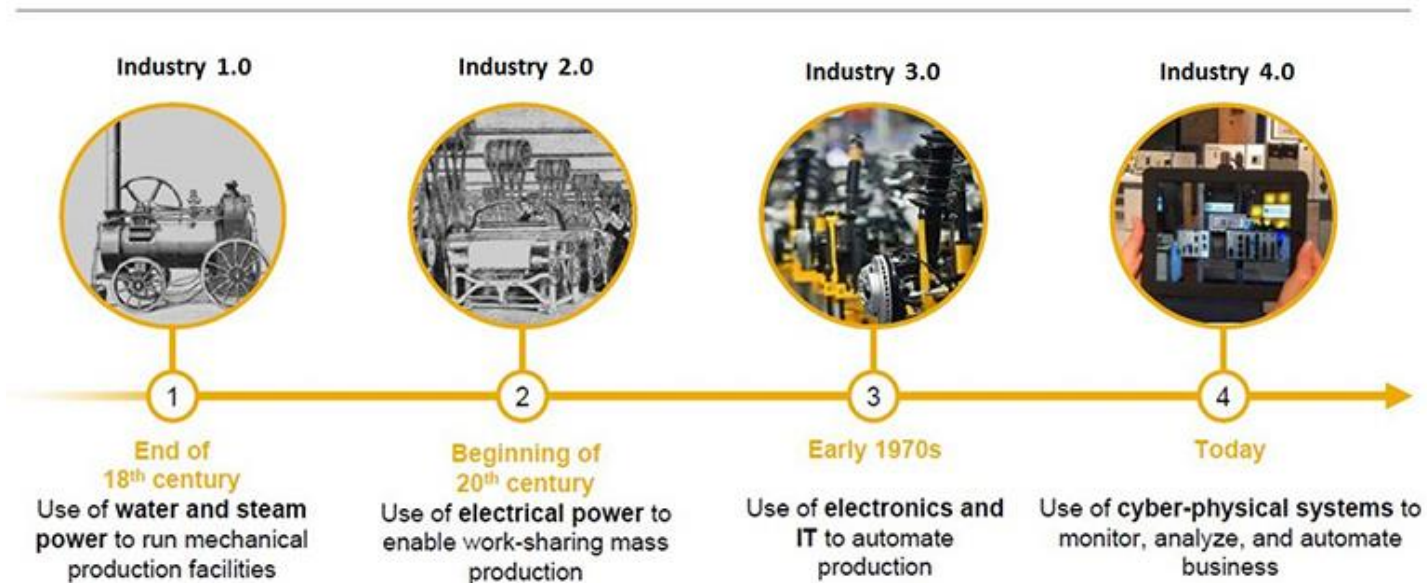


Image: Saphana Tutorial

Conceito: Indústria 4.0

Terceira revolução industrial

CAD, CAE, CAM, CAPP, (MPM, MPP), MRP, (ERP, MRP II), (PDM, PLM): ilhas de automação;

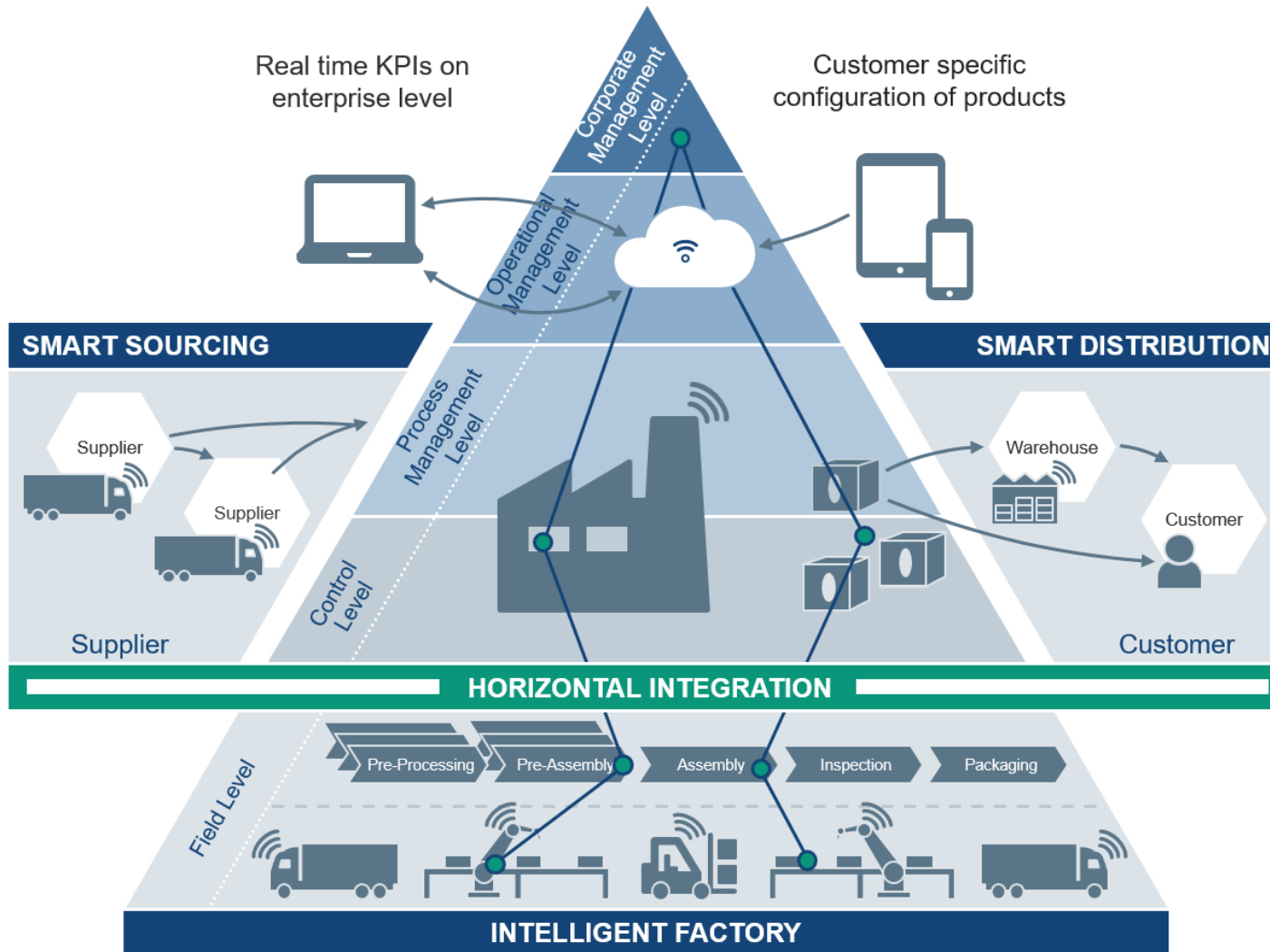
CIM – Computer Integrated Manufacturing ➔ CIC – Computer Integrated Construction;

