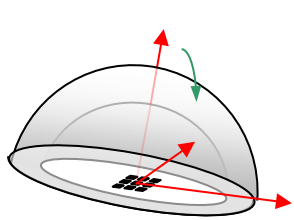


# Antenas Dielétricas para Ondas Milimétricas

Carlos Fernandes<sup>1</sup>, Jorge Costa<sup>2</sup>,  
Eduardo Lima<sup>3</sup>, Mário Silveirinha<sup>4</sup>

As lentes são usadas tradicionalmente para focagem ótica. As leis de Snell, que determinam a forma apropriada da lente, não estão presas às frequências óticas e são igualmente válidas em frequências bem mais baixas, por exemplo no espectro de rádio. Assim as lentes também podem ser usadas para focar e direcionar a radiação rádio tal como o fazem as antenas. No entanto as lentes necessitam de ter pelo menos 10-15 comprimentos de onda de diâmetro para funcionarem bem, o que as torna pouco práticas do ponto de vista de peso e volume, a não ser acima dos 30 GHz (comprimento de onda inferior a 1 cm). Precisamente com o incremento de novas aplicações dos 30-3000 GHz, as lentes dielétricas têm ganhado um enorme interesse face às antenas metálicas convencionais, mais exigentes em termos de precisão de fabrico, com maiores perdas por dissipação nestas frequências e muito menos flexíveis para acomodar especificações de projeto muito exigentes.

O envolvimento do Instituto de Telecomunicações (IT) com este tipo de antenas começou há mais de duas décadas, em 1992, com o desafio para desenvolver nessa altura novos tipos de antenas para a 4ª geração dos sistemas de comunicações móveis, no âmbito de projetos Europeus RACE-MBS e ACTS-SAMBA. O novo conceito desenvolvido no IT tinha o potencial para oferecer larguras de banda de várias centenas de MHz por utilizador, e de permitir gerir eficazmente a forma do diagrama de radiação. Nos anos subsequentes estes conceitos inovadores de lentes foram evoluindo para outras aplicações em sistemas quasi-ópticos apropriados para obtenção de imagens do fundo de radiação cósmica no âmbito do projeto ESA-ILASH liderado por IT, ou para aplicações para o grande público como antenas para redes WLAN *multi-gigabit*. E a tecnologia também foi evoluindo do uso de materiais dielétricos convencionais para materiais sintetizados artificialmente, capazes de apresentar propriedades electromagnéticas não existentes em meios naturais.



A configuração genérica deste tipo de antena é mostrada na Fig. 1. É formada por uma ou mais camadas de material dielétrico, com permitividades elétricas entre 1.5 e 11, com formas especiais concebidas para produzir diagramas de radiação muito específicos. A alimentação é incorporada no corpo da própria lente, na base: pode ser

Fig. 1 – Configuração genérica de uma lente dielétrica formada por duas camadas, alimentada por uma matriz de sensores eletromagnéticos colada na base.

constituída por um agregado de sensores que, tal como os “pixel” das câmaras fotográficas, permitem reconstituir uma imagem eletromagnética da radiação incidente. O desafio no projeto deste tipo de lentes é encontrar a forma certa das superfícies que transforma tão fielmente quanto possível o diagrama de radiação de cada sensor no diagrama de radiação apropriado à saída da lente, acoplando a maior quantidade de possível de energia à onda radiada, i.e., garantindo a melhor eficiência de radiação da antena.



Fig 1 – Antenas dielétricas para sistema de comunicações móveis de banda larga em ondas milimétricas a) Projeto MBS, 62-66 GHz; b) Projeto SAMBA 42.5-46.5 GHz

As Figuras 1 e 2 apresentam alguns exemplos de lentes desenvolvidas nos anos 90 para sistemas de comunicações móveis de banda larga para operar em 60 GHz, com ritmos de transmissão da ordem de 150 Mbit/s por utilizador. Estas antenas tinham como especificação fazer coberturas celulares com fluxo constante, isto é, garantir que a potência recebida era igual em qualquer ponto da célula. Simultaneamente deveriam garantir que a iluminação se restringia à forma da célula. A Fig. 2a mostra um exemplo de uma antena que satisfaz essa especificação num troço de rua com 200 m x 20 m. As lentes da Fig. 2b foram usadas com idênticas especificações dentro do Pavilhão Atlântico durante a EXPO 98, para demonstrar a utilização de câmaras de televisão HD sem fios. Para o mesmo tipo de aplicações, a lente da Fig 3 produz uma zona

de cobertura exatamente retangular, adaptada às formas de uma sala comum. Demonstrou-se que desta forma era possível ultrapassar as dificuldades causadas por reflexões nas paredes para poder atingir ritmos de transmissão que ainda não são comuns nos sistemas de comunicações móveis atuais.

