

Autores: Daniel Nascimento Duplat Luciano Prado de Oliveira
Prof. Dr. Hugo E. H. Figueroa Alexandre Manoel Pereira Alves da Silva

INTRODUÇÃO:

O sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de informações sobre um objeto, uma área, uma feição ou um fenômeno do Planeta Terra, sem que haja contato físico com o objeto de estudo. Pode ser classificado de diversas maneiras a depender do autor, sendo a definição mais usual a adotada por *Avery e Berlin* (1992) "uma técnica para obter informações através de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico com o objeto de estudo". Por não haver contato físico, a forma de transmissão pode ser por radiação eletromagnética, cuja vantagem maior é a capacidade de se propagar no vácuo.

Os três elementos básicos para o funcionamento de um sistema de sensoriamento remoto são: objeto de estudo, radiação eletromagnética e sensor. Este projeto tratar-se-á, portanto, do desenvolvimento de um sensor fundamentado nas teorias eletromagnéticas com o intuito de mapear extensas áreas sobre o oceano a fim de detectar manchas de óleo, conforme pode ser visualizado na Fig. 1.

OBJETIVOS:

Estudo e síntese de um arranjo de antenas em guias de onda metálicos cujas características de ganho e radiação podem ser aplicadas a sensoriamento remoto de manchas de óleo em oceanos.

CARACTERÍSTICAS DA ANTENA:

Devido a esta aplicação, alguns requisitos são necessários:

- * **Baixo nível de lóbulos laterais em azimute (-20dB)** – devido à baixa refletividade da água e à grande refletividade das estruturas existentes nas áreas em questão (plataformas marítimas, navios etc.);
- * **Ângulo de abertura de 3dB em azimute de 3 graus;**
- * **Polarização vertical** – devido às diferenças de refletividade da água quanto às polarizações horizontal e vertical;
- * **Padrão de radiação em elevação do tipo cossecante quadrada com queda de 25 dB em 25 graus** – a antena deverá monitorar uma faixa de aproximadamente 100km fixada numa aeronave sobrevoando o alvo a 3km de altitude;

ESTRATÉGIA DE TRABALHO:

O projeto foi dividido nas seguintes etapas:

- * Definição do tipo de antena que melhor se adequava às características do projeto;
- * Síntese do padrão de radiação em elevação;
- * Síntese do padrão de radiação em azimute;
- * Validação do modelo teórico.

Escolheu-se a utilização de antenas baseadas em guias de onda metálicos fendidos, haja vista estes suportarem um alto valor de potência, necessário para a cobertura da área de interesse no projeto (100km).

PADRÃO DE RADIAÇÃO EM ELEVAÇÃO:

Em aplicações como rastreamento de alvos e mapeamento de solo, é desejável que a potência refletida de um alvo e recebida pelo sistema de radar seja independente da distância coberta. Desta forma, *Schell e Ishimaru* (1969) mostram que um campo de intensidade constante pode ser mantido se o radar se mantiver a uma altitude constante e se se locomover a uma velocidade também constante. Este padrão é conhecido como padrão cossecante quadrada.

Para construir o padrão desejado, utilizou-se um método de síntese de arranjo de antenas que compusesse a cossecante quadrada com as características desejadas. Esse foi o *Método Woodward-Lawson* (Balanis, 1982). O resultado obtido aplicando a síntese numérica com um script do Matlab® pode ser visualizado na Fig. 2.

A fim de suavizar o padrão de radiação mostrado, aplicou-se o método apresentado por Elliot, o qual permite que a síntese se torne mais próxima do objetivo. O resultado pode ser visto na Fig. 3.

A partir dos métodos de Woodward-Lawson e R. S. Elliot, obteve-se o número de elementos radiadores do arranjo de antenas (neste caso, 32) bem como os valores normalizados de corrente que devem ser aplicados a cada um desses elementos. A evolução das amplitudes e fases das correntes necessárias em cada elemento pode ser vista nas Fig. 4 e Fig. 5.

ACOPLAMENTOS:

Uma vez definido o número de elementos, passou-se a trabalhar na alimentação destes módulos de radiação. a alimentação é feita a partir de um guia alimentador e a transferência de energia para cada um dos módulos se dá através de uma fenda que acopla eletromagneticamente a energia do guia alimentador para os módulos de radiação. Um protótipo deste modelo de acoplador pode ser visto na Fig. 6.

Faz-se necessário um ajuste individual de fase em cada módulo para conformar o padrão de radiação cossecante quadrado. Este ajuste é feito em cada módulo através da inserção de íris capacitivas ou indutivas, cujo protótipo pode ser visto na Fig. 7.

PADRÃO DE RADIAÇÃO EM AZIMUTE:

Para atingir o ângulo de abertura necessário para o padrão em azimute, aplicou-se o Método de Woodward-Lawson e obteve-se o número de 26 elementos. Neste caso, cada elemento é uma fenda inserida na face maior do guia de onda como mostra a Fig. 8, sendo cada fenda adjacente separada pela distância de meio comprimento de onda guiado.