Linha de Produção x Sistema Toyota de Produção (habilidade de se ajustar rapidamente às mudanças frequentes no mercado);

Quarta revolução industrial

Sistemas
Ciberfísicos
(CPS): Integração;

Personalização
em massa;



Integração

Personalização em massa

No contexto de entregar um produto diferente, tecnologicamente diferente: personalização em massa;

“Awareness”

As tecnologias associadas à este conceito servem para trazer uma “clarividência” dos processos, do que acontece a cada instante, e permite fazer a gestão de forma diferenciada;

01

Monitoramento: por meio sensores (nos equipamentos, nos materiais, nas equipes de trabalho) – Internet of Things (IoT);

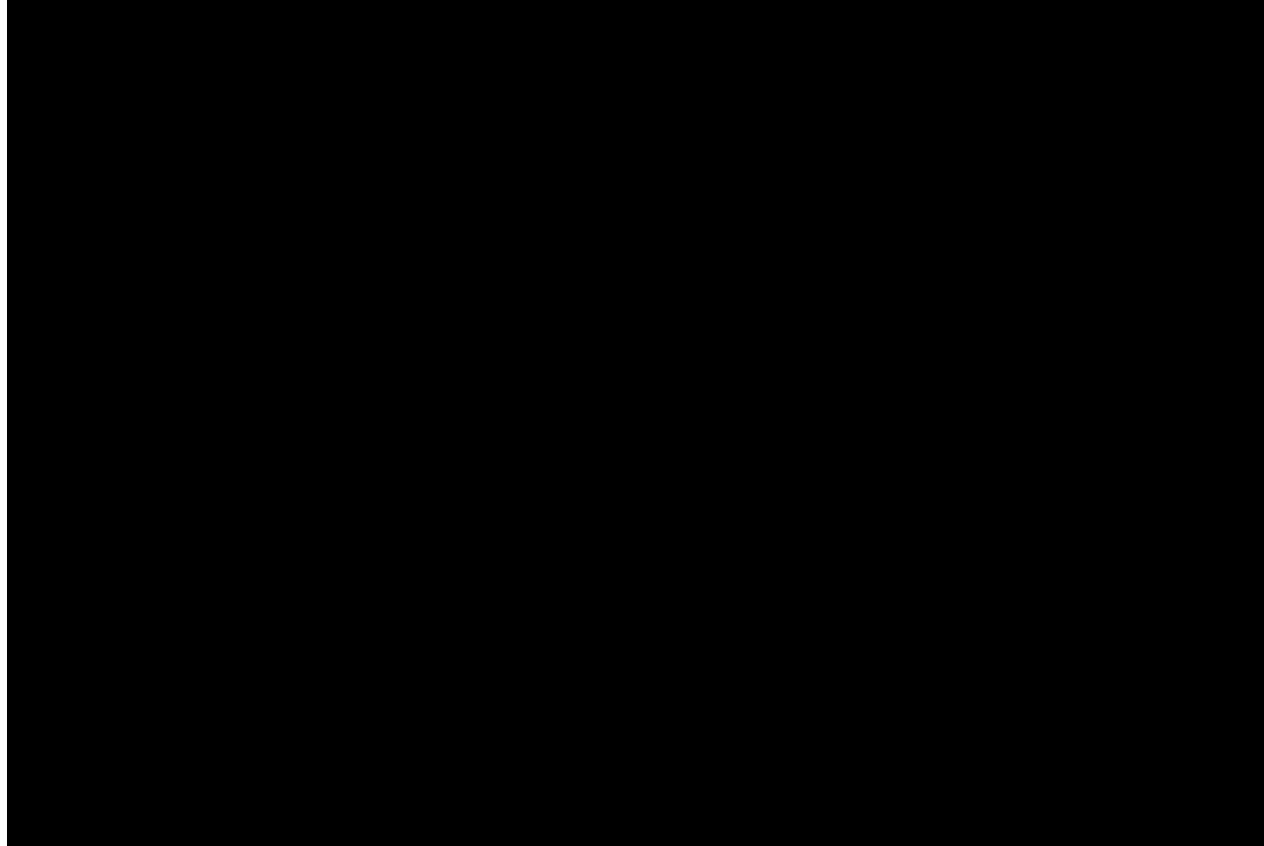
02

Analítica de dados: Predição – Machine Learning, Artificial Intelligence, Big Data Analytics;

Industrialização da Construção

O processo de “industrialização da construção significa uma mudança de pensamento e prática para melhorar a produção, para produzir um ambiente construído de alta qualidade e personalizado, por meio de um processo integrado, considerando a padronização, a organização, o custo e o valor agregado dos componentes, e empregando a mecanização e a automação na produção” (Alistair Gibb, Report do CIB W109, 2010).

