

Painel 2 – Integração com Órgãos Reguladores

IMPORTÂNCIA DA PREDIÇÃO DE PROPAGAÇÃO

Eng. Ângelo Canavitsas



XXII Seminário Nacional de Telecomunicações
APTEL & PETROBRAS

Eng. Ângelo Canavitsas – D.Sc.

IMPORTÂNCIA DA PREDIÇÃO DE PROPAGAÇÃO

Boas práticas para cobertura, confiabilidade e economia em sistemas de radiocomunicação

- ENGENHARIA DO ESPECTRO RADIOELÉTRICO

IMPORTÂNCIA DA PREDIÇÃO DE PROPAGAÇÃO

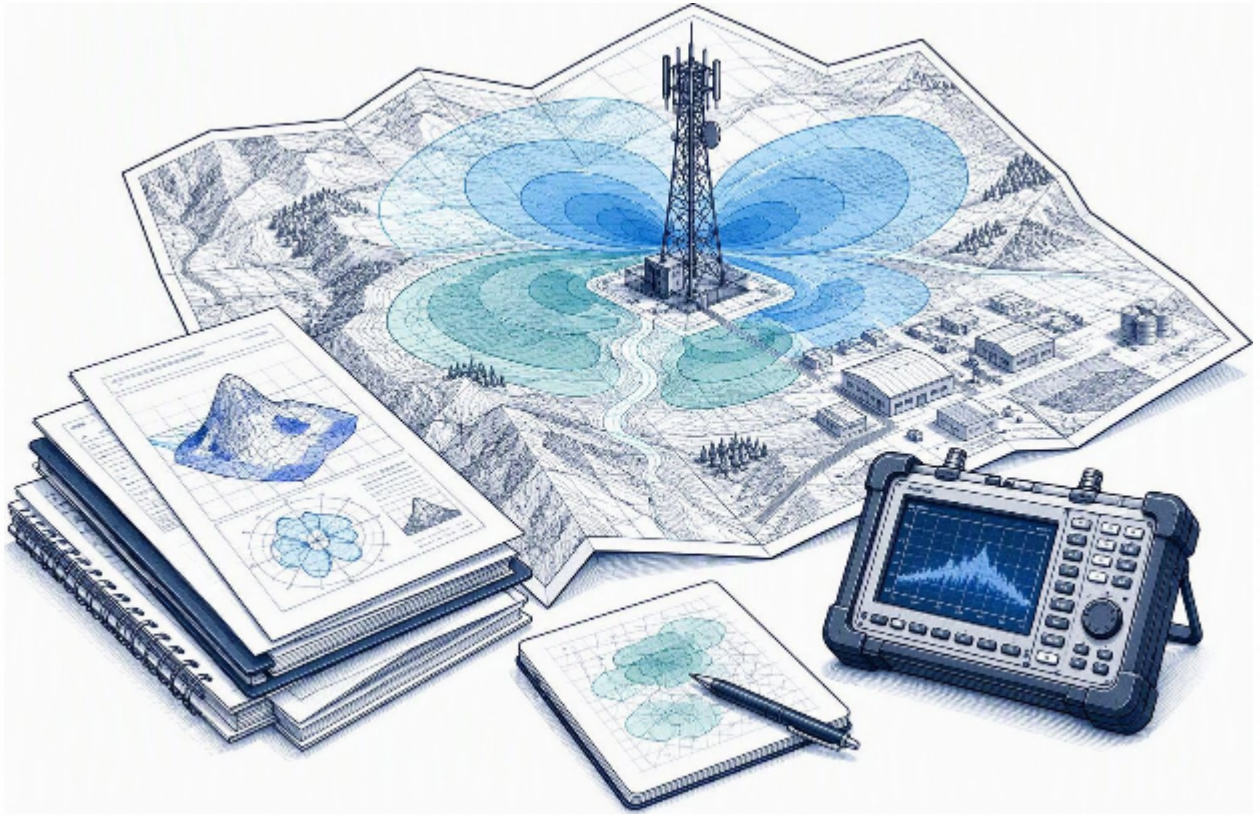
Eng. Ângelo Canavitsas – D.Sc.

