

# Digital Twins

---

Ellian Carlos, Gabriel Junho e Natália Abreu

---



# Introdução

História e o que são Digital Twins

Benefícios dos Digital Twins

Casos na Indústria

Construção, Arquitetura e Desenvolvimento

Desafios de Implementação

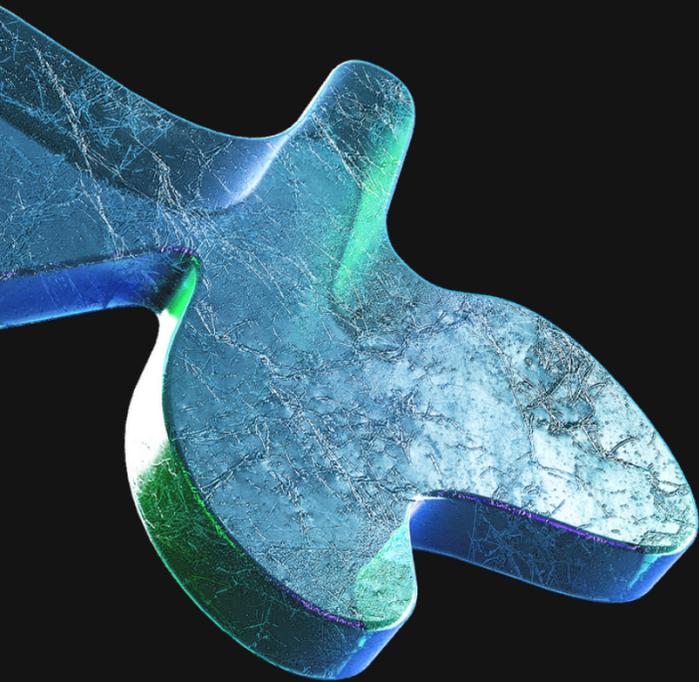
Uso na Sustentabilidade

Futuro



# Digital Twins: O que são?

....





# História dos Digital Twins

1960s

NASA utiliza um sistema que chamou de "digital Twin" no projeto da Apollo 13

1990s

Livro "Mirror Worlds" de David Gelernter, de 1991

2000s

O conceito e modelo do gêmeo digital apresentado publicamente pela primeira vez em 2002 por Michael Grieves, na conferência da Society of Manufacturing Engineers em Troy, Michigan

2010s

O Conselho Internacional de Engenheiros de Sistemas (INCOSE) cita o conceito em seu Livro de Conhecimento de Engenharia de Sistemas (SEBoK)

2018

Estratégia de Engenharia Digital do DoD dos EUA, formulada pela primeira vez em 2018, define um gêmeo digital

# DIGITAL TWINS

## Machine learning

Complementa a Inteligência Artificial, possibilitando a criação de melhores modelos de automação, e fornece suporte à tomada de decisão em tempo real.



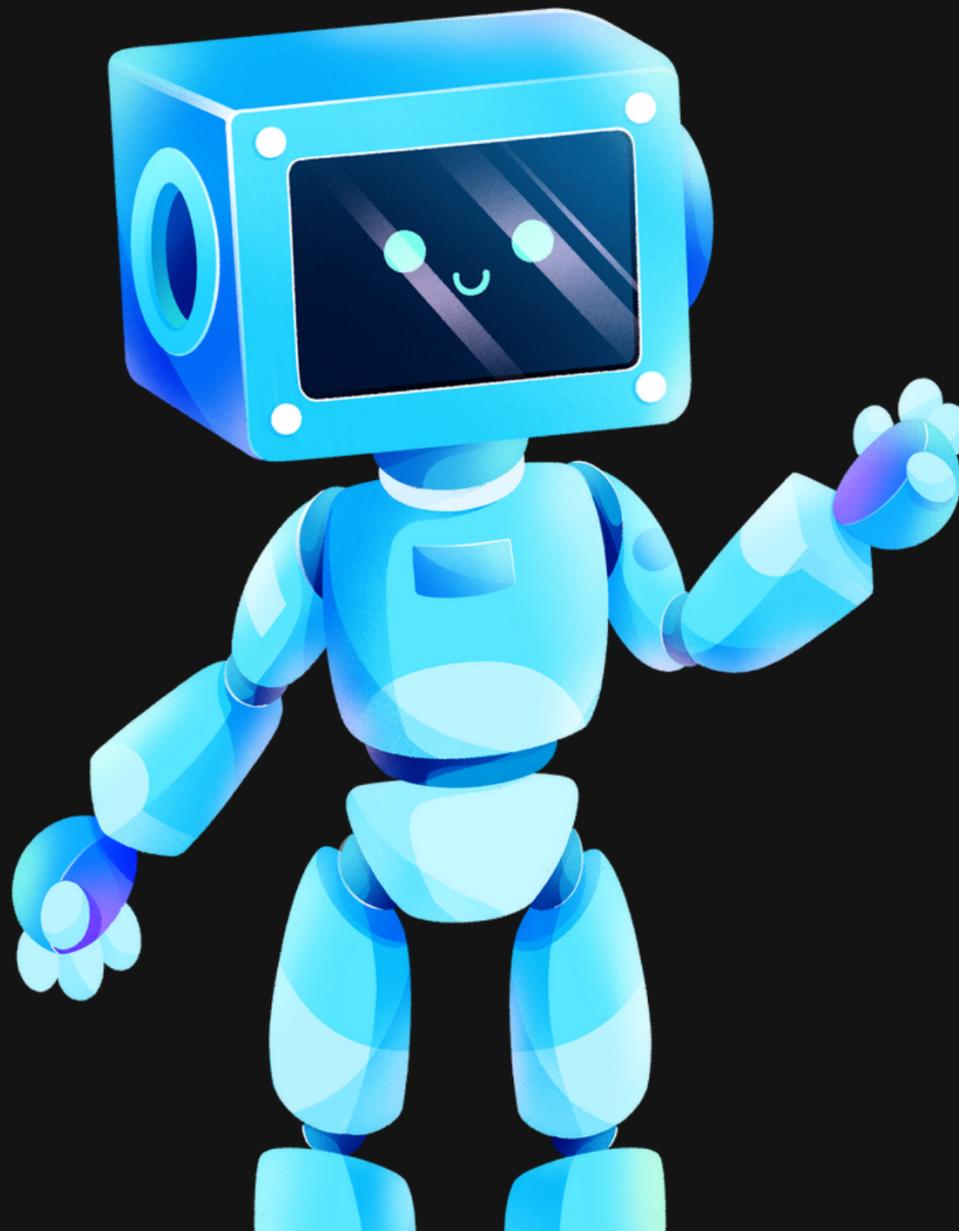
## Modelagem 3D

A capacidade de modelar dispositivos e equipamento ao nível de material de fabricação e até funcionamento.



## Internet das Coisas

A possibilidade de estar em contato, mesmo que virtualmente, com os dispositivos conectados a indústria.



## Big data

Permite a replicação da operação do ativo físico no mundo virtual. Entre os dados utilizados no ambiente industrial, temos os dados temporais, os dados analíticos, dados físicos etc.