Triple E, Maersk



Drivers para inovação

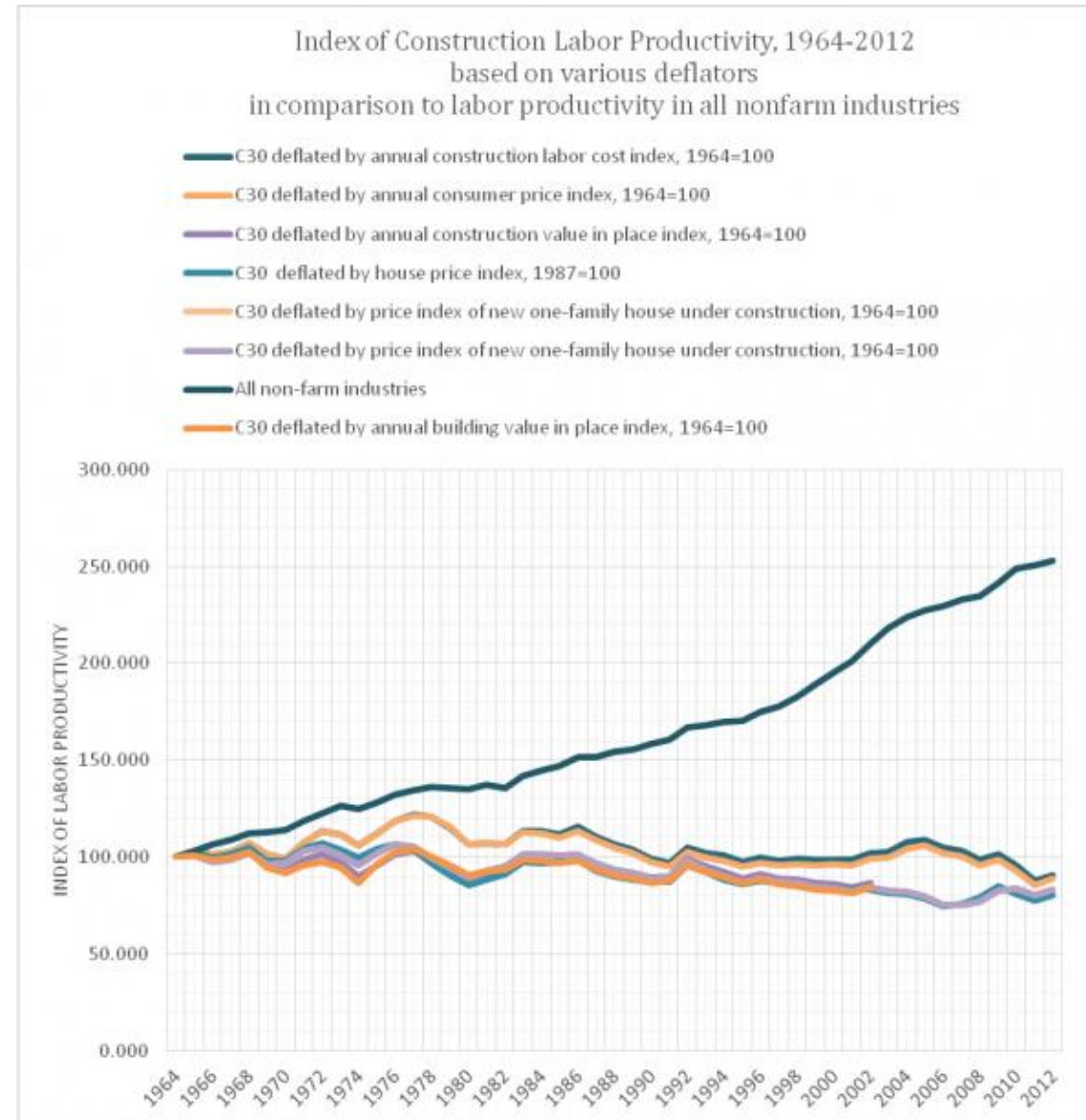
Sustentabilidade;

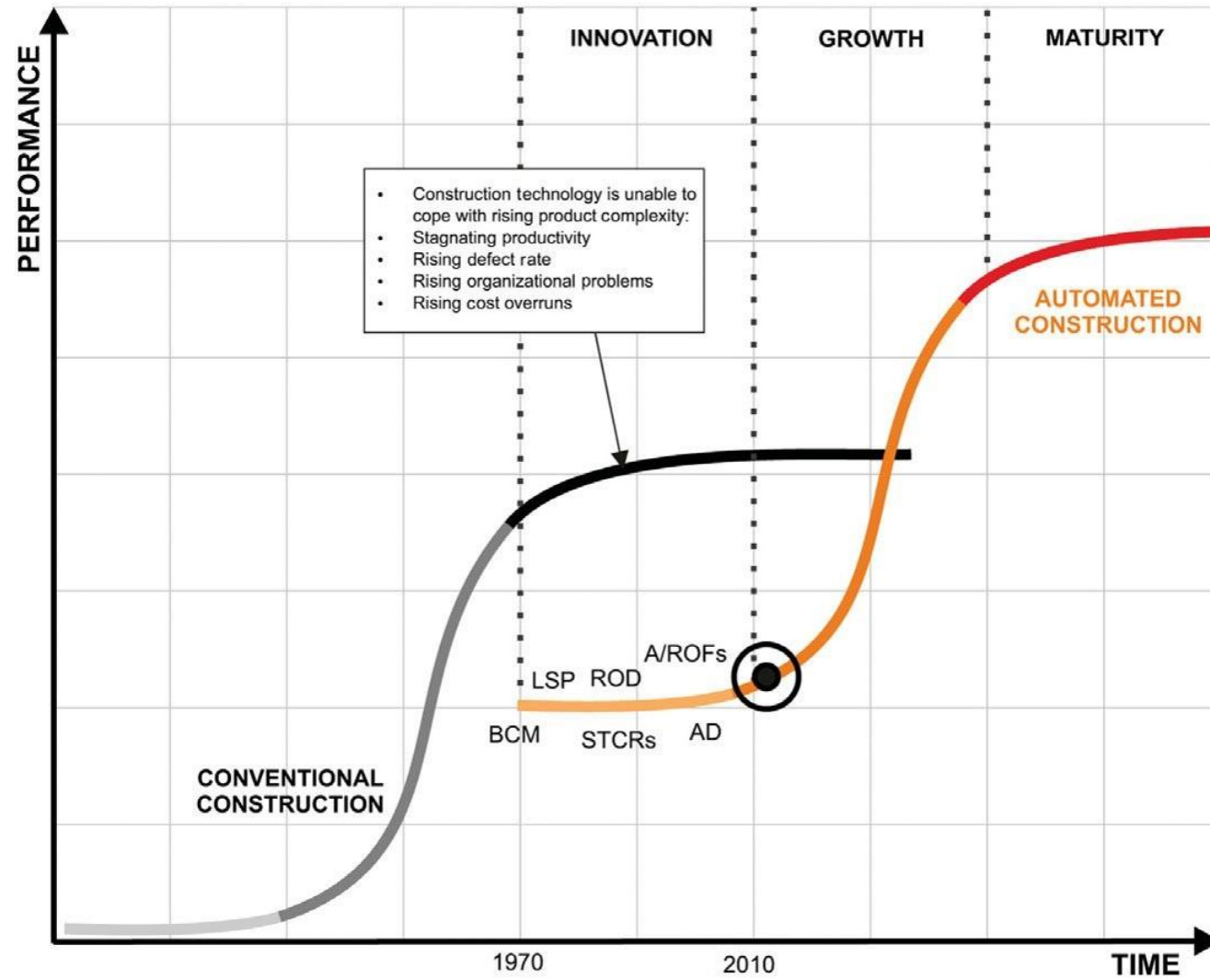
Aumento da produtividade;

Esta é uma possível solução para termos uma construção mais sustentável, para sobreviver com margens de lucro reduzidas, para aumentar a produtividade;

Produtividade na Indústria da Construção

TEICHOLZ, P. Labor-productivity
declines in the construction industry:
causes and remedies (another look).
AECbytes, March 14, 2013.





