



# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

Palestrante: Douglas Braga, MSc. – TAESA  
Francisco Mesquita, BSc. – ISA CTEEP

# Douglas Guimarães Braga, MSc.



- ✓ Engenheiro Eletricista e de Produção
- ✓ Engenheiro de Segurança do Trabalho
- ✓ MBA em Gerenciamento de Projetos
- ✓ Mestre em Ciências Mecânicas
- ✓ *Membro do Cigre - Grupo GT-B2.07*
- ✓ **Coordenador de projetos - CGQ ABRATE**

- Mais de 18 anos de experiência com elaboração de projetos (PLS-CADD), construção de LT's, comissionamento e gestão de novos negócios no setor elétrico Brasileiro;
- Experiência internacional, na América do Sul, Ásia e Europa com projetos de linhas de transmissão; Participação em grandes projetos do setor elétrico nas empresas: Cemig, Queiroz Galvão, Andrade Gutierrez, Omega, Abengoa, State Grid e **Taesa**;

# Francisco Mesquita, BSc.



- ✓ Engenheiro Eletricista
- ✓ Pós graduado em Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica
- ✓ Membro Representante ISA CTEEP do CM GTLT – GT Técnico de Linhas de Transmissão

- Atuação em desenvolvimento de projetos eletromecânicos de linhas de transmissão há 10 anos;
- Ampla experiência na elaboração de projetos básicos e executivos, atuação em mais de 1000 km de LT's do SIN;
- Proficiente no uso de software PLS-CADD para modelagem e elaboração de relatórios técnicos;
- Competência em soluções técnicas e otimização de linhas de transmissão na etapa de CAPEX;
- Engenheiro Líder Técnico na ISA CTEEP dos projetos de Leilão de LT's - Lote 07/2020 (Secc. LT 345 kV Ibíuna – Tijuco Preto para a Subestação Sul) e Lote 07/2023 (LT's 500 kV Governador Valadares 6 – Leopoldina 2 – Terminal Rio);
- Membro integrante de P&D's estratégicos da ISA CTEEP.

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

1. A experiência com desligamentos por curto circuito fase-fase
  - a. Casos
    - 11 ocorrências em 52 dias no 4º trimestre de 2022;
    - Vãos em torno de 550 m.
  - b. Revalidação do Projeto
  - c. Análise das ocorrências
    - Ventos
      - Comportamento complexo e errático.
        - ✓ Atuam em regime laminar ou turbulento;
        - ✓ Movimentos de translação e rotação simultâneo;
      - Registros confirmam a não ocorrência de ventos de alta intensidade, apesar da presença ocasional de tempestades.
    - Única possibilidade da redução das distâncias entre fases mínimas se dá pela oscilação diferencial ou assíncrona.

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 1. A experiência com desligamentos por curto circuito fase-fase

### d. Conclusão da análise

- Em linha com a frequência dos incidentes e com os registros meteorológicos da região.
  - Maior probabilidade de ser tipo laminar e velocidade baixa ou média;
  - Velocidade de vento contida na distribuição do período de retorno de 2 anos (vento menor).
- Não reflete como vento excepcional.
- Ausência de requisito específico para este fenômeno nas normas brasileiras.

### e. Medida adotada

- Objetivo de garantir o balanço síncrono entre as fases.
  - Espaçador-isolador.

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 2. Análise da oscilação assíncrona na fase de projeto

### a. Como foi analisado

- Referências para análise

- Assincronismo estático.

- ✓ CIGRE - Technical Brochure 348 “Tower Top Geometry and Mid Span Clearances” (2008);

- ✓ Nolasco, J.F.; Menezes, R.C.R.; Menezes, A.S.H.; Opaso, C.: Travessia do canal do Chacao: balanço assíncrono, uma abordagem analítica e geométrica para sua determinação. XVIII ERIAC, Comitê de Estudos B2, 19 a 23 de maio de 2019.