## Simulações

Simulações que utilizam os modelos criados e os dados para criar ambientes virtuais que replicam o funcionamento real.



# Os tipos de Digital Twins

Quais são os tipos e suas utilidades.

## COMPONENTE

Virtualização de apenas um componente isolado, como uma engrenagem ou um contato.

## ATIVO (ASSET)

Virtualização de um ativo inteiro, formado por diversos componentes que cumprem um propósito. Uma bomba, um motor, uma esteira e um sensor.

## SISTEMA

Sistemas inteiros formados por coleções de ativos conectados e interagindo entre si com o foco de cumprir ou gerar uma unidade da produção.

## PROCESSO

Simulação do processo inteiro de uma indústria, representa toda uma linha de produção;

# CENAS DO FILME APOLLO 13. RON HOWARD. 1995.



Apollo 13 - Power-Up Successful



Share



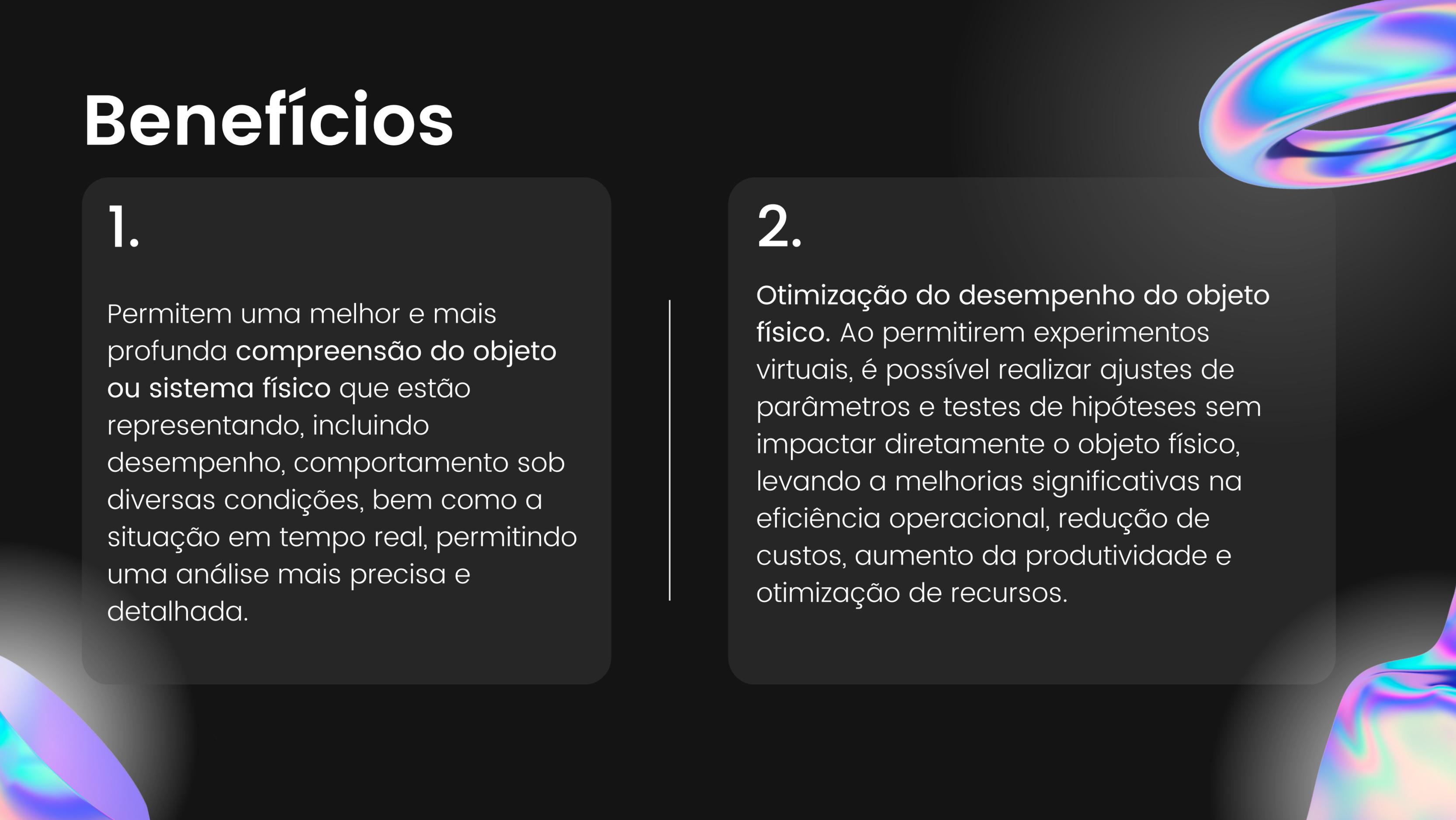
Watch on  YouTube

# Digital Twins: Beneficios proporcionados

....



# Benefícios



1.

Permitem uma melhor e mais profunda compreensão do objeto ou sistema físico que estão representando, incluindo desempenho, comportamento sob diversas condições, bem como a situação em tempo real, permitindo uma análise mais precisa e detalhada.

2.

Otimização do desempenho do objeto físico. Ao permitirem experimentos virtuais, é possível realizar ajustes de parâmetros e testes de hipóteses sem impactar diretamente o objeto físico, levando a melhorias significativas na eficiência operacional, redução de custos, aumento da produtividade e otimização de recursos.

# Benefícios

3.

O monitoramento contínuo do objeto físico em busca de sinais de desgaste e falhas iminentes, tornam a manutenção mais proativa, identificando problemas antes que eles se tornem graves, aumentando a confiabilidade operacional.

4.

A realização de testes virtuais e simulações antes da tomada de decisões ou mudanças no objeto físico, reduz riscos e custos, minimiza erros e evita impactos negativos, como por exemplo, custos elevados em certas falhas, reduz o tempo de inatividade de máquinas e equipamentos, além de melhorar a eficiência geral dos processos envolvidos.

# Benefícios

5. Simulando e otimizando o desempenho de novos projetos, permitem testar diferentes configurações, explorar alternativas de design e avaliar o desempenho esperado antes da produção física, acelerando o processo de inovação e desenvolvimento, reduzindo custos e melhorando a qualidade final.