Como a radiação da energia depende da posição relativa das fendas em relação ao centro do guia, a sintonia das fendas deve ser baseada no nível de perda de retorno máximo. A Fig. 9 mostra o padrão de radiação em azimute para um módulo radiador com 20 fendas.

PROTÓTIPOS E RESULTADOS:

Durante este período diversos protótipos foram construídos a fim de validar e ajustar os resultados obtidos através do simulador eletromagnético. As medições da perda de retorno do módulo foram realizadas no LEMAC – Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado e Computacional da FECC/UNICAMP, sendo os resultados medido e simulado apresentados na Fig. 10. Como pode ser observado, apesar de estar sintonizado, o modelo matemático deve ser ajustado para que as simulações reflitam os resultados experimentais.

O projeto foi desenvolvido a partir de simulações numéricas utilizando o software eletromagnético CST Design Studio®, numa parceria entre o Departamento de Microonda e Óptica (DMO-FECC-UNICAMP) e a empresa Orbisat da Amazônia S/A.



Fig. 1: Imagem de sensoriamento remoto de mancha de óleo em oceano.

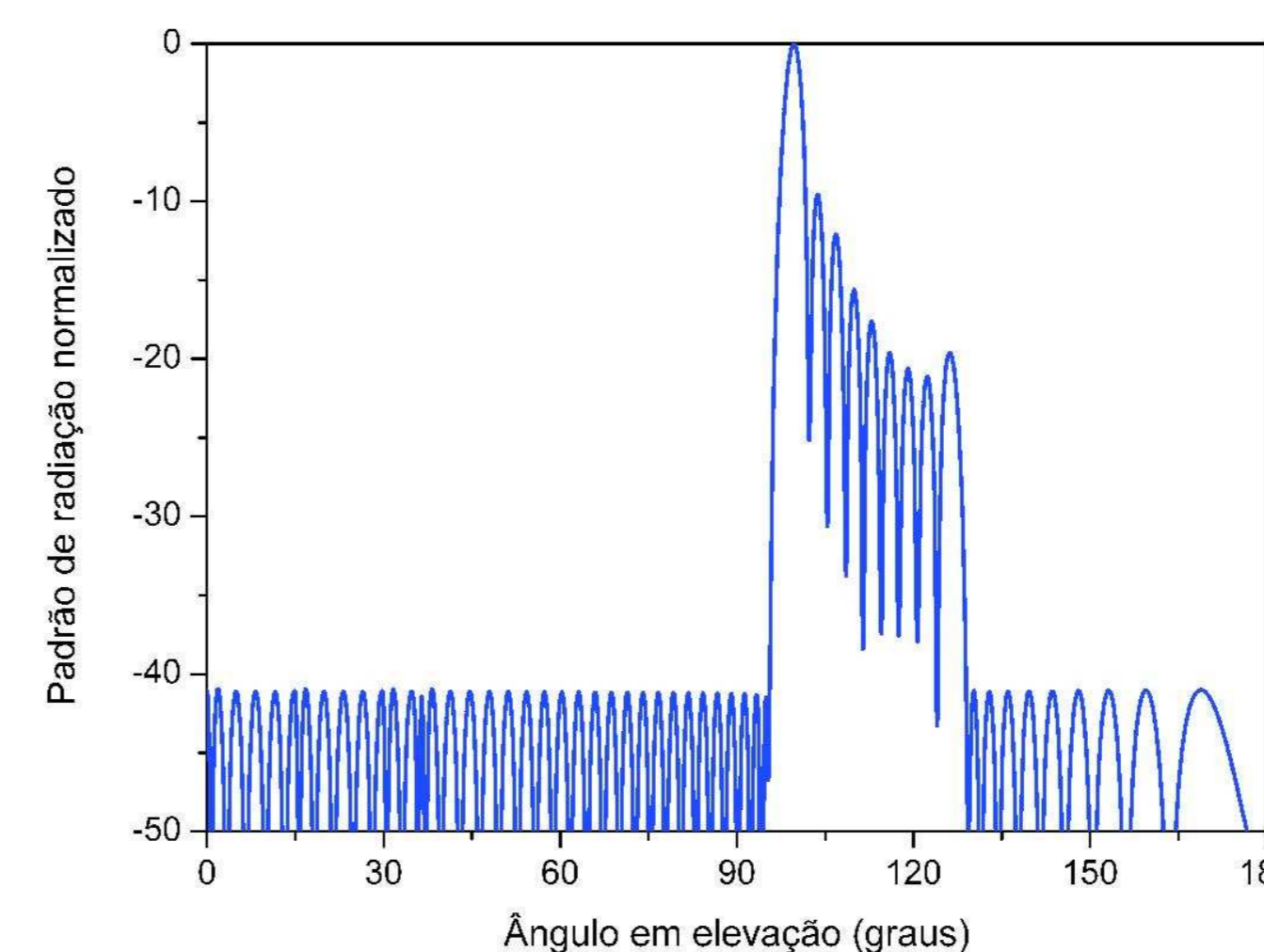


Fig. 2: Padrão de radiação em elevação sintetizado pelo Método de Woodward-Lawson.

