

J. PINTO PEIXOTO * F. R. DIAS AGUDO * J. TIAGO DE OLIVEIRA * J. CAMPOS FERREIRA
MARGARITA RAMALHO * A. RIBEIRO GOMES * ARMANDO POLICARPO * F. DUARTE SANTOS
J. GOMES FERREIRA * L. A. MENDES VICTOR * MANUEL LARANJEIRA * M. GOMES GUERREIRO
J. CÂNDIDO DE OLIVEIRA * ROBALO CORDEIRO * J. CELESTINO DA COSTA * A. CASTRO CALDAS
BARAHONA FERNANDES * ARANTES E OLIVEIRA * A. F. CARVALHO QUINTELA * A. BARBOSA
DE ABREU * GOUVÊA PORTELA * L. BRAGA CAMPOS * J. J. DELGADO DOMINGOS * A. F.
OLIVEIRA FALCÃO * DOMINGOS MOURA * H. CAMPOS NETO * A. LARCHER BRINCA * J. F.
QUINTINO ROGADO * M. AMARAL FORTES * M. BAPTISTA BRAZ * M. PEREIRA COUTINHO
FERNANDO ESTÁCIO * P. O. PEREIRA SANTOS * A. A. MONTEIRO ALVES * BRITALDO RODRI-
GUES * L. AIRES DE BARROS * MATOS ALVES * M. PORTUGAL FERREIRA * ANTÓNIO RIBEIRO
FRANCISCO GONÇALVES * TELLES ANTUNES * LUÍS ARCHER * J. MONTEZUMA DE CARVALHO
J. FIRMINO MESQUITA * ABÍLIO FERNANDES * J. MALATO-BELIZ * ARSÊNIO PATO DE
CARVALHO * A. XAVIER DA CUNHA * ALLEN DEBUS * J. SIMÕES REDINHA * SEBASTIÃO
J. FORMOSINHO * A. M. A. ROCHA GONSALVES * L. ALMEIDA ALVES * OLIVEIRA CABRAL
FRAÚSTO DA SILVA * JOSÉ V. PINA MARTINS * AMÉRICO COSTA RAMALHO * FERNANDO
REBELO * C. ALBERTO MEDEIROS * ILÍDIO DO AMARAL * MANUEL GARRIDO ARAÚJO
MANUEL VIEGAS GUERREIRO * A. SIMÕES LOPES * A. SOUSA FRANCO * ONÉSIMO T. ALMEIDA
JUSTINO MENDES DE ALMEIDA * FRANCISCO GAMA CAEIRO * RÔMULO DE CARVALHO

HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA EM PORTUGAL NO SÉC. XX

I VOLUME



PUBLICAÇÕES DO II CENTENÁRIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA
LISBOA • 1992

- ¹⁰⁵ T. Correia de Barros, «Efeito coroa em linhas de transporte de energia». Dissertação de doutoramento, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1985.
- ¹⁰⁶ J.P. Sucena Paiva, Virgílio C. Abelaira Gomes e J.L. Pinto de Sá, *Autómato de subestações*, Endiel, Porto, 1985.
- ¹⁰⁷ H. Baguenier, *Política de utilização das energias renováveis*. Conferência sobre política energética, cd. IED, Caderno n.º 13, Lisboa, Dezembro, 1986.
- ¹⁰⁸ Leopoldo Guimarães, «A conversão directa de energia solar em energia eléctrica», *Técnica*, n.º 461, Novembro, 1980, pp. 81 a 84.
- ¹⁰⁹ J.P. Sucena Paiva, «Energia hidroeléctrica de baixa potência». Seminário avançado *Tecnologias das fontes de energia eléctrica descentralizadas*, Lisboa, Maio, 1986, Comunicação n.º 2, pp. 40 a 61.
- ¹¹⁰ José Albino Machado Vaz, «Companhia Portuguesa de Electricidade, SARL», *Electricidade*, n.º 63, Janeiro-Fevereiro, 1970, pp. 3 a 4.
- ¹¹¹ Decreto-Lei n.º 502/76 de 30 de Junho.
- ¹¹² Augusto Vaz e J. Allen Lima, «Ensaio de campo e estudos de simulação da rede a 400 kV da EDP», *Electricidade*, n.º 172/173, Fev.-Março, 1982, pp. 50 a 73.
- ¹¹³ Augusto Vaz, «Meios de ensaio de equipamentos de alta tensão», *Electricidade de Portugal*, 2.ª Jornadas Técnicas, Lisboa, Janeiro, 1987, Comunicação n.º 4.
- ¹¹⁴ Rui Leuschner Fernandes, «Perspectivas da evolução da actividade laboratorial em alta tensão em Portugal», *Electricidade*, n.º 187, Maio, 1983, pp. 198 a 202.
- ¹¹⁵ Carlo Rubbia, *O dilema energético*, Editorial Presença, Lisboa, 1988.
- ¹¹⁶ M. Tavares de Pinho, «O Instituto Electrotécnico Português», *Electricidade*, n.º 204, p. 384.
- ¹¹⁷ E. S. Saraiva, «O ensino de correntes fortes na Universidade de Coimbra», Comunicação ao ENDIEL-89, Porto, Abril 1989.