Tecnologias associadas à Indústria 4.0

Digitalização;

Internet of Things (IoT);

Sistemas Ciberfísicos (CPS);

Manufatura Aditiva (Impressão 3D);

Novos Robôs Industriais;

Digitalização: BIM

- + BIM é a porta de entrada da digitalização na Construção;
- + Implantar os processos em torno do uso de modelos BIM = mudanças;
- Modelos BIM são apenas “Product Data Models”;

Virtual Design and Construction (VDC): + modelos do processo + modelos da organização

- Qualquer uso de modelo BIM



Internet of Things (IoT)

Sistemas Ciberfísicos (CPS)

Gêmeo digital: por estar associado ao PLM, seu significado está relacionado a uma completa representação digital do produto físico, seu comportamento e a sequência de processos de fabricação necessários para construí-lo;

Computação em Nuvem;

Analítica de Dados (Big Data);

Manufatura Aditiva (Impressão 3D)

Não é um processo de fabricação necessariamente mais rápido;

+ Liberdade geométrica = personalização em massa (sem problemas com a variação de setup);

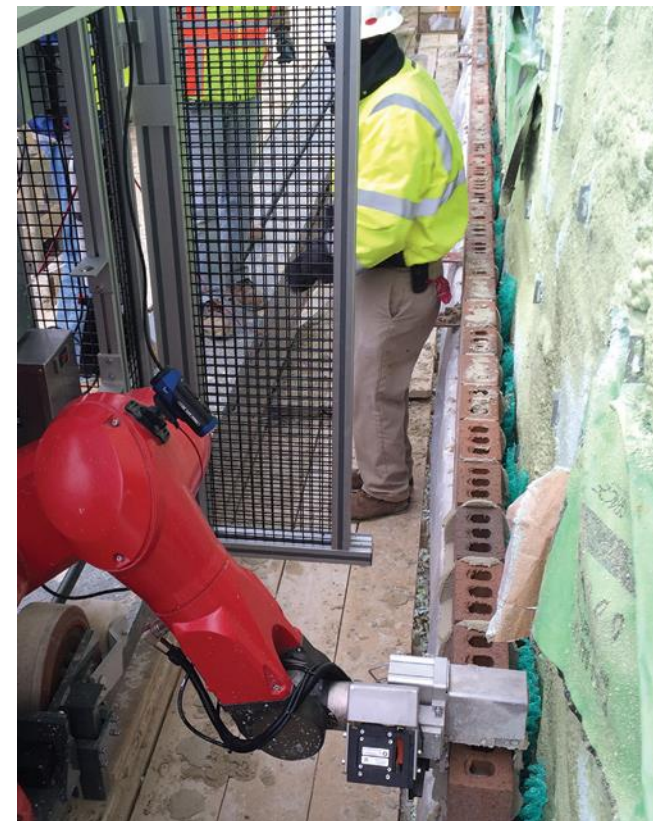
Exemplos reais que temos hoje em dia não passam, no geral de propaganda;

Impressoras não são o problema / desafio; e sim o material!

Possibilidade de controlar localmente as propriedades do material;

Contour-Crafting





Novos Robôs Industriais

Exemplos

Casos mais interessantes estão relacionados à aplicação de Automação e Robótica na Construção – não são necessariamente “versões 4.0 da Construção”, mas servem de inspiração;

Excelente material de consulta: Prof. Thomas Bock, da Universidade Técnica de Munique (TUM), escreveu uma série de livros, The Cambridge Handbooks in Construction Robotics, que narra a evolução do que hoje é chamada Construção Automatizada;

Caso emblemático do Japão;



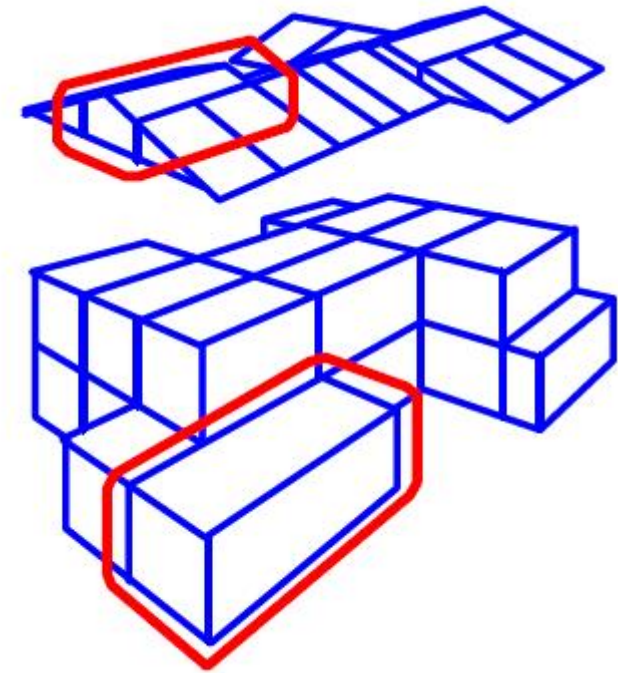
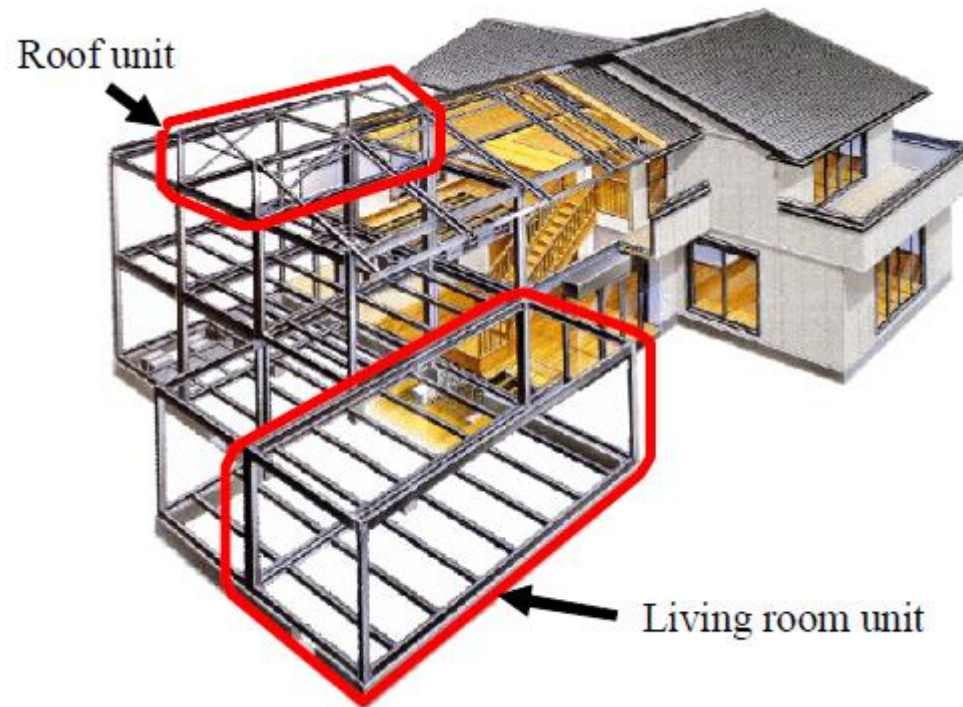
ZEMCH Mission to Japan (2016)