- Assincronismo dinâmico.

- Premissa vital das referências;

- Dispersão da média / Desvio padrão.

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

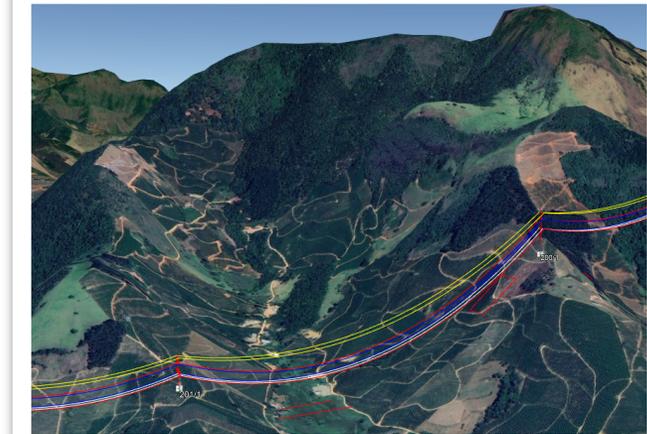
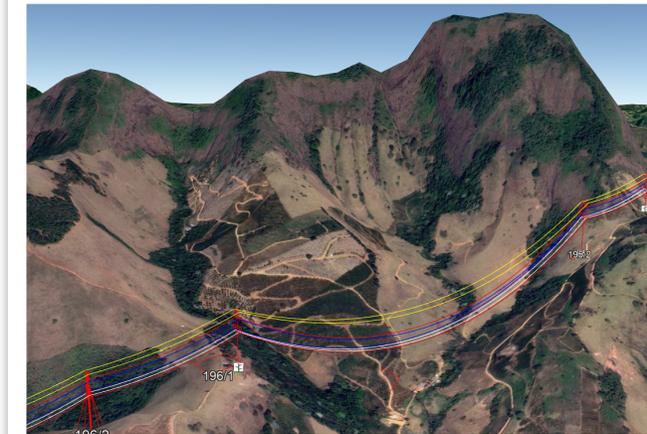
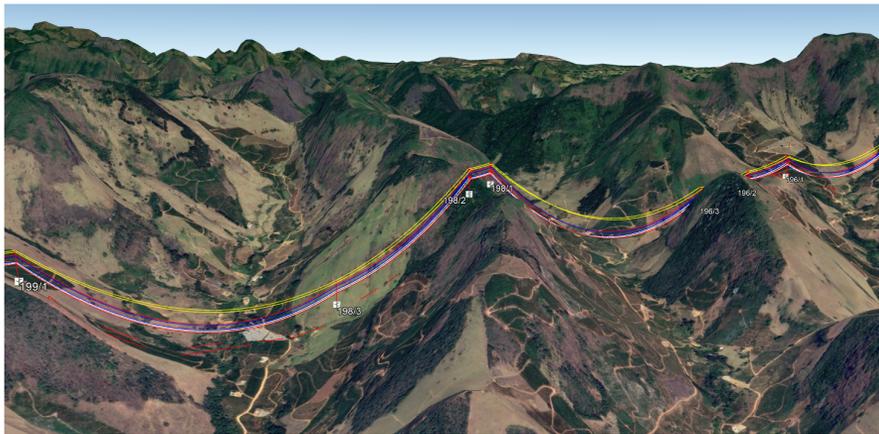
## 2. Análise da oscilação assíncrona na fase de projeto

### b. Dados obtidos na análise

- Vãos de ocorrência
    - > 737m.
  - Ventos / Ângulos / Vãos / incidência
    - 10 m/s / 3.17° / 1035 m a 1180 m / 2.4%;
    - 12.5 m/s / 4.44° / 810 m a 1170 m / 30.5%;
    - 15.5 m/s / 5.62° / 760 m a 993 m / 52.4% ;
    - 17.5 m/s / 6.62° / 737 m a 819 m / 14.6%.
- \* Vento de 2 anos/30 seg. = 18 m/s
- Considerações
    - Flecha de longa duração;
    - Isolamento para tensão operativa.

