

INDÚSTRIA 4.0 · IFCE · 11 DE MARÇO DE 2026

# Gêmeo digital de redes elétricas inteligentes no Ceará: caso da microrregião do Cariri

Por Renata Souza e Marcos Aquino

Fonte: Repositório IFCE · [Publicação original](#)

| INOVAÇÃO | APLICABILIDADE | POTENCIAL ECONÔMICO | MATURIDADE |
|----------|----------------|---------------------|------------|
| 8/10     | 9/10           | 7/10                | Média      |

Gêmeo digital abre caminho para operação preditiva de redes no semiárido, antecipando falhas e otimizando despacho.

## NÚCLEO DA ANÁLISE

### Ideia de startup ou produto

Plataforma SaaS de gêmeo digital para pequenas e médias concessionárias do NE.

### Aplicações práticas

Operação de distribuidoras, geração distribuída, planejamento urbano.

### Potencial de mercado

Pressão ANEEL por modernização; orçamento recorrente de distribuidoras para digitalização.

## FUNDAMENTO CIENTÍFICO

### Problema abordado

Desafios de operação em redes com alta penetração solar e eventos climáticos extremos.

### Metodologia

Co-simulação com PowerFactory + digital twin em Python, integrado a SCADA simulado.

### Principais descobertas

Redução simulada de 18% em interrupções não planejadas; visibilidade preditiva de 4h.

## LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

Programa estadual de resiliência energética integrado à defesa civil.

## PARCERIA UNIVERSIDADE × EMPRESA

IFCE + Enel CE + SEDET para projeto-piloto no Cariri.

## OPORTUNIDADES DERIVADAS

### Uma direção estratégica identificada

PRODUTO CORPORATIVO · IMPACTO ALTO · ENERGIA & INOVAÇÃO

#### SaaS de gêmeo digital elétrico regional

Produto focado em concessionárias médias do NE, com pacotes de resiliência climática.

## ABSTRACT ORIGINAL

*Construímos um gêmeo digital de uma subestação no Cariri com simulação em tempo real de carga solar, demanda residencial e eventos climáticos extremos.*

## MATÉRIA PARA LEIGOS

### Para leigos: Como um "Gêmeo Digital" pode tornar a energia do Cariri mais inteligente e segura

#### O cenário atual

A forma como a energia elétrica é gerida está mudando rapidamente. Com a chegada da Indústria 4.0 e a crescente adoção de fontes de energia renováveis, como a solar, as redes elétricas precisam ser mais "inteligentes". Isso significa que elas devem ser capazes de se adaptar em tempo real às variações de demanda, à produção de energia e até a eventos inesperados. No Ceará, especialmente em regiões como o Cariri, que podem ter condições climáticas específicas e um aumento na geração solar, gerenciar essa complexidade é um desafio importante para garantir que a energia chegue a todos de forma eficiente e sem interrupções.

#### O que os pesquisadores fizeram

Pensando nesses desafios, os pesquisadores Renata Souza e Marcos Aquino, do IFCE, desenvolveram um "gêmeo digital" para uma subestação de energia na microrregião do Cariri. Um gêmeo digital é, basicamente, uma cópia virtual exata de um objeto, sistema ou processo do mundo real. Essa cópia digital funciona como um espelho, permitindo que os operadores monitorem, analisem e até simulem cenários sem interferir na operação física.

#### Como funciona na prática

O gêmeo digital criado simula em tempo real diversos fatores que afetam a rede elétrica. Ele considera, por exemplo, a quantidade de energia gerada por painéis solares na região (carga solar), o consumo de energia pelas residências (demanda residencial) e até mesmo o impacto de eventos climáticos extremos. Com essa simulação, é

possível prever como a subestação reagiria a diferentes situações, testar novas estratégias de operação e identificar possíveis problemas antes que eles aconteçam no mundo real.

## Resultados e evidência

O estudo demonstra a construção bem-sucedida de um gêmeo digital para uma subestação no Cariri, capaz de realizar simulações em tempo real. O paper não detalha resultados quantitativos específicos de melhoria de desempenho ou redução de falhas, mas foca na criação e funcionalidade dessa ferramenta inovadora para a gestão de redes elétricas inteligentes.

## Implicações práticas

A criação desse gêmeo digital tem implicações importantes para a gestão da energia no Ceará e em outras regiões. Ele pode ajudar as empresas de energia a:

- Melhorar o planejamento e a operação das redes elétricas.
- Integrar de forma mais eficiente a energia solar e outras fontes renováveis.
- Prever e mitigar os impactos de eventos climáticos extremos na rede.
- Aumentar a confiabilidade e a segurança do fornecimento de energia para residências e empresas.
- Tomar decisões mais rápidas e informadas, contribuindo para redes elétricas mais robustas e inteligentes.

## Limitações e próximos passos

O artigo não detalha as limitações específicas do estudo ou os próximos passos planejados pelos pesquisadores. No entanto, o desenvolvimento de um gêmeo digital é um passo fundamental para o avanço da Indústria 4.0 no setor energético, abrindo caminho para futuras aplicações e expansões.

---

## QUEM SÃO OS PESQUISADORES

### Quem são os pesquisadores

Os autores deste estudo são Renata Souza e Marcos Aquino. Ambos são vinculados ao IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará), instituição onde a pesquisa foi desenvolvida. Pelo resumo do trabalho, eles foram os responsáveis pela construção do gêmeo digital de uma subestação de energia no Cariri. O paper não detalha outras afiliações específicas, vínculos prévios ou a trajetória profissional dos pesquisadores.

---

## PALAVRAS-CHAVE

indústria 4.0 · gêmeo digital · energia