PETROBRAS



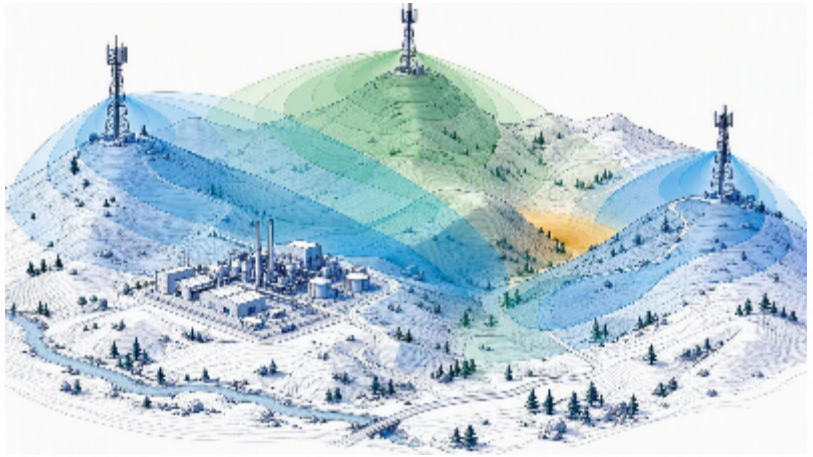
Sumário

1. Objetivos
2. Dados de Entrada
3. Cobertura
4. Recomendações da UIT
5. Pontos de Atenção
6. Comentários
7. Conclusão



1. Objetivos

- Demonstrar como uma predição bem fundamentada orienta o dimensionamento preciso da rede de telecomunicações e antecipa riscos de falta de cobertura ou desempenho, antes da implantação.
- Otimizar sites e equipamentos para evitar investimentos desnecessários e custos operacionais.



2. Dados de Entrada

e.g. Sistema Ponto-Área

- **Terreno e ocupação:** modelo de elevação, resolução, edificações e vegetação (clutter).
- **Estações trunking:** coordenadas, frequências, potência, perdas em cabos e antenas (altura, ganho e diagrama).
- **Terminais:** portátil ou veicular, **potência**, **sensibilidade** e perdas por corpo, veículo ou entrada em edifícios.
- **Critérios de cobertura:** área de interesse, qualidade e confiabilidade exigidas, no *Uplink* e no *Downlink*.
- **Calibração:** medições georreferenciadas de sinal e qualidade, além do levantamento de interferências.



A confiabilidade nasce antes do modelo: nos dados de entrada

EIRP – PERDAS – PROPAGAÇÃO + GANHO RX ≥ LIMIAR

Diagrama, polarização e azimute

Potência TX	Ganho da antena	Altura efetiva	Cabos e conectores	Sensibilidade RX
Condição nominal e tolerâncias		Solo, estrutura e clutter	Perdas por frequência e instalação	Modulação, BER/FER e largura de banda
VALIDAR	**VALIDAR**	**VALIDAR**	**VALIDAR**	**VALIDAR**

BER (*Bit Error Rate*) — taxa de erro de bits / FER (*Frame Error Rate*) — taxa de erro de quadros.
e.g. **“sensibilidade de −116 dBm para BER de 5%”**

PÚBLICA

3. Cobertura

O ambiente converte potência transmitida em cobertura útil.



PERDAS EM ESPAÇO LIVRE — perda aproximada ao vácuo

REFLEXÃO — superfícies e estruturas

DIFRAÇÃO — contorna obstáculos

REFRAÇÃO — atmosfera altera o percurso

SHADOWING + FADING — variações lentas e rápidas



4. Recomendações da UIT

- **ITU-R P.1546: Método de predição ponto-área para serviços terrestres na faixa de frequências de 30 MHz a 4 000 MHz**
- **ITU-R P.526: Propagação por difração**
- **ITU-R P.372: Ruído radioelétrico**
- **ITU-R P.525: Cálculo da atenuação no espaço livre**