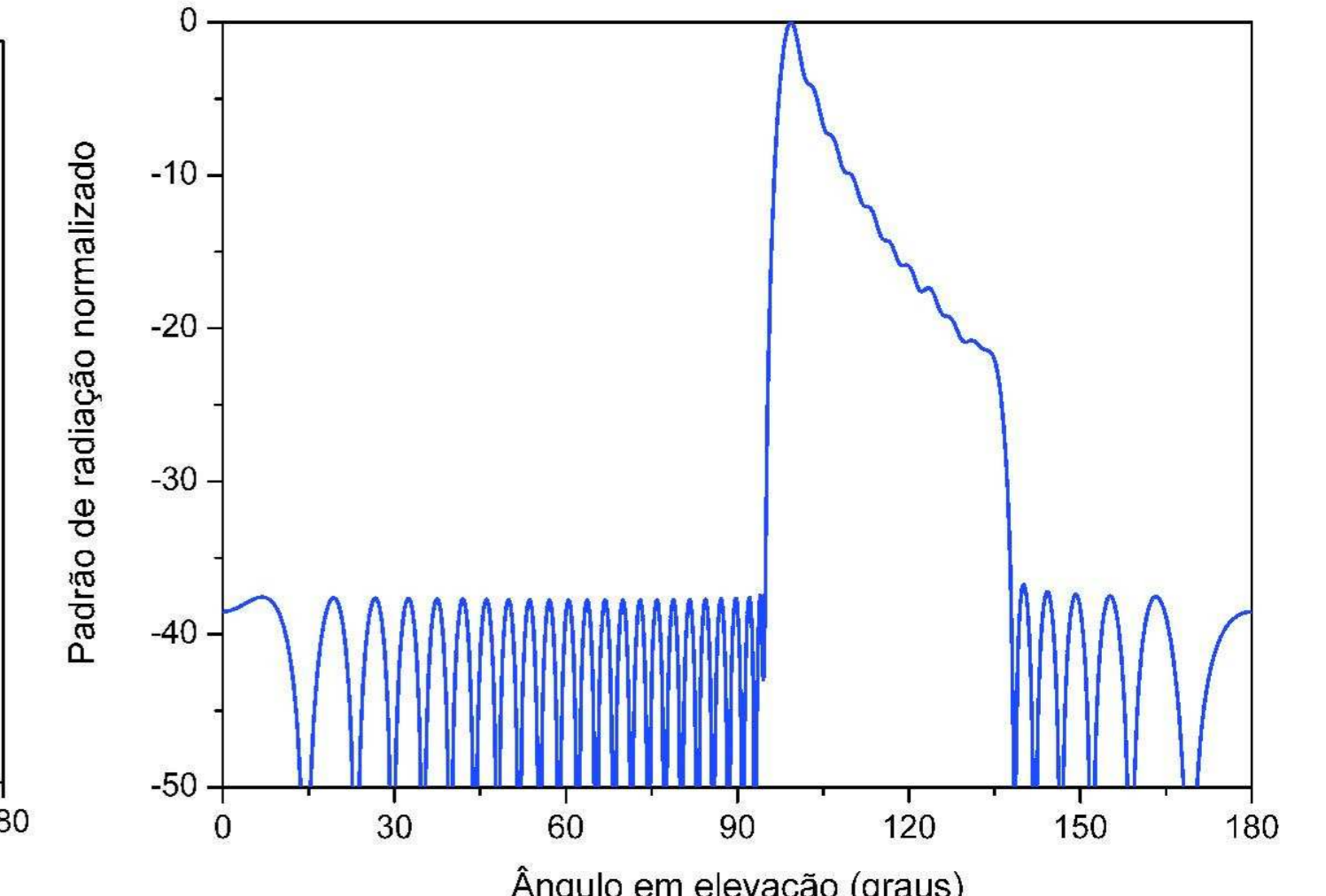


Fig. 3: Padrão de radiação em elevação suavizado pelo Método de R. S. Elliot