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

2. Análise da oscilação assíncrona na fase de projeto
  - c. Vãos com alta criticidade (canalização de vento)



# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 3. Observações e recomendações

- a. Tema necessita de abrangência e abertura mínima
  - Outras variáveis a serem consideradas;
  - Fenômenos adversos que podem agravar o problema.
    - Tempestade perfeita = vento + umidade + descarga atmosférica.
      - ✓ Microexplosões atmosféricas (downburst).
- b. Necessidade de dados experimentais
- c. Normatizar de forma mais clara
  - GT-LT da ABRATE está atento ao tema.
    - Desenvolvimento da avaliação metodológica atual:
      - ✓ Revisão Bibliográfica;
      - ✓ Análise dos casos atuais;
      - ✓ Definição de metodologia definitiva;
      - ✓ Proposta de testes de aplicação da solução.



# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 5. Execução | Produtividade



# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 6. Pontos de atenção

- a. Dar abrangência sobre o tema em função das mudanças climáticas recorrentes sob os seguintes aspectos:
  - Análise da solução;
  - Efeitos extremos na região da LT como “down-burst”;
  - Execução x procedimentos executivos e de segurança;
  - Estudos de vibração eólica – subvão e suas novas características principalmente a fadiga; mecânica dos cabos;
  - Encaminhamentos e sugestões.

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 7. Fenômeno climático “down-burst”

Nos estágios iniciais de uma tempestade crescente, uma poderosa corrente ascendente domina. A nuvem cresce verticalmente e gotas de chuva e granizo começam a se formar.

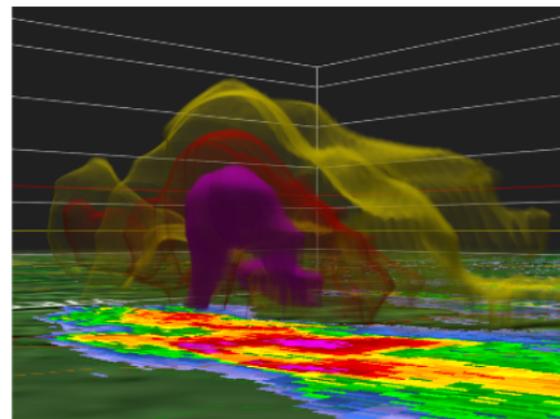


REALIZAÇÃO:

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 7. Fenômeno climático “down-burst”

Quando a corrente descendente atinge o solo, “como um fluxo de água saindo de uma torneira e atingindo a pia”, ela se espalha rapidamente em todas as direções e se torna conhecida **como downburst**. Sabe-se que as velocidades do vento de downburst **excedem 100 mph** - tão fortes quanto um tornado! Além disso, à distância, as rajadas de downburst às vezes podem parecer semelhantes a tornados, como pode ser visto na imagem à esquerda.



REALIZAÇÃO:

# Desenvolvimento de estudo específico para balanço assíncrono

## 8. Conclusão

- a. O que o SIN espera que façamos para mitigar as ocorrências de aproximação fase-fase?
  - LT devidamente dimensionada;
  - Projeto com viabilidade financeira dentro dos padrões atuais de leilão.
- b. Uso das LT's como laboratórios para coleta de dados de clima e acompanhamento das mudanças climáticas.
  - Informações:
    - Vento (ângulos de balanço dos cabos e cadeias);
    - Temperatura.
  - Benefícios:
    - Precisão no dimensionamento de projetos futuros;
    - Otimização de custos;
    - Segurança operacional;
    - Resiliência climática.

Desenvolvimento de estudo específico  
para balanço assíncrono

# OBRIGADO!

Douglas Braga, MSc. – TAESA  
Francisco Mesquita, BSc. – ISA CTEEP