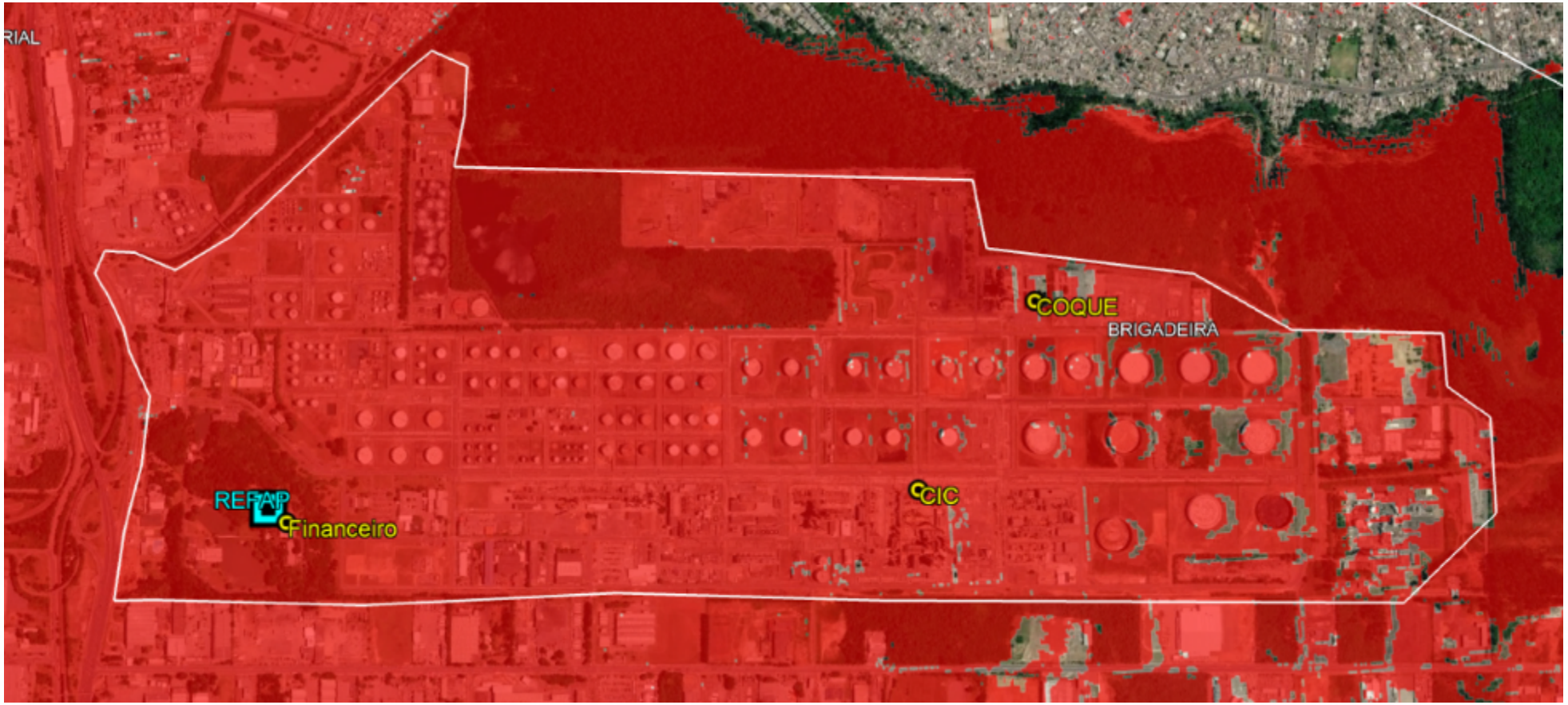


PETROBRAS



Predição de cobertura (níveis de sinal) Uplink

* Obs. Tem que ser feita uma validação com o time de operação!



Predição nível de serviço

5. Pontos de Atenção

- **Sensibilidade do rádio – Normalmente os fabricantes fornecem valores de laboratório. Muitas vezes em ambientes reais o resultado da predição pode falhar. Calibrar os valores da predição com medidas em campo.**

- **Deve ser realizado um Site Survey completo no local de operação com uma grande diversidade de medições, temporais e espaciais. Para garantir o uso do espectro limpo.**

- **Obter mapas precisos de topografia e morfologia para executar as predições, sob pena de gerar resultados imprecisos.**



6. Comentários

- **Antecipar problemas:** a predição revela possíveis lacunas de cobertura antes da instalação da rede.
- **Comparar alternativas:** permite avaliar sites, antenas e potências antes de investir em infraestrutura.
- **Direcionar recursos:** apoia decisões de implantação e expansão, evitando equipamentos desnecessários e retrabalho.
- **Decidir com mais confiança:** seu valor aumenta com dados confiáveis e validação em campo junto à operação.



7. Conclusão

- A predição de propagação orienta o dimensionamento da rede de telecomunicações e antecipa riscos de cobertura antes da implantação.
- Dados precisos e modelos adequados ao cenário, apoiados nas recomendações da UIT, sustentam uma predição confiável.
- O site survey e as medições em campo permitem calibrar a predição e validar o nível de serviço com a equipe de operação.
- Esse processo orienta a escolha de sites e equipamentos e reduz riscos de falhas e de investimentos desnecessários.



Obrigado pela atenção!



Eng. Ângelo Canavitsas – D.Sc.