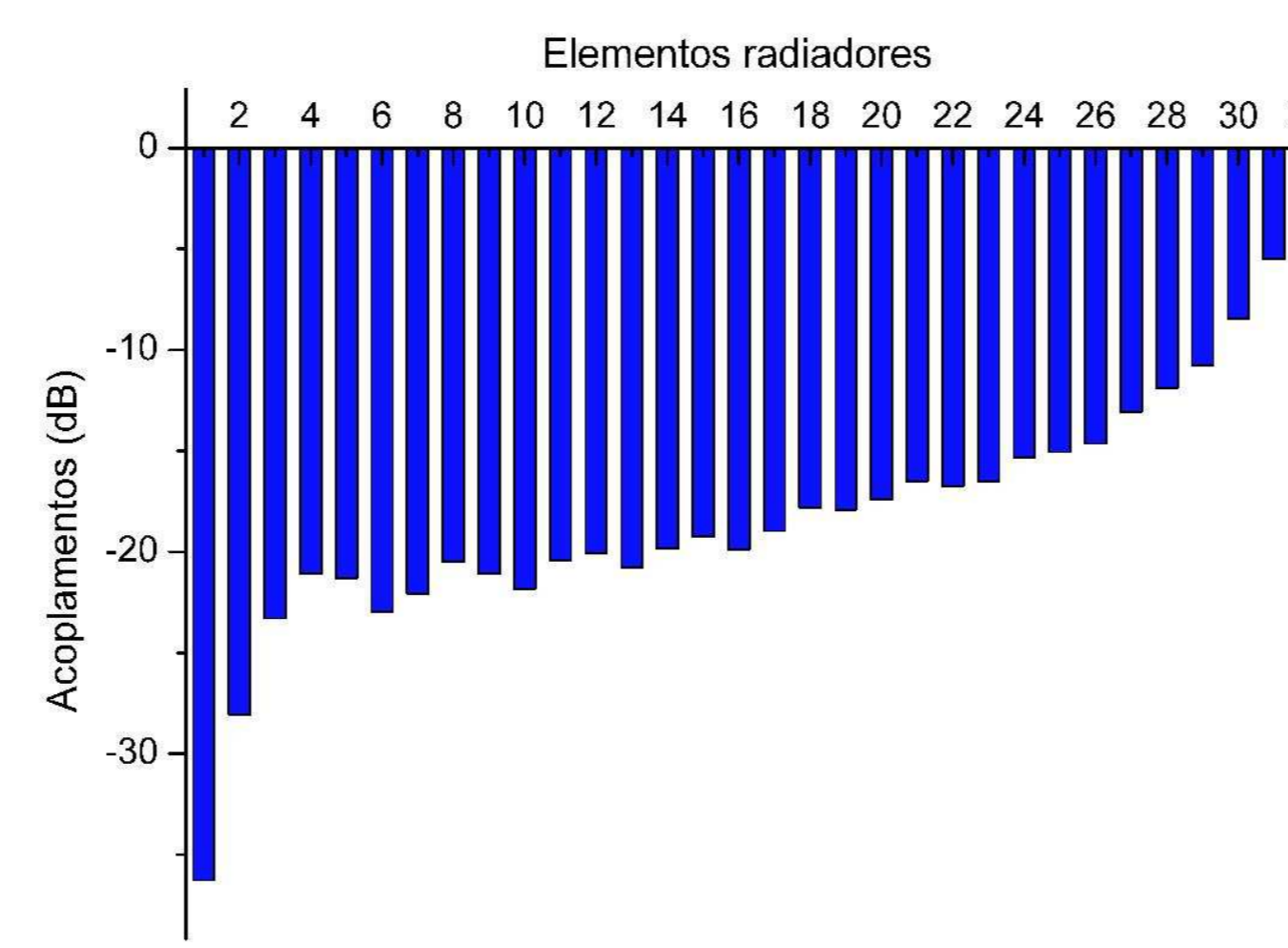


Fig. 4: Distribuição da amplitude normalizada das correntes para cada um dos módulos de radiação da antena.

