



Poderia o colapso de Arecibo ser o último do gênero?

Como a tecnologia de gêmeos digitais transformará o diagnóstico de falhas, a manutenção preditiva e o desenvolvimento de produtos

De: Patrick Bohle, Vice-Presidente de Marketing de Soluções, FARO® Technologies, Inc.

www.faro.com

Como se o ano passado não tivesse produzido notícias tristes suficientes, a comunidade científica global recebeu um grave golpe nas duas últimas semanas do ano: o famoso observatório de [radioastronomia](#) de Arecibo, em Porto Rico, desmoronou.

O observatório estava passando por uma desmontagem apressada após a falha de dois cabos durante o verão e o outono. A primeira falha de cabo provocou uma abertura de 30 metros na antena refletora de 300 metros de diâmetro e o local foi fechado temporariamente para conserto. A segunda falha no cabo ocorreu em novembro e selou o destino de Arecibo quando os engenheiros concluíram que não era possível salvar a instalação. Foi ordenada a evacuação total.

Pelo menos [um cientista](#) chamou a desmontagem de “soco no estômago científico. O fim de uma era.”

Embora o colapso de Arecibo tenha sido uma terrível perda para a comunidade científica, foi também uma perda para o público em geral. Não havia nenhum outro radiotelescópio mais famoso que o de Arecibo, apresentado em filmes como os sucessos de bilheteria de James Bond *007 contra GoldenEye* e *Contato*, de 1997. Para quem conheceu sua estrutura emblemática, Arecibo tinha personalidade: uma antena gigante vasculhando os céus, ouvindo, pacientemente, os sinais de rádio de outros mundos, ou o ruído de fundo do

universo, em busca de pistas irrefutáveis que comprovassem suas origens.

Construído no início dos anos 1960, essa maravilha tecnológica de 57 anos foi o [maior telescópio de rádio de unidade única do mundo](#) até 2016, quando o FAST (Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope, ou radiotelescópio esférico de 500 metros de abertura) começou a funcionar na China.

Vencido em 2016. Quebrado em 2020. Um fim infame para um telescópio famoso.

“Visão dupla?”

Mas e se esse tipo de tragédia nunca mais acontecesse? E se fosse possível prever uma futura falha de estrutura, prédio ou mesmo de peça montada, não só com semanas ou meses de antecedência, mas com anos, mesmo antes da produção em massa de seus componentes? Com a tecnologia de gêmeo digital, o processo pelo qual os objetos físicos são convertidos em réplicas digitais via digitalização a laser em 3D e monitorados e modelados com análises de dados na nuvem em tempo real, essa realidade está se tornando possível.

Nos próximos anos, na verdade, espera-se que o mercado de gêmeos digitais no mundo cresça a uma taxa anual composta (CAGR) de quase [38 por cento](#), atingindo US\$ 16,4 bilhões até 2024. Cerca da metade desse

crescimento, 41 por cento, está prevista para ocorrer somente na América do Norte, com predominância das indústrias automobilística e aeroespacial.

De modo geral, o monitoramento da integridade estrutural e a manutenção preditiva viabilizados pelos gêmeos digitais representam o limiar para onde essa tecnologia pode levar o mundo. Por exemplo, em um [estudo recente do Reino Unido](#), duas pontes ferroviárias de Staffordshire (Midlands Ocidentais) receberam sensores de fibra óptica durante sua construção, que mediram, em tempo real, a “evolução da carga/tensão” e a “distribuição de carga/tensão” como um teste de prova de conceito. Em conjunto com a modelagem preditiva do “elemento finito” alcançada por meio de dados do sensor presente na estrutura, a informação, de acordo com o relatório, “pode ser usada para ajudar a estabelecer um parâmetro de desempenho, conseguindo dessa forma o monitoramento de condições de longo prazo e o gerenciamento de ativos baseados em dados, à medida que realizam a coleta de dados subsequentes do sensor durante a vida operacional da ponte.”

Ou seja, isso poderia significar que as falhas de engenharia, como aquelas que afetaram Arecibo (e outras semelhantes) podem em breve ser coisa do passado.