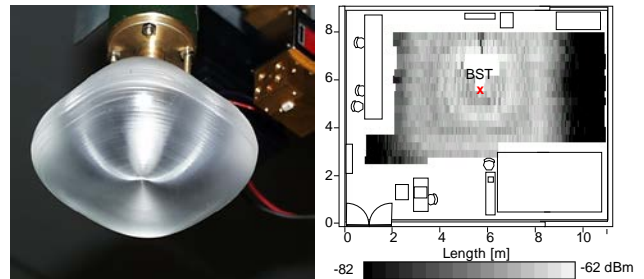


Fig. 2 – Lente para cobertura com fluxo constante em células retangulares.

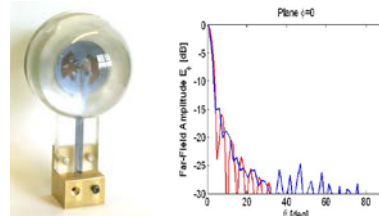


Fig. 3 – Lente de banda ultra-larga para 43 GHz e respetivo diagrama de radiação

Mais tarde, no âmbito de um projeto com a ESA, produziram-se lentes para sistemas quasi-ópticos com larguras de banda de cerca de 100%. Algumas dessas lentes são apresentadas nas Figuras 4 e 5.

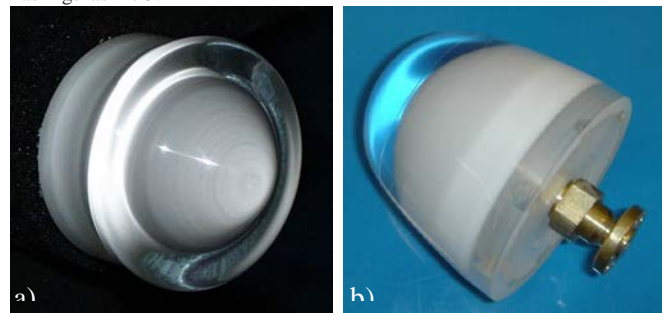


Fig. 4 – Lentes de duas camadas para sistemas quasi-ópticos. Modelos escalados para 62.5 GHz

A Figura 6 mostra aspetos do fabrico destas lentes no IST e nos laboratórios de Antenas do IT por maquinação por CNC e por moldagem.

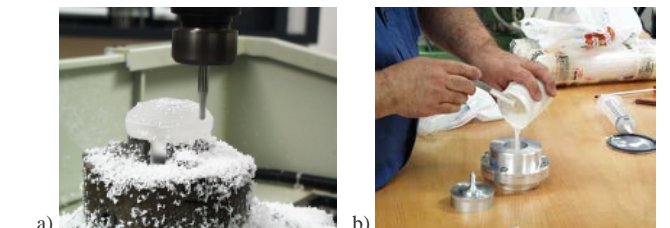


Fig. 6 – Processo de fabrico das lentes. a) Por CNC; b) Por moldagem.

Presentemente caminha-se para aplicações em THz, na área da imagem em sistemas de rastreio de segurança (aerportos).



1- Carlos Fernandes  
- Sócio da AMRAD  
Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Electrotécnica e Computadores do IST.  
Investigador do Instituto de Telecomunicações  
Interesses: Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas  
Especialista em antenas dielétricas e micro antenas para RFID.  
Contato: [carlos.fernandes@lx.it.pt](mailto:carlos.fernandes@lx.it.pt)



2 - Jorge Costa  
Professor Associado do ISCTE  
Investigador do Instituto de Telecomunicações  
Interesses: Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas  
Especialista em antenas dielétricas e micro antenas para RFID.  
Contato: [jorge.costa@lx.it.pt](mailto:jorge.costa@lx.it.pt)



3 - Eduardo Lima  
Mestrado em Eng<sup>o</sup> Electrotécnica e Computadores  
Investigador do Instituto de Telecomunicações  
Interesses: Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas  
Contato: [eduardo.lima@lx.it.pt](mailto:eduardo.lima@lx.it.pt)



4 - Mário Silveirinha  
Professor Associado do DEE da Univ. Coimbra  
Investigador do Instituto de Telecomunicações  
Interesses: Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas  
Especialista em antenas dielétricas e micro antenas para RFID.  
Contato: [mario.silveirinha@co.it.pt](mailto:mario.silveirinha@co.it.pt)