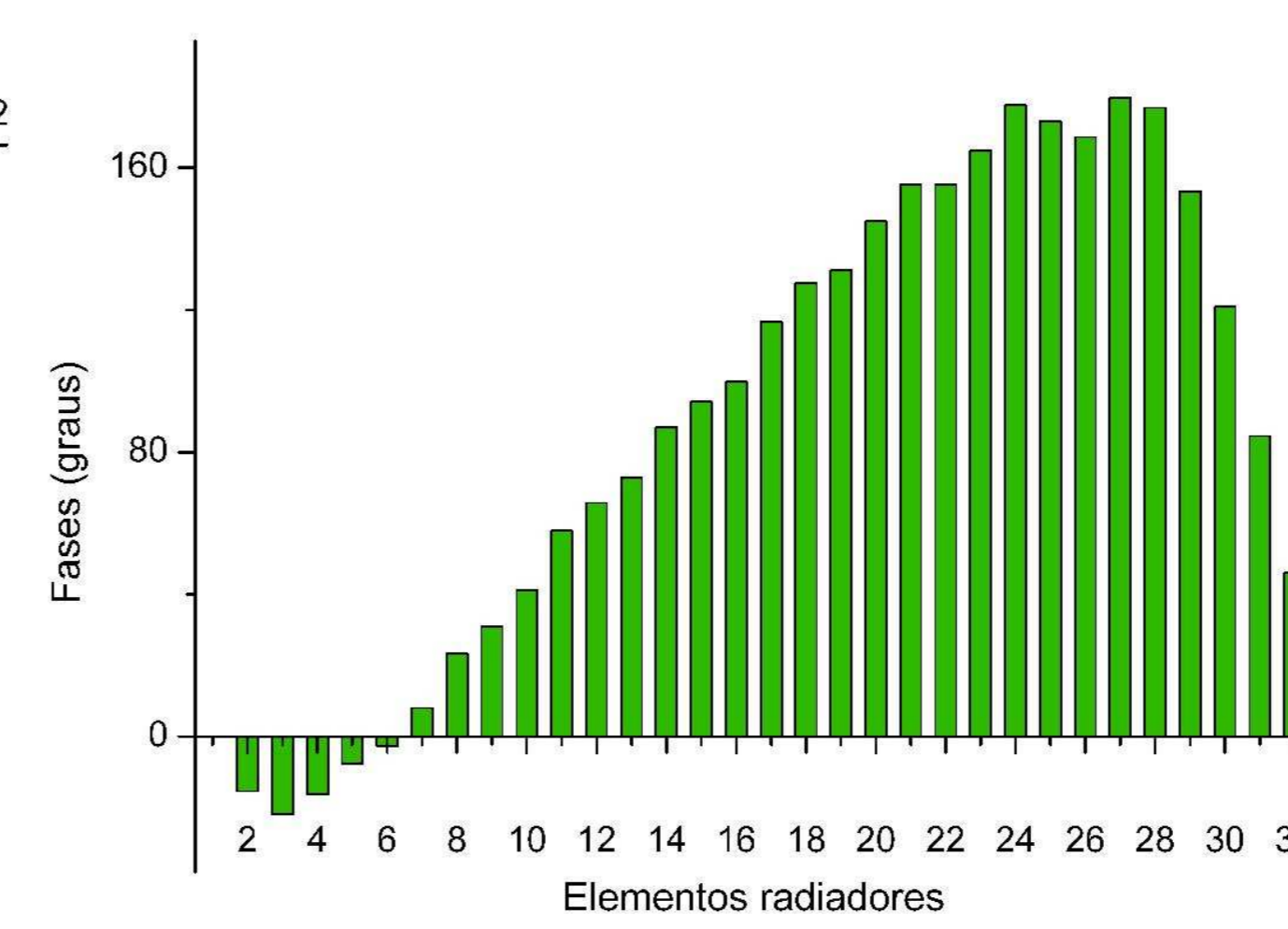


Fig. 5: Distribuição da fase das correntes para cada um dos módulos de radiação da antena.