	Since	Business volume/ year	Output (houses)/ year	Employees	Range of products	Price range	Factories
Sekisui House	1960	15.064	48.071	15.302	Steel/ Wooden	55-85 50-80	5
Daiwa House	1955	10.987	41.004	13.592	Steel/ Wooden	55-85 55-80	10
Pana Home	1963	2.467	10.753	4.264	Steel	50-80	2
Sanyo Homes	1969	361	1.010	668	Steel	55-65	1
Asahi Kasei – Hebel House	1972	4.447	16.231	5.366	Steel	70-80	2
Misawa Homes – Assembly	1967	3.724	12.353	694	Steel/ Wooden	60-80 45-90	12
Mitsui	1974	2.133	5.230	2.326	Wooden	50-80	7
Tama Home	1998	1.512	9.216	2.784	Wooden	30-50	1
Muji	1989	-	-	50	Wooden	55-80	-
Sekisui Heim	1947	4.417	10.200	8.820	Steel/ Wooden	60-85 60-80	6
Toyota Home	1975	1.297	4.142	3.402	Steel	45-80	3

M1, da Sekisui Heim



Casas da Sekisui Heim



Casas da Sekisui Heim

70 tipos de “unidades” (módulos em steel frame);

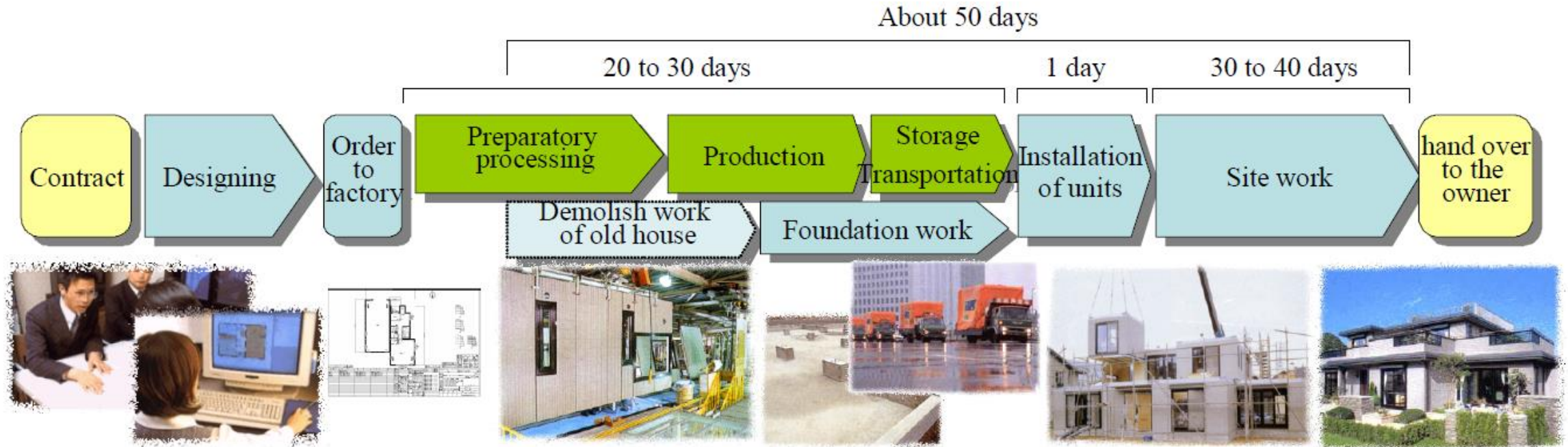
40 = 10 (comprimento) x 2 (largura) x 2 (altura) paralelogramos;

Demais, 30 com geometrias diferentes: por exemplo, trapezoide;

Casas formadas com 30.000 partes de um total de 300.000 possíveis;

135 unidades por dia, 1 unidade a cada 3 minutos (produção anual de 13.000 unidades) – dados de 2006!;

Fluxo de trabalho – Sekisui Heim



Sistema computacional

Erros de 30% iniciais eram estabilizados em 5% antes do uso de um sistema computacional;

Sekisui adquiriu, em 1984, uma companhia ISAC para desenvolvimento do sistema especialista (K-PROLOG):

- ferramenta CAD inteligente (primórdios do BIM japonês);
- sistema de leiaute de ambientes para ajudar nas vendas;
- controle da produção para ajudar na fabricação das unidades;

HAPPS (steel-frame), TAPPS (wood-frame) e MAPPS (high-rise);

Sistema HAPPS

Heim Automated Part Pick-up System;

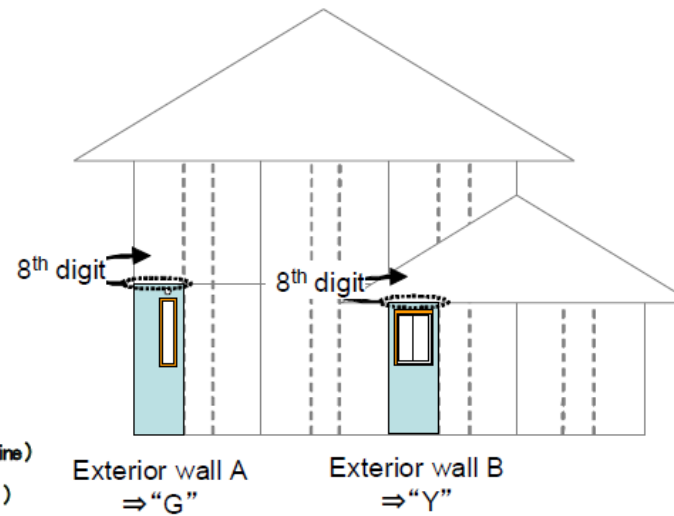
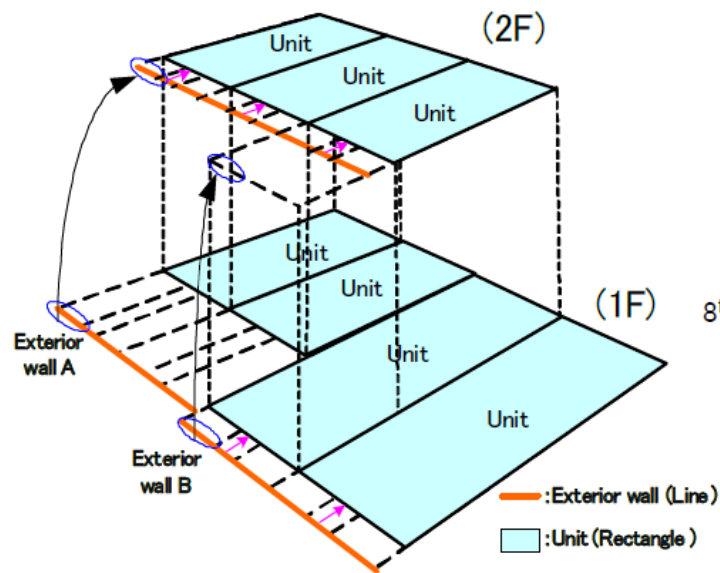
Transformação da planta nas partes demora cerca de 1h-1h30 dependendo do tamanho da casa;