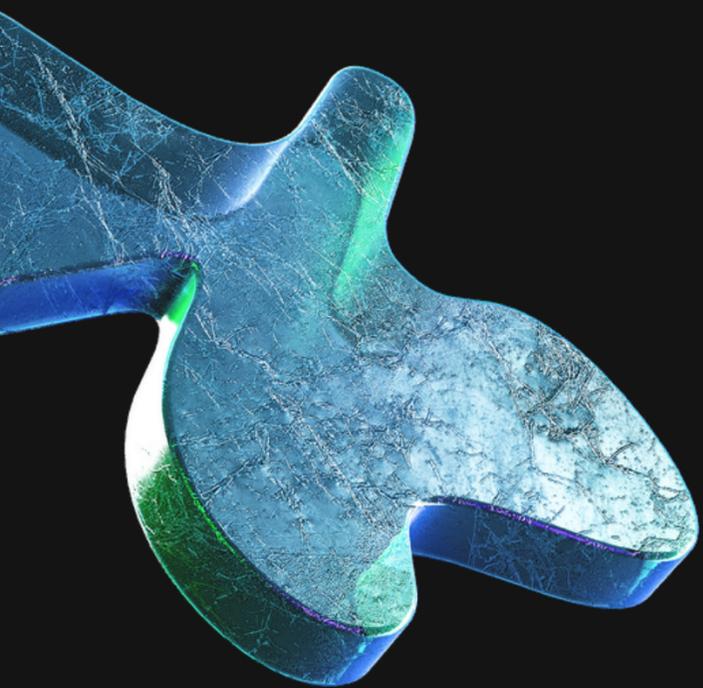
# Benefícios : exemplos



A GE aumentou a confiabilidade de alguns de seus produtos em 93-99,49% em menos de dois anos, reduziu a manutenção reativa em 40% em menos de um ano e evitou US\$ 11 milhões em custos de perda de produtividade .

# Digital Twins: Casos na Indústria

...



# Cases



**Shell**

Nyhamna, Noruega.

Indústria de Petróleo e Gás  
Natural

**BMW  
GROUP**

**BMW Group**

Munique, Alemanha.

Indústria Automobilística



**Porto do Açu**

Rio de Janeiro, Brasil

Portos e Transporte de Cargas

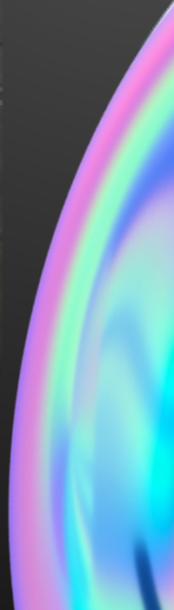
# Shell (Noruega)

## Digital Twin em uma plataforma de extração de petróleo

Planta de processamento de gás natural em Nyhamna, Noruega.

- Gêmeo digital feito em 100 dias e em operação desde janeiro de 2020.
- Redução de US\$ 3 milhões nos custos das operações, superando o valor de investimento no DT.
- Tecnologia onshore (em terra) para simular um gêmeo digital submarino





# BMW Group

## Fábrica automobilística em Digital Twin

- *“A BMW iFACTORY está avançando na digitalização, levando a consistência de dados a um nível completamente novo ao longo de toda a cadeia de valor e em cada uma de nossas cadeias de processo.”*
- A fábrica virtual da BMW Group foi inaugurada em 2023 e é um projeto realizado em parceria com a NVidia
- Além da iFACTORY, a companhia também tem aplicado IA e ML em outros setores da produção industrial

DIGITAL TWINS

# BMW Group

## Digital Twin de fábrica automovilística



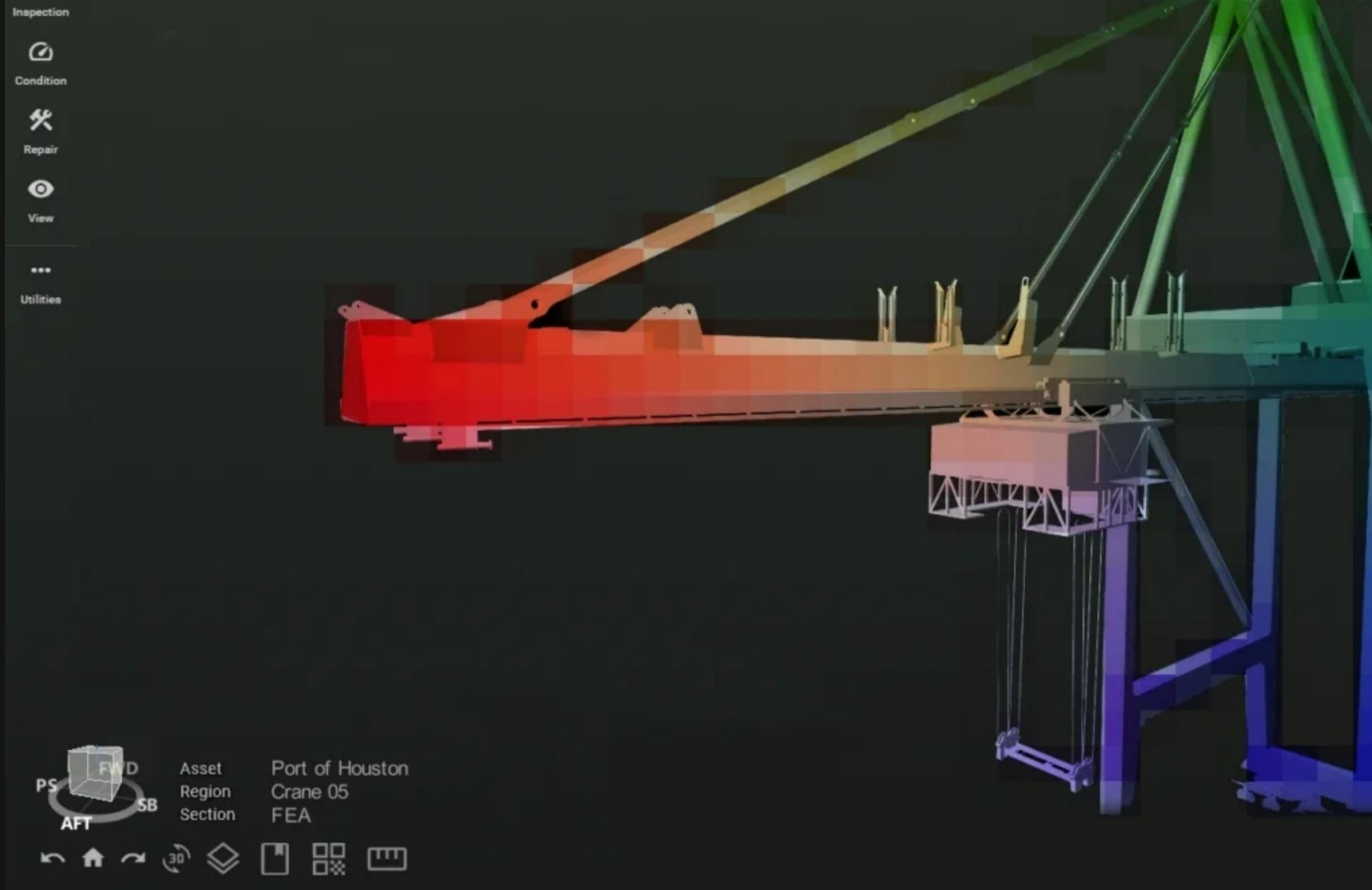
# Porto do Açu

## Digital Twins nos portos brasileiros

- Porto do Açu, é um porto novo, fundado há 9 anos, está localizado no norte do Rio de Janeiro e possui 21 empresas instaladas.
- Desde o início das operações do terminal de cargas, já são contabilizadas 5,9 milhões de toneladas movimentadas, com crescimento anual médio de 45%, o que consolida o T-MULT como importante solução logística da região sudeste.
- A modelagem do DT será dos equipamentos e ativos e cais de atracação do Terminal Multicargas e as boias de sinalização náutica do canal de acesso ao Terminal 2 do Porto.