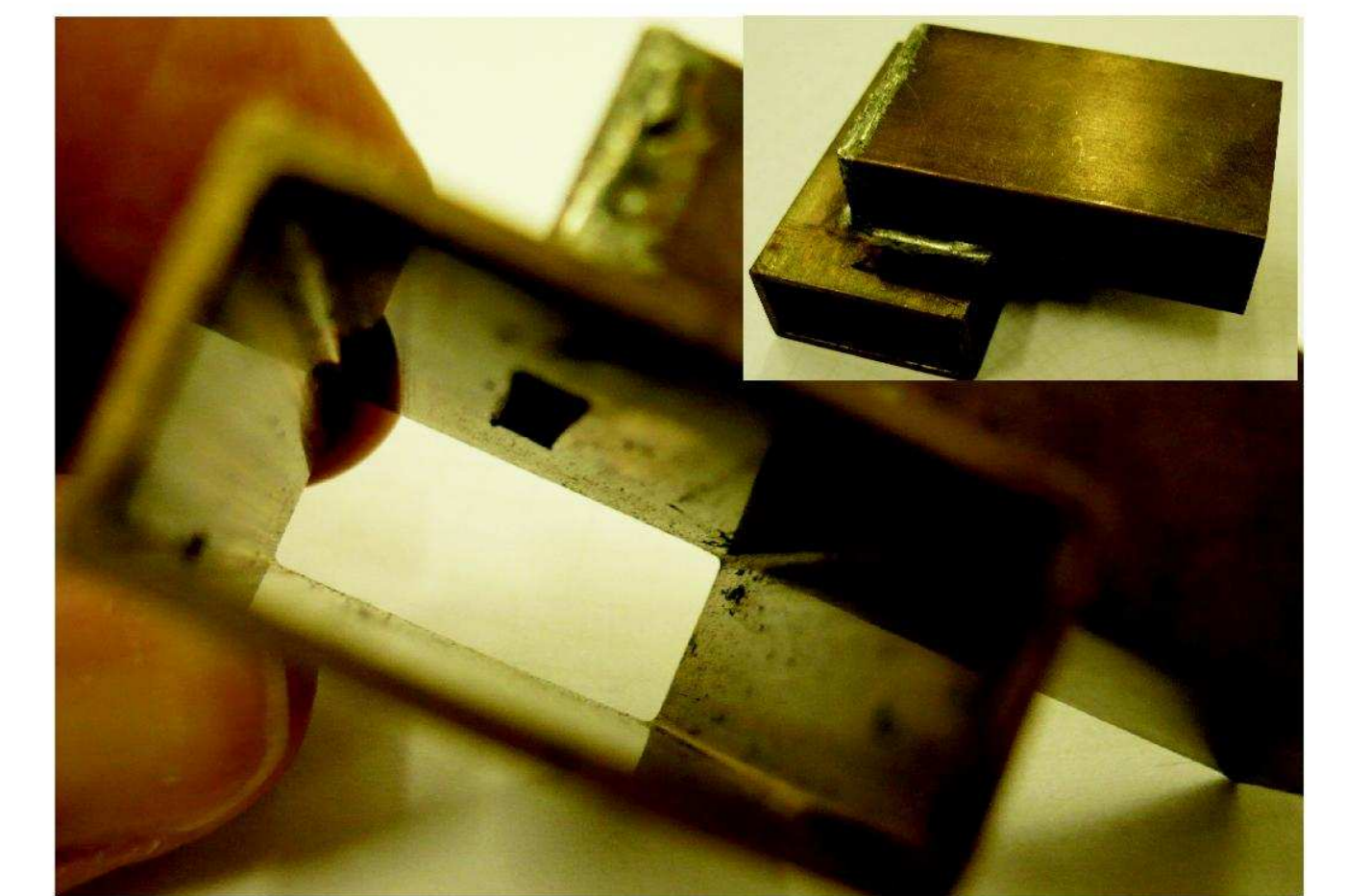


Fig. 6: Detalhe interno da fenda de acoplamento e vista em perspectiva do acoplador.

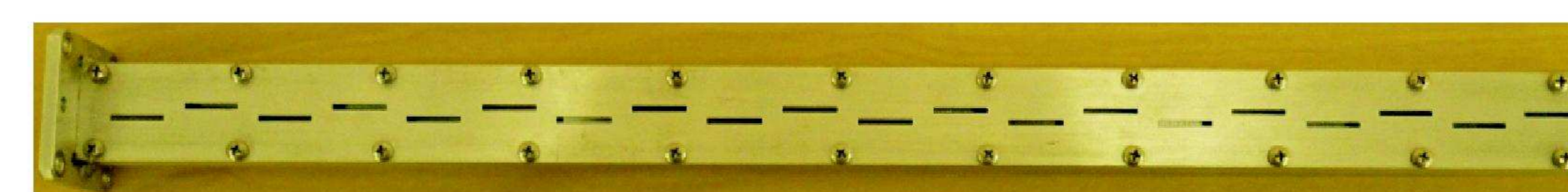


Fig. 8: Protótipo do módulo de radiação com 20 fendas.