ENGENHARIA DA RADIODIFUSÃO, TELEVISÃO E TELECOMUNICAÇÕES EM PORTUGAL NO SÉCULO XX

PROF. ENGENHEIRO H. CAMPOS NETO *

Summary

The article is divided in three parts: the first covering the first fifty years, the second from 1951 until today, the third part listing the main achievements of Portuguese Engineering.

1. The first fifty years

Portugal has a longtime tradition of serious involvement in Telecommunications: Electrical Telegraphy was introduced in 1855, experiments with the telephone took place in 1877, just one year after Bell's invention, the Public Telephone Networks of Lisbon and Oporto having been inaugurated in 1882, etc.

The Industrial and Commercial Institute of Lisbon, in 1903 included in its curriculum the subjects «Electrotechnics» with its second part devoted exclusively to «Telegraphy and Telephony». The first portuguese Engineering University was created in 1911 and included a course in Electrical Engineering with the subject «Telegraphy and Telephony».

References are made to the first Professors of Telecommunications and Electronics and the courses they taught.

References are also made to the engineers that were the pioneers of Telecommunications in Portugal and their work.

2. From 1951 until today

The course of Electrical engineering was restructured: «Power Engineering» and «Telecommunications Engineering» became independent courses. The Center of Electronics Studies and several Centers of Scientific Investigation were created. New Universities were founded. Numerous scholarships were granted for doctorate work in Universities abroad. Cooperation between University and Industry started.

* Instituto Superior Técnico.

References are made to the Professors who were the main contributors to these actions.

3. Main achievements of Portuguese Engineering

A list of the main achievements of Portuguese Engineering (totally portuguese from conception to final product) is presented: transmitters and associated equipment, antennas and associated equipment, broadcast studio equipment, control equipment and telephone communication equipment.

I. OS PRIMEIROS 50 ANOS

Em 12 de Dezembro de 1901, Guglielmo Marconi inaugurou as radio-comunicações de longo alcance, quando em S. João da Terra Nova ouviu nos seus auscultadores a letra S em código Morse transmitida de Poldhu na Cornualha, distante mais de 3.000 km através do Oceano Atlântico.

Este acontecimento, precisamente no primeiro ano do século XX, revelou-se de uma carga profética notável pois a realidade que então anunciava — as Telecomunicações —, é sem dúvida uma das marcas deste século.

Não passou despercebido o evento em Portugal, e em 26 de Maio de 1902 foram realizadas as primeiras experiências de comunicações por rádio entre a cidadela de Cascais e o cruzador «D. Carlos», que se encontrava ao largo daquela localidade.

Em Portugal a telegrafia eléctrica é introduzida em 1855 com a linha Lisboa-Sintra.

Em 1871 Portugal ligou-se ao Brasil, por cabo submarino, via Madeira e Cabo Verde.

Em 1882 são inauguradas as redes públicas telefónicas de Lisboa e Porto, mas já em 1877, um ano apenas após o registo da invenção de Bell, tinham tido lugar as primeiras experiências com o telefone.

A extensão da rede telegráfica portuguesa não destoava no contexto europeu.

Do Regulamento do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa, Decreto de 9 de Julho de 1903, consta já a cadeira 13.^a — Electrotecnicia, cuja 2.^a parte era consagrada exclusivamente à «Telegrafia e Telefonia».

Em 23 de Maio de 1911, Brito Camacho cria o Instituto Superior Técnico a partir do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa, tendo sido seu primeiro director Alfredo Bensaúde.

Na nota preambular do Decreto há uma referência que revela uma natural preocupação relativamente à Engenharia Electrotécnica:

«O ensino técnico superior é uma sofismação grosseira de que têm encargos as Politécnicas e os Institutos, estabelecimentos em que, na frase do ilustre professor Lepierre, muito se ensina e muito pouco se aprende. O ensino da engenharia química e da engenharia electrotécnica não existe, e todavia a importância deste ensino é hoje enorme, e de cada vez maior, industrial como é a fase ou ciclo de civilização que vamos percorrendo».

Das diversas cadeiras previstas, uma delas, a 42.^a, designava-se por «Telegrafia e Telefonia».

Embora estes começos, ou melhor dizendo, intenções, fossem promissores no que respeita às Telecomunicações, nos fins da década de 40, ultrapassadas duas Guerras Mundiais em que os progressos nas Telecomunicações foram enormes e decisivos, o ensino da Engenharia Electrotécnica quase que se limitava a matéria no âmbito dos Sistemas de Potência — Produção, Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica e Máquinas Eléctricas. As disciplinas de Engenharia Electrotécnica, que não eram muitas, eram acompanhadas por um número igual ou superior de disciplinas de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Pouco espaço sobrava para o que então de se designava por «Correntes Fracas».