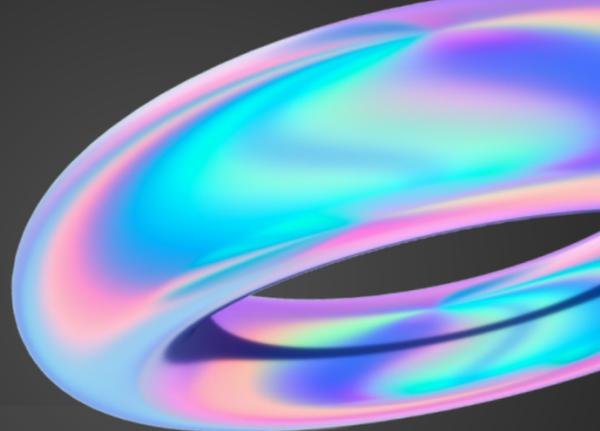
- A modelagem do DT será dos equipamentos e ativos e cais de atracação do Terminal Multicargas e as boias de sinalização náutica do canal de acesso ao Terminal 2 do Porto.



Digital Twins:  
Construção,  
Arquitetura e  
Desenvolvimento  
...



# Construção (etapas)



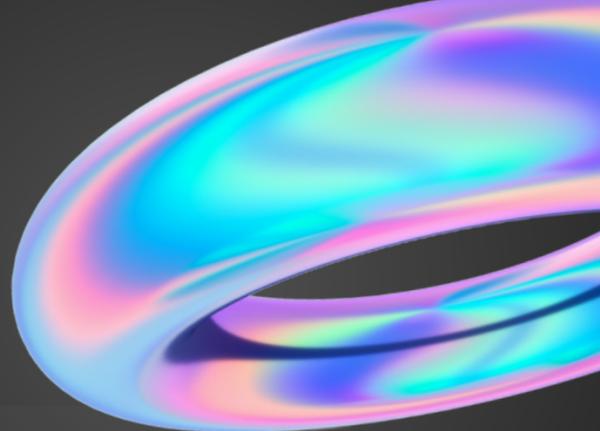
## 1. Definição dos objetivos:

Quais são os objetivos que se deseja alcançar com o Digital Twin. Isso implica identificar quais aspectos do objeto físico se deseja reproduzir digitalmente e quais informações e funcionalidades são relevantes.

## 2. Coleta de dados:

Coletar os dados necessários do objeto físico que se deseja replicar. Isso pode envolver sensores, dispositivos de monitoramento, sistemas de controle e outras fontes de dados relevantes. Os dados podem incluir informações sobre o desempenho, comportamento, condições ambientais e qualquer outro dado relevante.

# Construção (etapas)



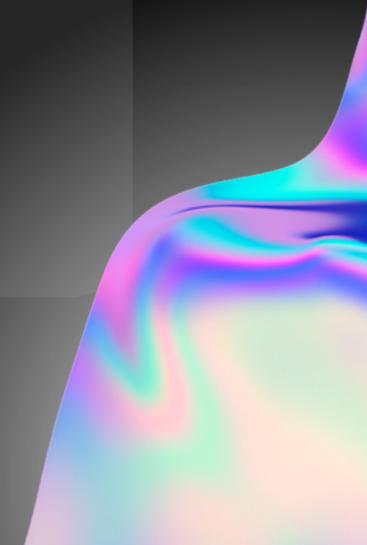
## 3. Modelagem:

Com base nos dados coletados, é necessário desenvolver um modelo que represente o objeto físico.

O modelo pode ser baseado em física, estatísticas, machine learning ou uma combinação dessas abordagens. O objetivo é criar uma representação digital precisa do objeto físico, que possa ser usado para simulação e análise.

## 4. Integração de dados e simulação:

Com a criação do modelo, os dados coletados devem ser integrados a ele. Assim, o Digital Twin será atualizado com informações em tempo real e irá replicar as condições do objeto físico em determinado momento. Simulações podem ser realizadas, permitindo testes de diferentes cenários, avaliando o desempenho e fazendo previsões com base nos dados disponíveis.



# Construção (etapas)

## 5. Análise e tomada de decisão:

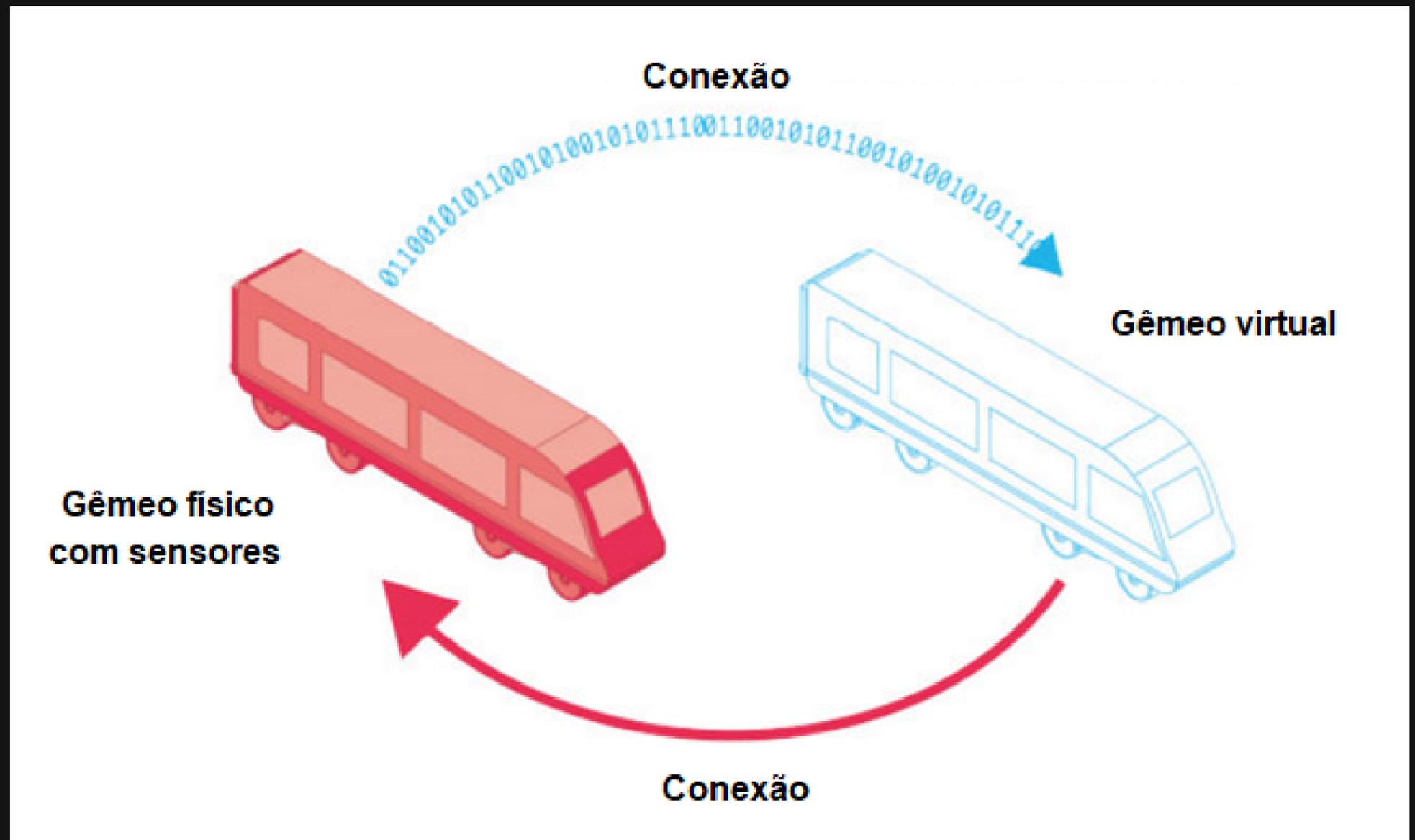
Em funcionamento, pode-se analisar os dados coletados, realizar comparações com o comportamento esperado do objeto físico e obter insights valiosos. Isso pode ajudar na identificação de problemas, otimização de desempenho, prevenção de falhas e suporte à tomada de decisões informadas.