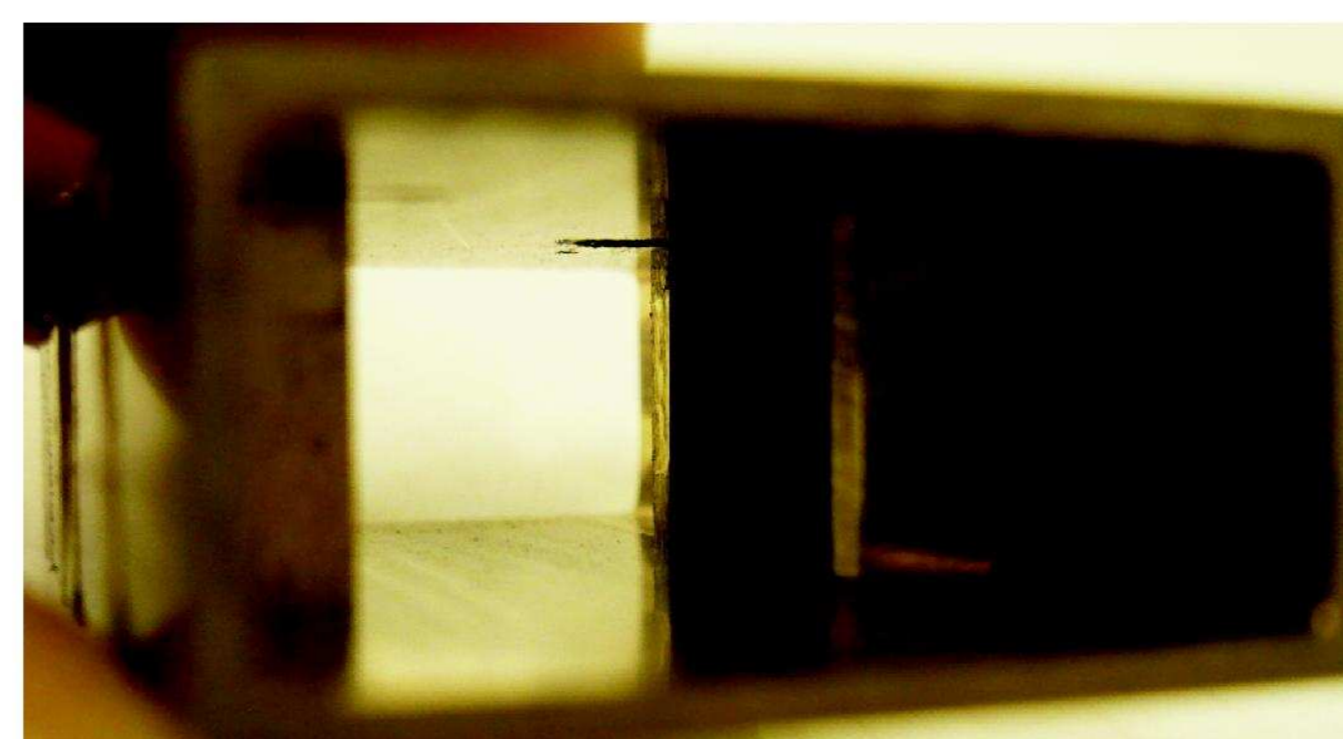


Fig. 7: Detalhe interno do defasador indutivo.

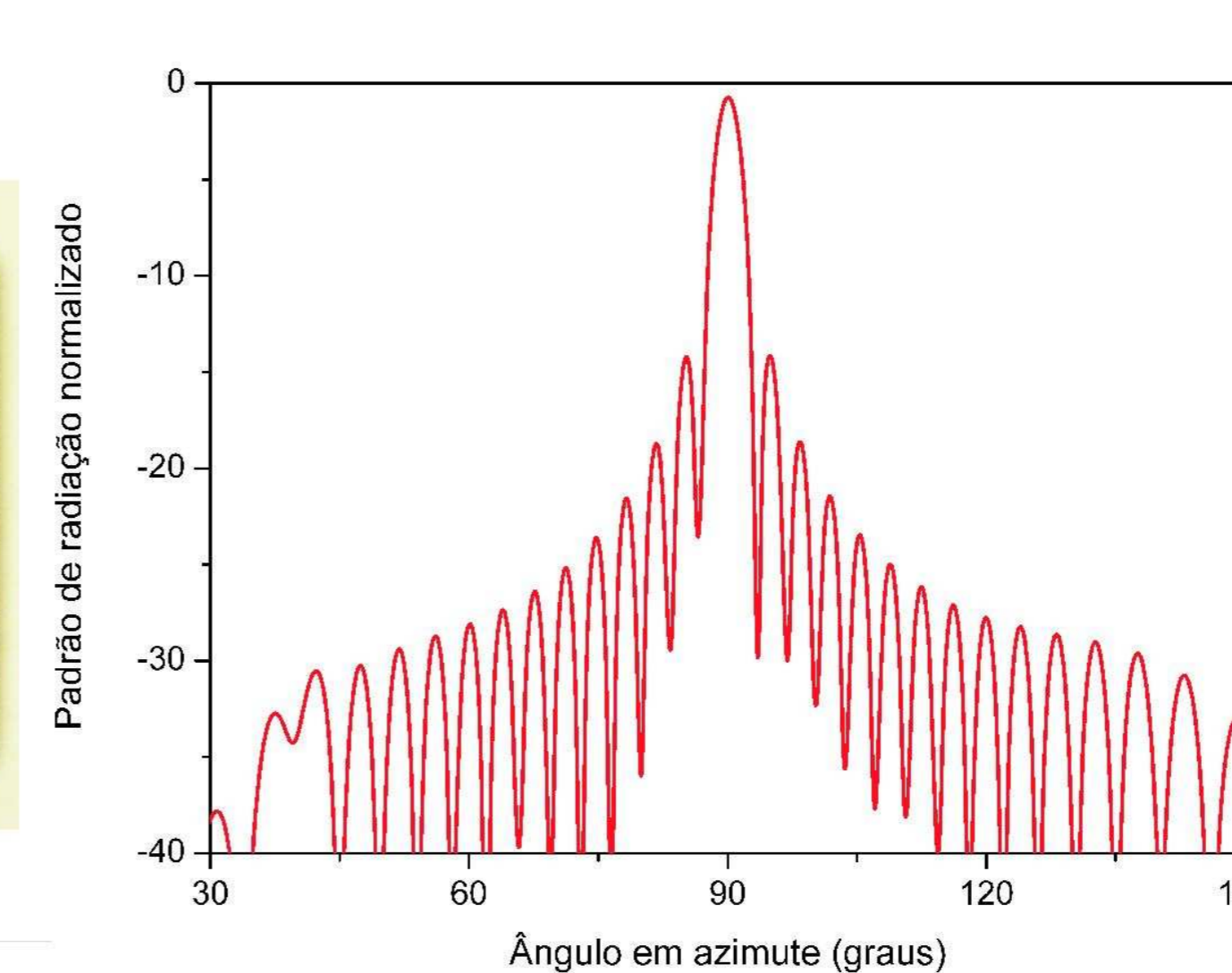


Fig. 9: Padrão de radiação em azimute.