70% desta informação é por parte da HAPPS;

No total, gasta-se de 5h a 6h;

Novo programa por mês: em 2005 houve 223 erros em 13.000 casas produzidas (0,017 erros/casa);

Explosão de partes



1 2 7 8 9 10 15
 2 F □ □ □ □ □

7th digit : Wall width
 8th digit : Next part on top
 9th digit : Next part under bottom
 10th digit : Openings

< 8th digit : Next part on top >

Item	Code
Exterior wall	G
Roof	Y
Balcony	B
⋮	⋮

Conclusão - HAPPS

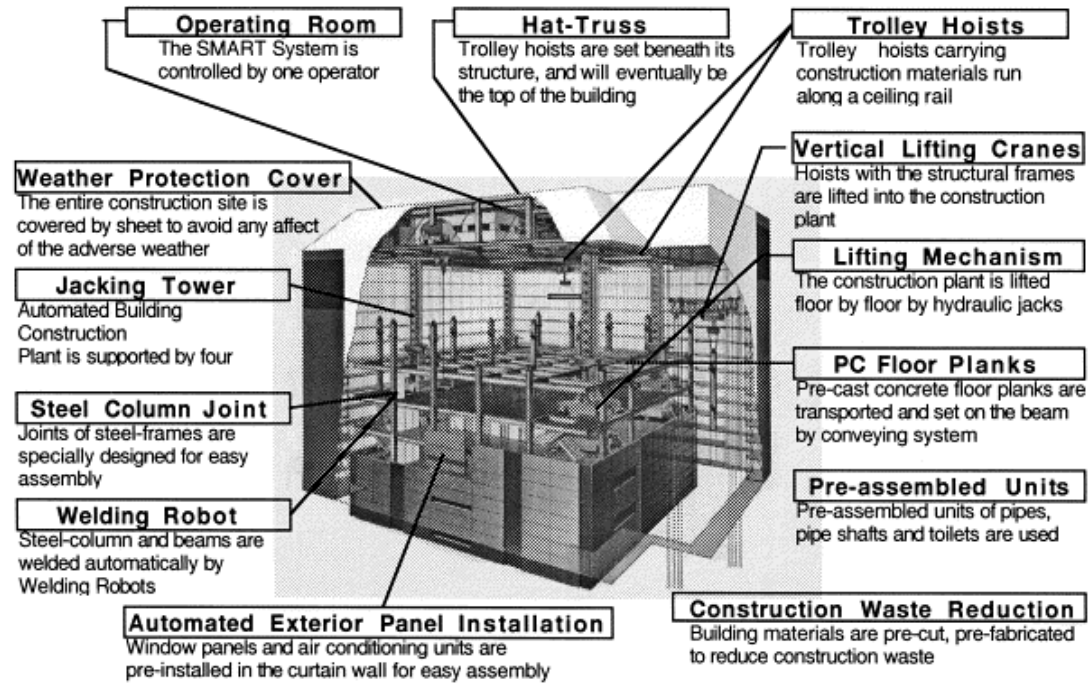
Solução desenvolvida ao longo de dois anos, com 4 especialistas de domínio, dois engenheiros do conhecimento e 14 programadores;

Custo: US\$ 3.500.000;

Economia: US\$ 1 bilhão por ano (erro praticamente zero);

ABCS, da Obayashi (Japão)