# Arquitetura

Geralmente composto por 3 componentes:

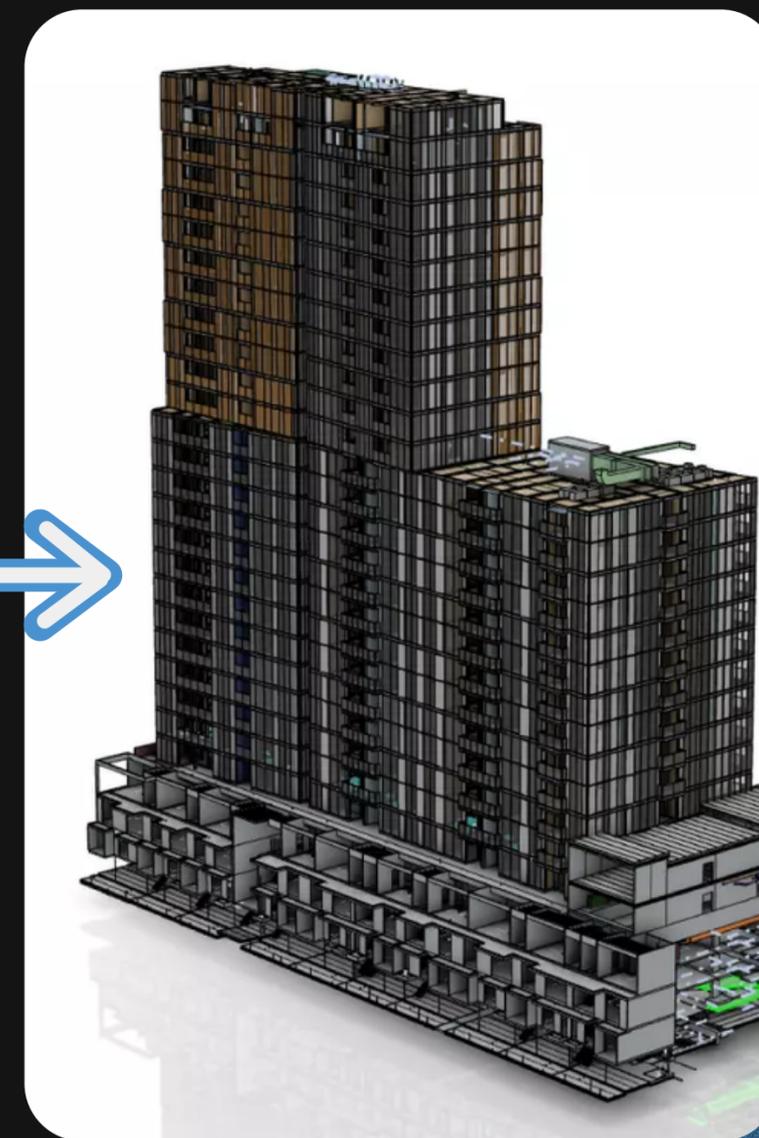
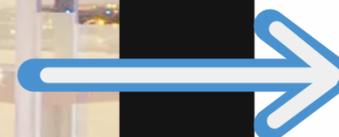
1. Objeto físico;
2. Objeto ou modelo digital;
3. Conexões em tempo real.

A arquitetura pode ser distribuída, com as diferentes partes em diferentes locais. Por exemplo, o modelo digital pode estar em um ambiente de nuvem e a conexão se dar por redes de comunicação específicas.

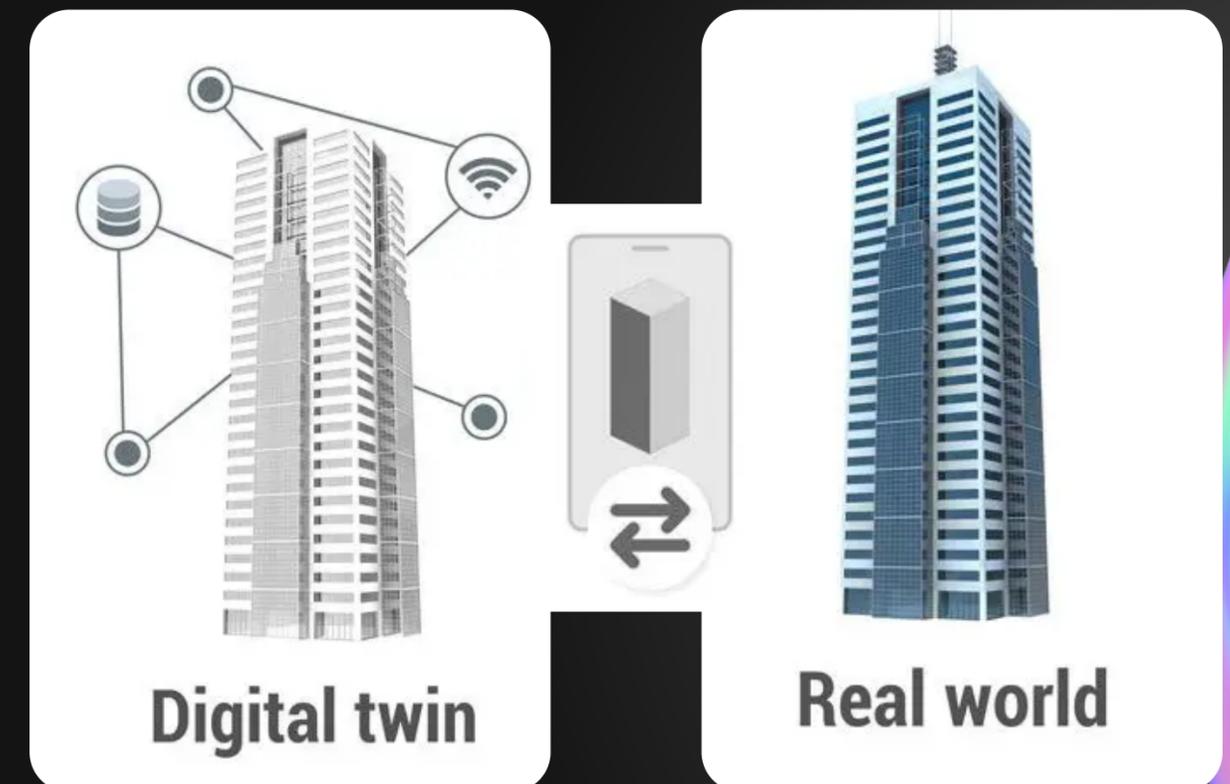


# Uso do Digital Twins na indústria da construção civil

- O setor imobiliário está começando a adotar o uso de gêmeos digitais na construção.
- Objetivos: Gerar economia de milhões em custos de construção, além de testar a viabilidade de novos materiais.