Por exemplo, se Arecibo tivesse passado por uma digitalização a laser em 3D e sido equipado com sensores de monitoramento, que detectassem a tensão de ruptura de seus cabos principais e auxiliares, teria sido possível acompanhar a integridade da estrutura no longo prazo. Da mesma forma, simulações de modelos levariam em consideração o estresse físico causado pelos furacões frequentes da região, terremotos periódicos e umidade quase constante e o resultado desse estresse no desempenho estrutural durante as décadas. Dados meteorológicos e sísmicos, tanto históricos

quanto em tempo real, aumentariam a precisão da simulação digital. Embora os engenheiros já realizem inspeções regulares nas estruturas que constroem, a criação de um gêmeo digital traz informações inigualáveis, quase imediatas, permitindo reações muito mais rápidas.

Isto acontece não só na previsão de falhas e no monitoramento da integridade de estruturas concluídas há muito tempo como Arecibo, mas também em qualquer estrutura (como fábricas) ou peças (como turbinas de aeronaves) onde há a necessidade de realizar o monitoramento e a modelagem durante a construção ou durante a realização de melhorias para uso novo ou adaptado. Os cabos auxiliares de Arecibo foram colocados na década de 1990 sem o benefício da manutenção preditiva. No entanto, pense no que acontecerá quando a próxima geração de telescópios terrestres, digamos que em 20 anos, ultrapasse o FAST da China, passando a ser construída do zero com a tecnologia do gêmeo digital?

Com o gêmeo digital, todo mundo ganha

A resposta curta é que teremos um produto melhor, mais robusto e seguro, chegando ao mercado, provavelmente, em tempo recorde. Significa também maior flexibilidade no compartilhamento desses dados de maneira remota, com maior rapidez, dando aos fabricantes a capacidade de acessar os desenhos em qualquer lugar do mundo, mas com a vantagem da sincronicidade total entre ativos físicos e digitais.

O melhor de tudo é que praticamente todos os setores serão beneficiados, assim como os consumidores. Para a indústria automobilística, a coleta de dados de gêmeos digitais de veículos na estrada, em tempo real, pode um dia proporcionar métricas de desempenho inestimáveis. Métricas que poderiam ajudar no avanço do projeto do

veículo, aumentar os padrões de segurança e a eficiência do combustível e, quem sabe, servir como catalisador para agilizar a adoção de veículos elétricos graças ao melhor desempenho da bateria, em conjunto com o aperfeiçoamento da tecnologia de frenagem regenerativa. Para os fabricantes, os produtos podem também iniciar seu ciclo de vida inteiramente no domínio digital, onde um modelo em 3D pode simular o desempenho no mundo real.



As próprias fábricas de automóveis podem ter gêmeos digitais delas mesmas, para o monitoramento de qualquer item, desde a sustentabilidade e o desempenho do prédio às operações e à manutenção, até mesmo da saúde e do bem-estar dos ocupantes/funcionários. No futuro próximo, fábricas de todos os tipos desfrutarão de: ciclos de vida mais curtos de planejamento/construção, tempos menores entre carros/modelos, maior confiabilidade e eficiência, automação aperfeiçoada e talvez, o melhor de tudo, a capacidade de adotar uma abordagem que permita “construir onde você estiver”, copiando as especificações de projeto de uma instalação física e construindo-a em qualquer outro lugar do mundo, mais perto do mercado da demanda. Tais decisões afetarão profundamente as economias de grandes proporções.

O mesmo potencial de manutenção preditiva e construção de fábrica se aplica também às aeronaves. Equipadas com

sensores remotos e compartilhados pela nuvem, métricas como desempenho da turbina, controles hidráulicos e o sistema de controle ambiental da aeronave (de especial importância na era pós-COVID) podem ser monitoradas e aperfeiçoadas imediatamente antes da ocorrência de problemas. Também nessa área, o gêmeo digital pode começar em ambiente virtual com o desempenho maximizado, antes mesmo da montagem das primeiras peças físicas da aeronave.

O que é o gêmeo digital, o que não é como ele pode ajudar você



O detalhe importante da adoção da tecnologia do gêmeo digital, no entanto, está em entender que gêmeo digital não é o mesmo que modelo digital.

Os modelos digitais são representações estáticas de ativos físicos. É uma tecnologia que tem sido cada vez mais utilizada desde a década de 1980. O gêmeo digital é um modelo em 3D turbinado, um “documento vivo”, sincronizado com o ativo físico. Se algo for alterado nesse ativo, o modelo digital é atualizado da mesma forma, por meio de software em nuvem e da crescente variedade de tecnologia de Internet das coisas (IoT) que aumentam o ativo físico. Na corrida para adotar essa tecnologia, é importante não esquecer essa distinção.