SMART - Shimizu

Coordenação entre drone e veículos autônomos

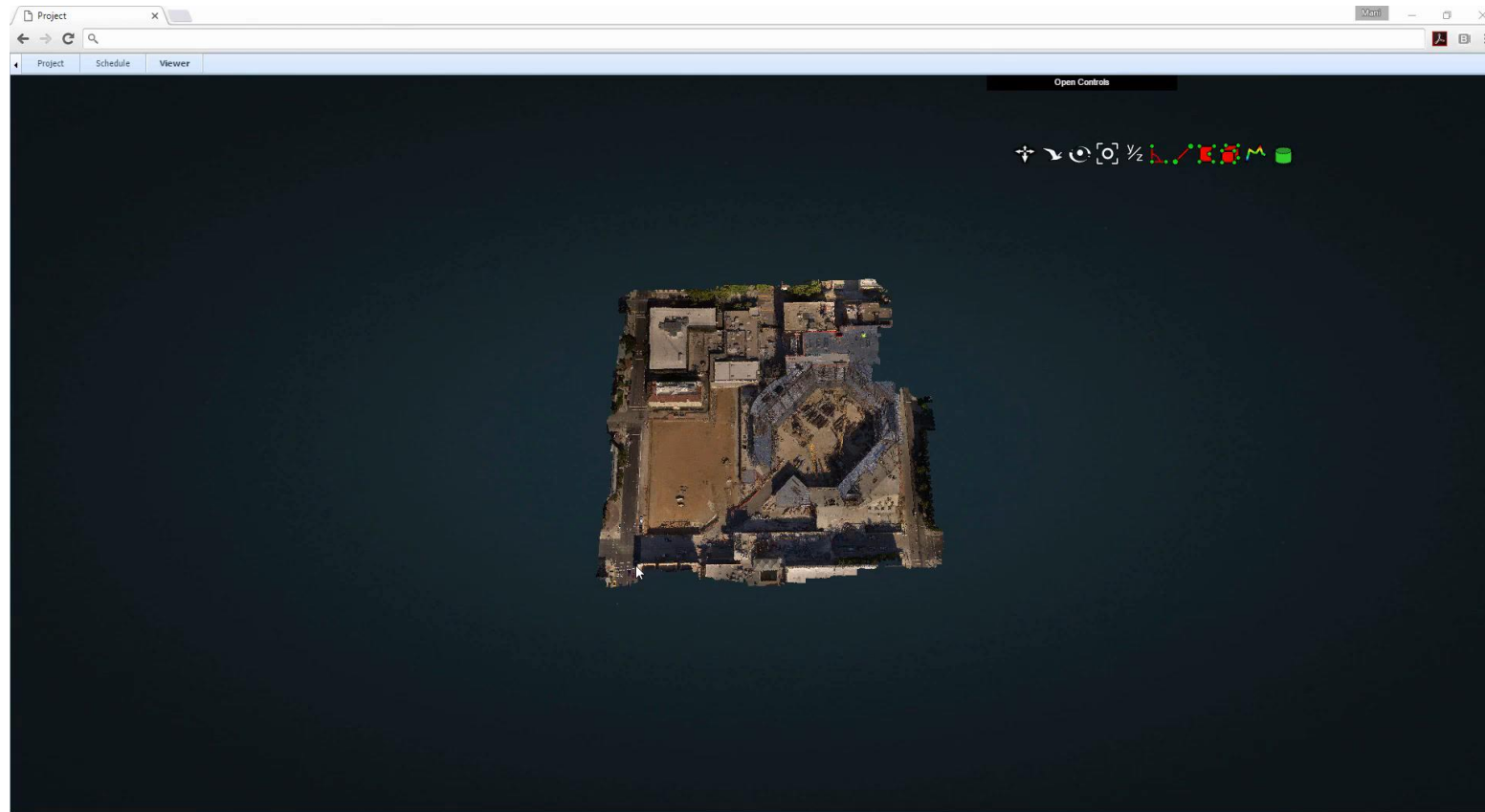




Sany Heavy Industry (China)



4D BIM + StructureFromMotion



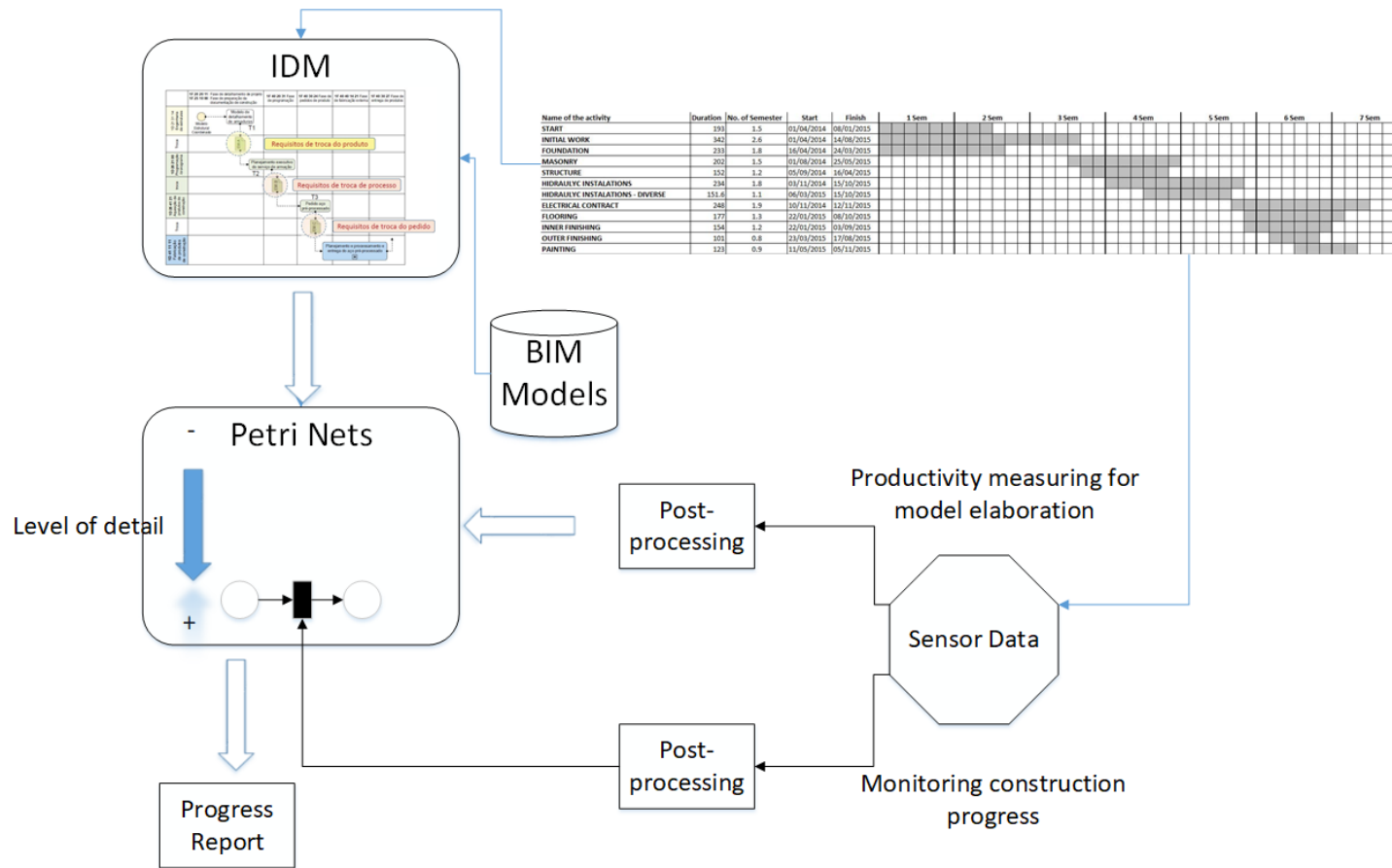
Situação atual: para além do BIM

Dois caminhos:

- Industrialização da Construção → Construção Automatizada;
- Monitoramento + Analítica = Tomadas de decisão auxiliadas por computador;

Projeto FAPESP 2017/03258-0: Plataforma de integração entre o BIM e a IoT

- Coletando dados junto à Tecverde Engenharia: casas (e edifícios) pré-fabricados no sistema construtivo de wood-framing;



Framework proposto no projeto



Primeiro teste em campo: 22/08/2018

Na fábrica de Tecverde, em Araucária, PR;

Rastreamento de 7 operários, e 14 painéis (8 painéis de parede, 5 painéis de forro, e o telhado);

Montagem de uma casa pré-fabricada em um dia: incluindo elétrica e hidráulica;