- O gêmeo digital possui o mesmo comportamento e desempenho de seu gêmeo físico.
- Os materiais de construção se comportam como suas partes físicas.
- Assim, edifícios digitais podem ser analisados em vários cenários e otimizados, permitindo a realização de testes virtuais, de modo a simular todas as possibilidades e assim aperfeiçoar seu desempenho antes da construção física.

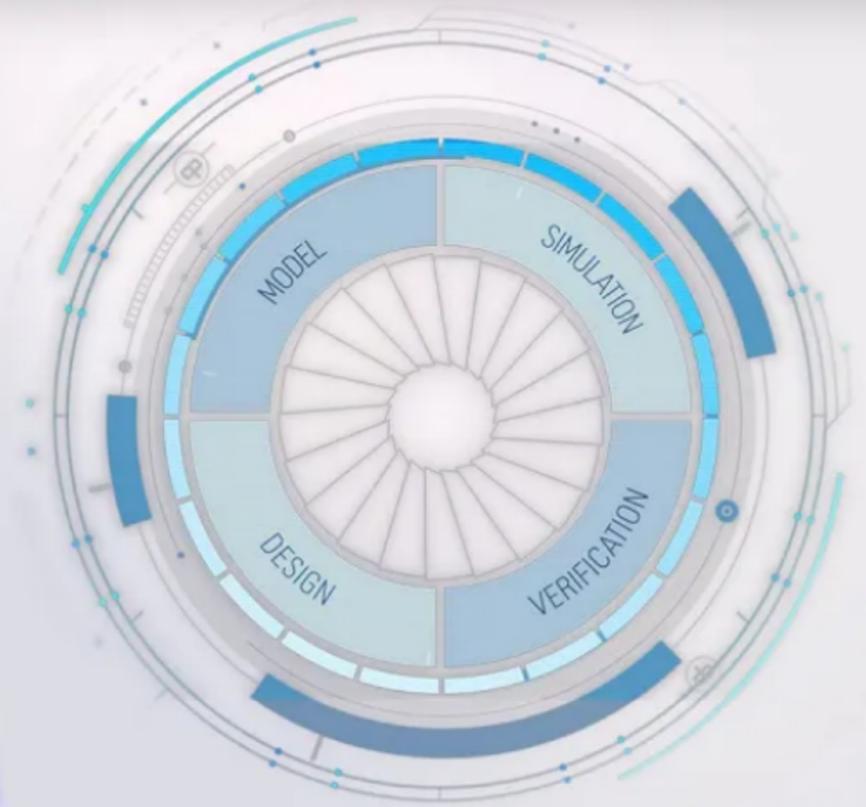


# Rolls-Royce



Rolls-Royce | Digital Transformation in Defence: Our Foundational Strategy for Digital Twinning

Share



Watch on YouTube

# Digital Twins: Desafios de implementação

....



# Viabilidade econômico-financeira

---

- É fato que os estudos de caso das empresas demonstram significativas reduções de custo.
- Em que porte financeiro a empresa precisa estar para conseguir arcar com o investimento?
- Em quanto tempo o investimento na tecnologia alcançará retorno? E o superávit?



<https://www.ge.com/digital/industrial-managed-services-remote-monitoring-for-iiot/>

# Contratação de profissionais

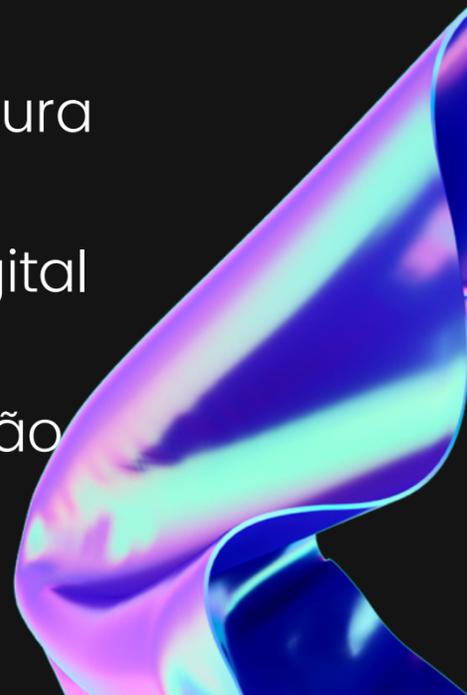
---

- **Falta de profissionais**
  - Questão recorrente no mercado de tecnologia
  - Profissionais precisam lidar com tecnologias de Ciência de Dados e Inteligência Artificial de modo integrado
  - A atuação do profissional inicia no projeto, mas é uma ferramenta que precisa de profissionais da própria empresa dedicados em algum nível.

# Implementação por etapas

---

"Tudo em todo lugar ao mesmo tempo"

- Gerenciar profissionais de áreas diferentes e a adoção e implementação de tecnologias distintas em um mesmo projeto
  - A depender do nível de estrutura de TI da empresa, o trabalho para a criação do gêmeo digital precisa começar na imersão inicial da empresa na utilização de IA e DS.
- 



# 1. Infraestrutura de TI

---

- Todos os objetivos de agilidade são postos em cheque quando a infraestrutura de TI é insuficiente para atingir a alta performance esperada pelo projeto.



# 2. Dados de qualidade

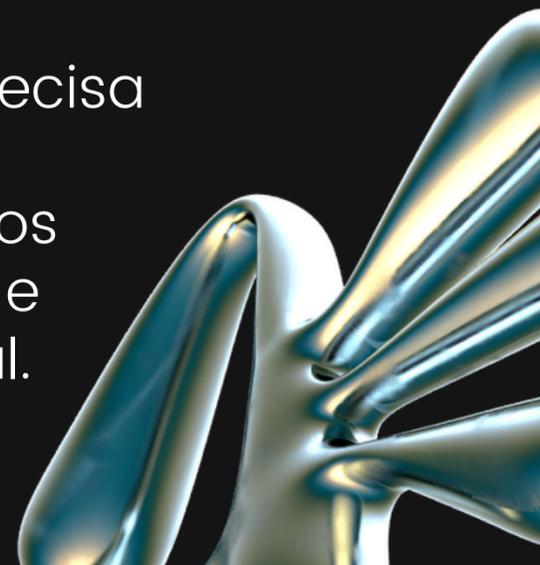
---

- Para alcançar o máximo de performance na análise e predição das informações em tempo real é imprescindível que os dados sejam livres de inconsistência.