Aplicada aos projetos de arquitetura, construção e engenharia do mundo, espera-se que o gêmeo digital:

- Gere maior eficiência em todo o ciclo de vida do produto ou do ativo
- Reúna informações sobre padrões de uso do cliente em tempo real, que serão reintroduzidos em simulações digitais em 3D, resultando em mais melhorias
- Preveja falhas e a necessidade de manutenção com base em dados reais inseridos no modelo
- Crie um “fio digital” por meio do qual sistemas e processos diferentes possam ser conectados de maneira remota
- Solucione problemas sem necessidade de viajar até o local onde se encontra o ativo físico
- Entenda melhor as interrelações entre os sistemas dentro dos sistemas, que completam um produto acabado (considere prédios, aeronaves, automóveis etc.)
- Monitore e avalie estruturas e marcos históricos para manutenção contínua ou precisão no reparo

À medida que a tecnologia da IoT se prolifera, com uma fatia do mercado global estimada de [US\\$ 1,3 bilhão](#) até 2026 e cerca de 75 bilhões de dispositivos conectados à Internet, o alcance dos gêmeos digitais só vai aumentar. E embora a despesa para a inicialização e a migração de dados seja um fator de conversão necessário, o retorno do investimento dos gêmeos digitais é alto, justificando assim sua implementação.

Os “mundos espelhados”, concretizados

Em 1963, quando o Observatório de Arecibo entrou em operação, o mundo era diferente. Um dos primeiros supercomputadores, o [Atlas](#), começou a operar no Reino Unido com capacidade de memória de 48 mil palavras, ou

cerca de 96 kilobytes. Os primeiros trabalhos científicos, sem falar no hardware para a computação em rede, os pilares da era digital, estavam ainda a quatro anos de distância. Hoje, a tecnologia do gêmeo digital é a consequência desses esforços pioneiros.

À medida que as empresas e os fabricantes emergem da pandemia global, para superar o raciocínio da concorrência e manobrá-la, é necessário começar a adotar soluções inovadoras, destinadas a acelerar o tempo da tomada de decisão, agilizar a distribuição de melhores dados e compartilhar essas informações com todas as partes interessadas do projeto em qualquer lugar do mundo, de forma totalmente remota.

A tecnologia dos gêmeos digitais é a abordagem dinâmica à modelagem em tempo real, que permite fazer exatamente isso.

O plano com seis pontos para desenvolver sua estratégia de gêmeos digitais

- 1 Avaliação de ativos** — Pegue o estoque de sua atual instalação e inventário. Qual é o custo atual de manutenção e monitoramento? Com que frequência há tempo de inatividade? Quanto dura o tempo de inatividade? Quais são os custos de mão de obra/hora extra para atender às emergências? Quanto tempo demora atualmente para se tomar decisões?
- 2 Terceirizar ou utilizar recursos internos** — A adoção da estratégia de gêmeos digitais pode ser totalmente terceirizada ou a atualização pode ocorrer internamente. Determine qual abordagem é mais adequada para as suas necessidades e se você pode flexibilizar sua equipe interna.
- 3 Buscar contribuições das partes interessadas** — Identifique onde e como é possível maximizar o alinhamento entre todas as partes envolvidas na supervisão do ativo. Como a modelagem dos gêmeos digitais se integrará aos seus atuais fluxos de trabalho? Qual é o ROI previsto na iniciativa em questão?
- 4 Conheça seus concorrentes** — Realize pesquisas sobre onde e o que os gerentes de instalações e operações estão fazendo em locais semelhantes/relacionados. Todos que atuam na região onde você opera estão adotando estratégias de gêmeos digitais? Analise as publicações comerciais, com atenção às opiniões de convidados ou quaisquer citações atribuídas na história, que falem sobre este assunto. Monitore as redes sociais.
- 5 Analise os sites dos fornecedores** — Reserve um tempo para percorrer os sites dos fornecedores, para entender o portfólio de produtos deles e determinar quais produtos melhor atendem às suas necessidades. Restrinja sua pesquisa até chegar a duas ou três opções, entre em contato com os fornecedores e solicite uma demonstração. É importante que a demonstração inclua uma instalação de exemplo destacando fluxos de trabalho completos. Por último, busque por digitalizações no local iniciadas pelo fornecedor da sua instalação/ativo físico.
- 6 Ganhe adesão na equipe** — Inclua gerentes de TI, gerentes de operações e membros da equipe de liderança sênior. Quando os orçamentos forem aprovados, finalize todas as decisões com o CFO ou com a equipe em cujas mãos está o poder de compra.