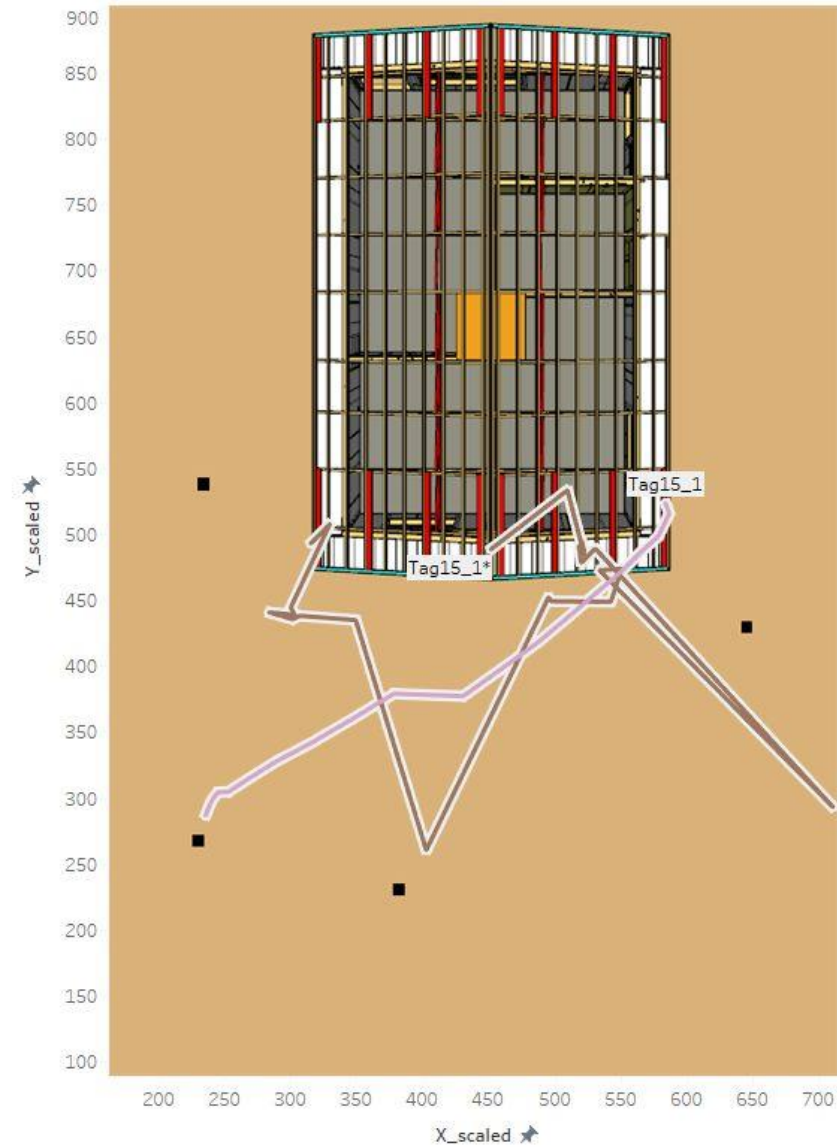
O sistema ficou rastreando o trabalho das 8h-18hs;

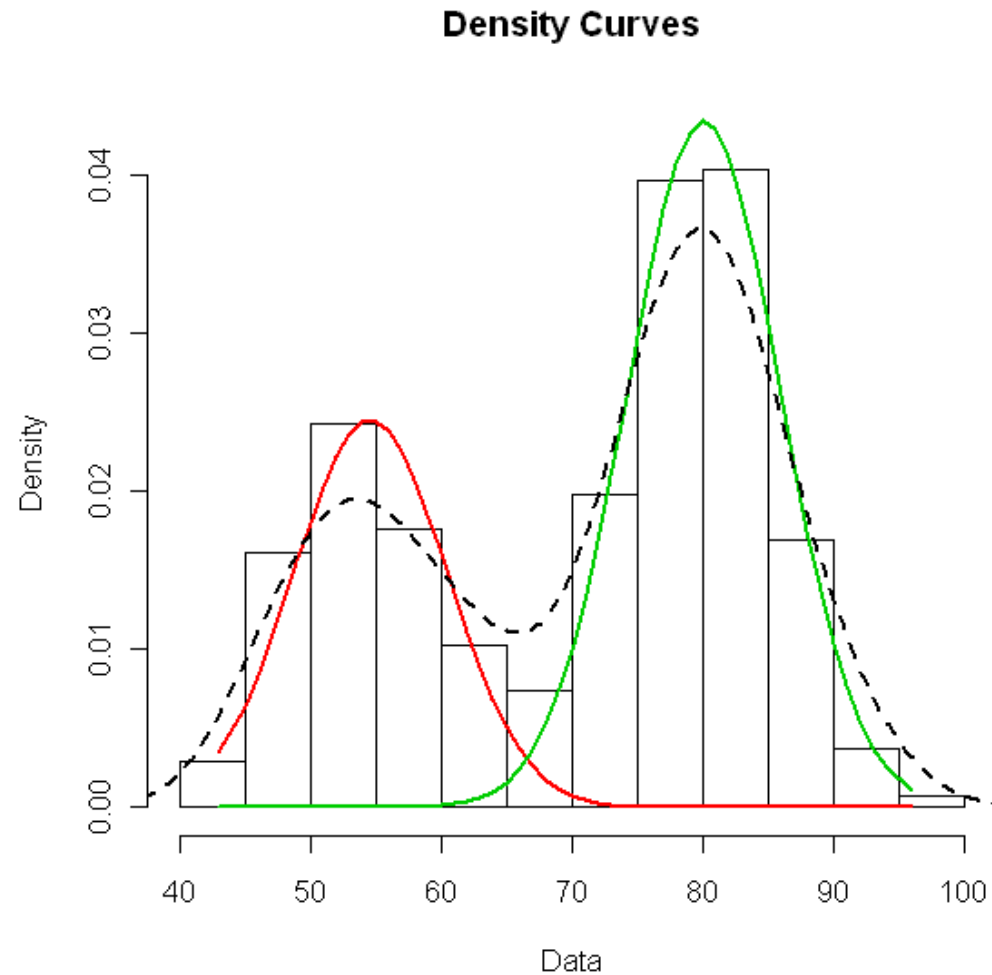




Ultra wide band

Processamento dos dados de rastreamento da equipe de trabalho





Distribuição de
Probabilidade
Associada à
Produtividade

Conclusão

01

O setor da Construção, ou melhor, toda a sua cadeia produtiva, pode ser muito diferente do que temos na atualidade, no Brasil;

02

Para isso, é necessária uma mudança integral no produto, na organização, na informação e na tecnologia de produção;

03

Diversos protótipos ligados ao uso de Automação e Robótica na Construção já existem a décadas: é preciso encontrar os drivers para começarmos a implementá-las no país;

04

Vejam a Agricultura no Brasil, avançando na direção de uma maior mecanização, no uso eficiente dos recursos, da Agricultura de precisão; por que não a Construção?