# 3. Privacidade e segurança

- Cada vez mais, o usuário precisa ter esclarecido pelo setor responsável de que o uso dos dados segue boas práticas e está em conformidade legal.

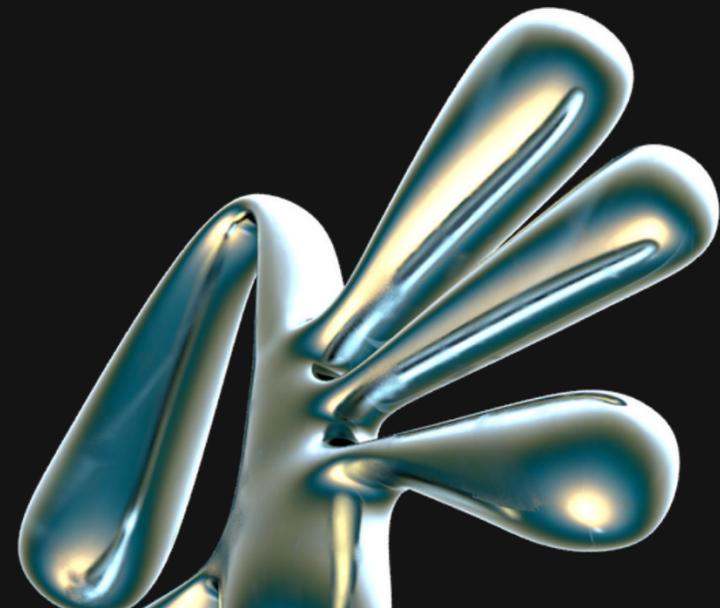




## 4. Confiança

---

- O usuário final precisa entender as motivações e os ganhos propostos pelos DTs para depositar confiança na nova tecnologia e tornar a transição mais suave.



## 5. Expectativas

---

- Os ganhos com os DTs são enormes, mas a comparação também precisa ser nivelada com o estágio de implementação da tecnologia e a aplicação para que haja um equilíbrio de expectativas em relação

## 6. Modelagem padronizada

---

- A depender do nível de infraestrutura e organização da TI da companhia, a modelagem pode sofrer pela falta de padronização de identificação de dados e dos aspectos físicos do modelo que ganhará o gêmeo digital.



## 7. Modelagem do domínio

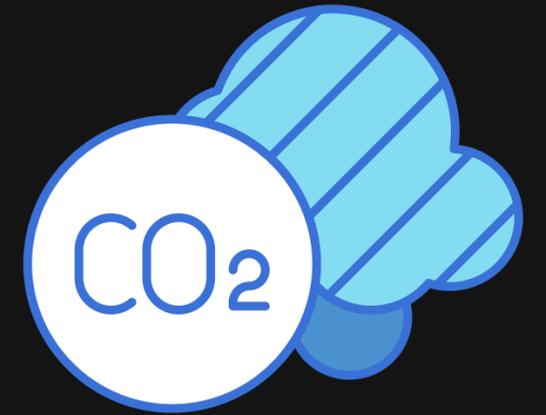
---

- Conforme o avanço da modelagem, o DT precisará integrar-se aos domínios como Internet das Coisas e Data Analytics, logo, a padronização das informações será necessária para a então compatibilidade dos domínios tecnológicos já implantados.

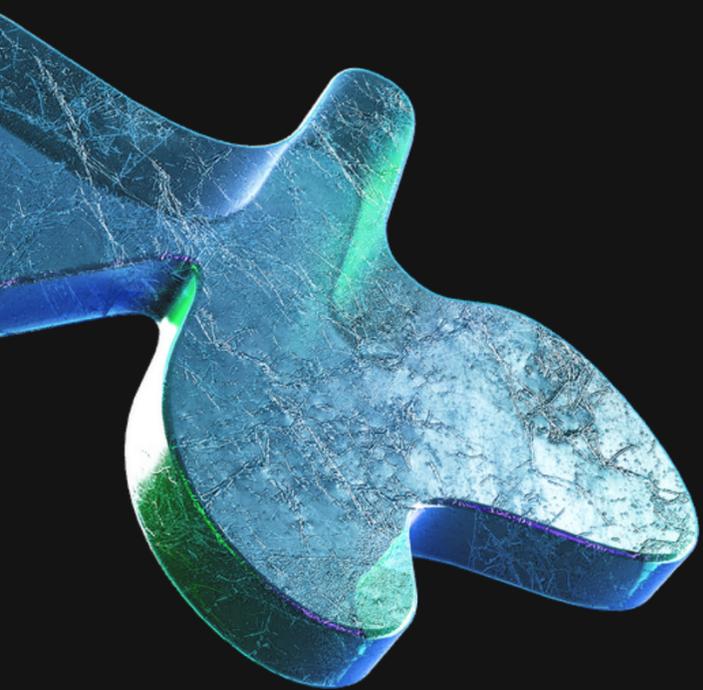
# Digital Twins: Uso na sustentabilidade

...