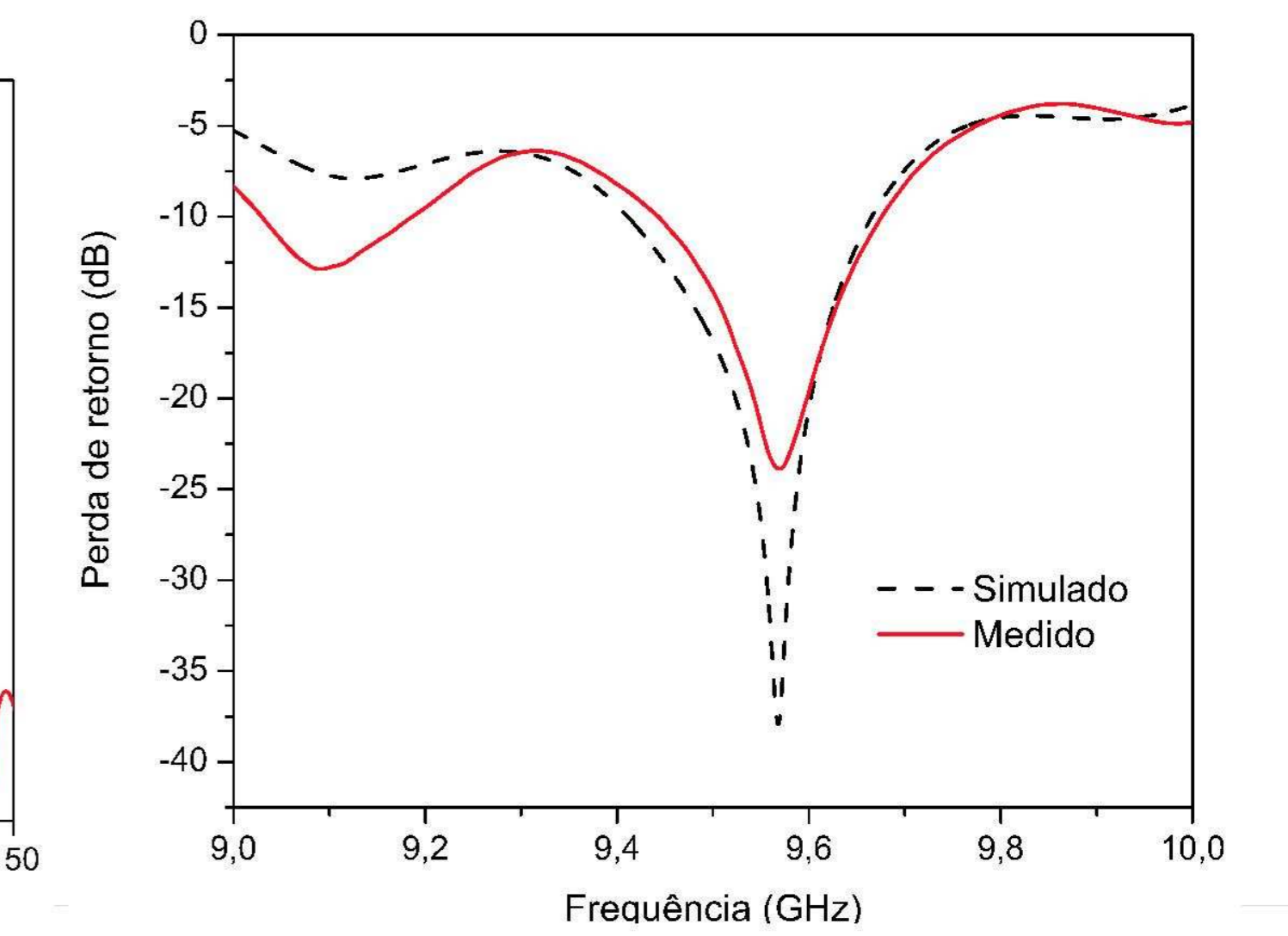


Fig. 10: Comparação da perda de retorno de um módulo radiador simulada no CST Design Studio® e a medida do protótipo construído.

- ✓ AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. *Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation*. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall. 1992;
- ✓ CAMPBELL, J.B. *Introduction to Remote Sensing*. Second edition. ed. Taylor & Francis, 1996.
- ✓ SCHELL, C. & ISHIMARU, A. "Antenna pattern synthesis", in *Antenna Theory, Part. I*, R. Colin e F. Zucker, Eds. New York: McGraw-Hill, 1969.