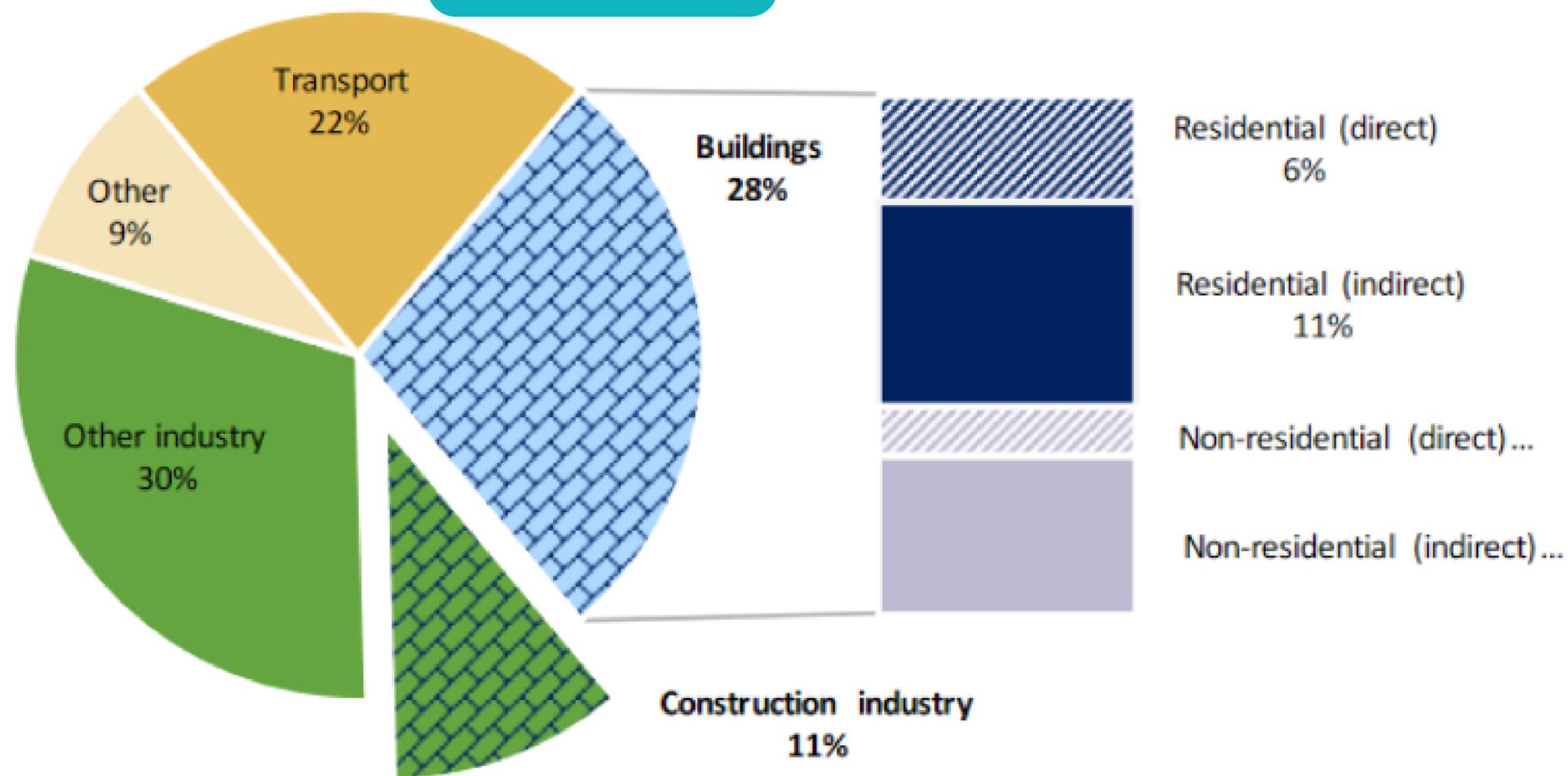




Gêmeos digitais tem sido usados e pensados na solução de problemas ambientais tal como na redução das emissões de carbono.



## Fatias do uso de energia global relacionados a emissão de CO2 por setor, 2015.



The built environment accounts for up to 40% of the world's total carbon emissions Image: UN Environment

Edifícios e construções são os principais contribuintes para as emissões de carbono nas cidades em todo o mundo.

**Criando um gêmeo digital de uma construção, de um prédio ou de um edifício mesmo que antigo, é possível:**

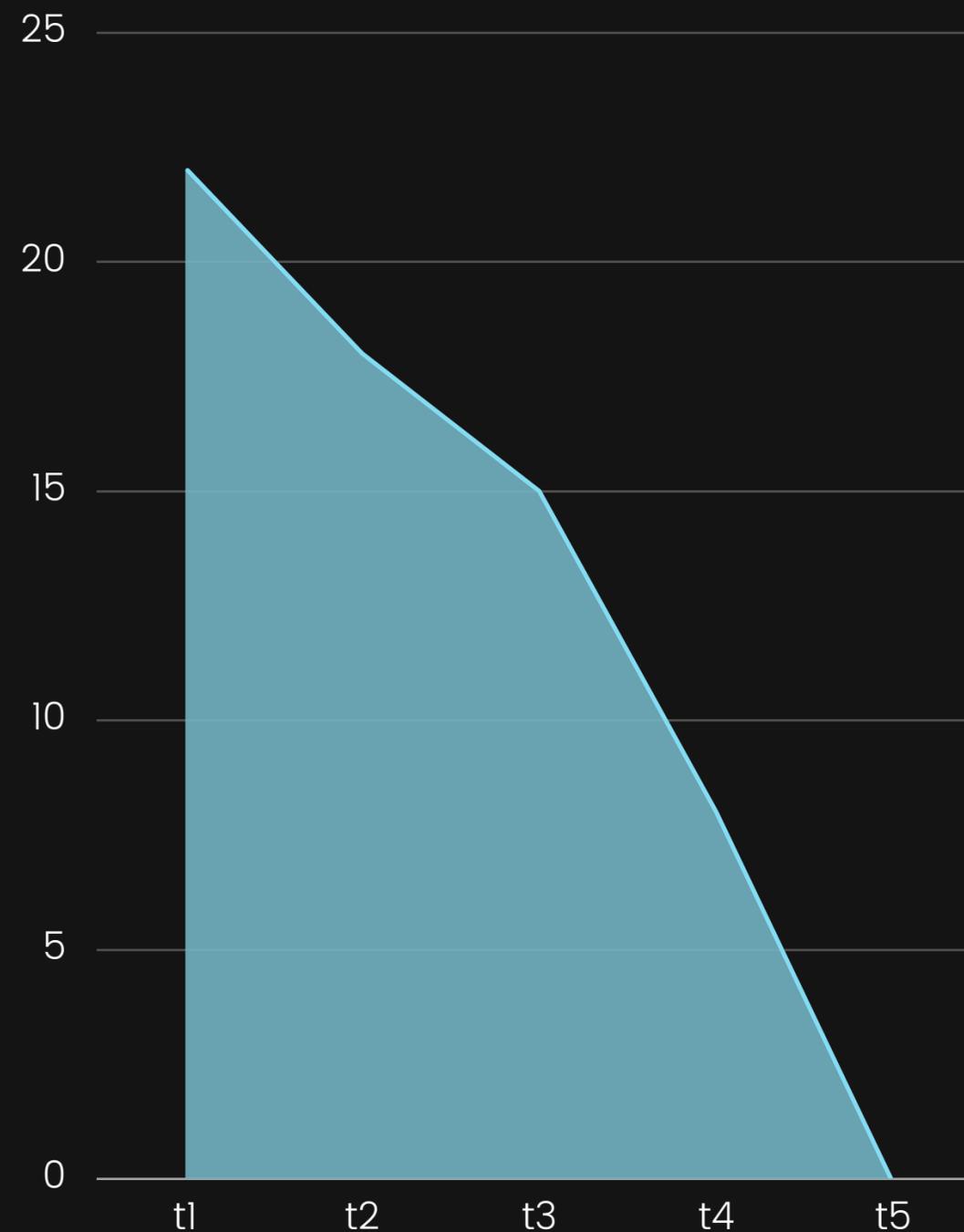
**Reduzir custos na construção**

**Prever problemas futuros de consumo de energia**

**Melhorar os processos de construção**

Por meio da redução de desperdícios, permite aos administradores planejar e operar com mais eficiência o consumo de energia.

A adoção generalizada da tecnologia de gêmeos digitais na área imobiliária, pode ajudar na corrida para alcançar a emissão zero até 2050.



# Digital Twins: O que podemos esperar?

...





- Melhorias nos sensores e equipamentos.
- Integração com IoT, IA, AR e outras tecnologias da indústria 4.0.
- Aplicação de DT em contextos mais complexos e maiores.
- Melhorias nos modelos preditivos de DT.
- Digital Twins sendo mais aplicado nas indústrias no geral.

Alguma pergunta?

# Obrigado!