Duas referências devem ser feitas: uma, ao Professor Correia de Barros que na Faculdade de Engenharia do Porto organizou um ensino contemplando todos os aspectos básicos que interessavam às Telecomunicações e Electrónica da época; outra, ao Professor Brito Aranha, professor da Escola de Guerra, que no Instituto Superior Técnico concentrou os seus esforços numa cadeira dedicada ao estudo e projecto de receptores, então modernos e actuais. Os alunos da sua Cadeira projectavam com bastante rigor e minúcia um receptor super-heterodino. Embora especializado e de pequena extensão, esse ensino era importante, principalmente pelos conhecimentos de Electrónica e Filosofia da Recepção de Ondas Electromagnéticas que facultava.

Os aproveitamentos hidroeléctricos monopolizaram a atenção dos pedagogos e dos organizadores dos currícula universitários. O que de certo modo se compreende, porque era também essa a palavra de ordem no domínio da Economia.

Daí resultou uma obra importante levada a cabo por engenheiros portugueses, superiormente acarinhada e orientada pelo Professor Ferreira Dias, a quem se deve a criação da Companhia Nacional de Electricidade, embrião do que é hoje a Electricidade de Portugal (EDP). Obra que foi de grande benefício para o país. Mas o facto de a ribalta ter sido quase totalmente ocupada pelos aproveitamentos hidroeléctricos relegou para segundo plano as Telecomunicações e fez com que a sua evolução tivesse sido mais lenta e as obras menos salientes e aparatosas.

Mas nem por isso deixou de haver actividade. Porque, felizmente, era fatal e inevitável. Existiu sempre.

Desenvolveu-se através dos Correios, Telégrafos e Telefones, Companhia de Telefones de Lisboa e Porto, hoje TLP, Companhia Portuguesa Rádio Marconi, Emissora Nacional, hoje RDP, Rádio Clube Português, hoje Rádio Comercial. Rádio Televisão Portuguesa, Rádio Renascença, Estações Particulares de Rádio, Radioamadores e, ainda, por acção do Exército, da Marinha e da Força Aérea e da Aeronáutica Civil, entidades que dispuseram sempre de material actual e sofisticado.

De entre os pioneiros das Telecomunicações em Portugal alguns nomes cumpre salientar:

Engenheiro Manuel Bivar, projectista de equipamento de Telecomunicações, Director e criador de Serviços, a quem se deve obra notável na Emissora Nacional, na Radiotelevisão Portuguesa e no estabelecimento de Radiodifusão Internacional. Também pioneiro da Acústica, domínio onde realizou estudos e projectos.

Engenheiro Manuel Amaro Vieira, também projectista, organizador dos Serviços Radioeléctricos. Autor do livro *Radiotecnia*, publicado em 1946, cujos 2 volumes constituem uma obra notável para a época. Nele se abordavam e tratavam com actualidade e profundidade apreciável problemas fundamentais das Telecomunicações, como se pode constatar pela enumeração que segue dos seus capítulos fundamentais: Ressonância, Electroacústica, Quadripolos, Linhas, Atenuadores, Filtros, Transformação de Impedâncias, Lâmpadas Termiônicas, Amplificadores, Modulação, Desmodulação, Osciladores, Antenas, Propagação, Instalações Emissoras, Instalações Receptoras.

Engenheiro José Ferreira Pinto Basto, criador e primeiro Director do CET (Centro de Estudos de Telecomunicações dos CTT), que teve e

mantém uma contribuição notável no domínio a que se dedica esse estudo, concepção e desenvolvimento de sistemas de comutação e transmissão telefónicas, estudo de novos materiais e equipamentos de telecomunicações que se integrem na rede telefónica nacional.

Feitas estas referências indispensáveis, presta-se aqui singela mas justa homenagem aos muitos engenheiros, técnicos e operários, que com risco foram estudando, aprendendo e dominando as suas especialidades com segurança, ciência e técnica, adquirindo em muitos casos as qualidades e capacidades de excelentes projectistas de equipamento de bom nível.

Obras importantes se fizeram, aparentemente ao arrepio das Escolas e Universidades, que não facultavam o ensino específico necessário.

Esta situação justifica que se ponham algumas questões:

- Qual a importância do Ensino?
- Que falta fez?
- Esteve a Escola de facto sempre ausente?

Nesta matéria cumpre distinguir entre Universidades e Escolas Técnicas. Estas últimas actualizaram-se no domínio das Telecomunicações antes das Universidades; formaram excelentes técnicos pela acção de professores que eram muitas vezes engenheiros dos Serviços de Telecomunicações. Tiveram as Escolas Técnicas uma acção essencial na formação de quadros. Deixaram de existir. Felizmente, hoje, assiste-se ao seu renascer.

Tanto na Faculdade de Engenharia do Porto como no Instituto Superior Técnico o período preparatório, que se concentrava nos três primeiros anos de cursos de seis anos de duração, garantiam uma forte e extensa formação em Matemática e em Física. Não proporcionando aos futuros engenheiros informação específica em matéria de Telecomunicações, davam-lhes contudo uma formação que lhes facultava a possibilidade de mais tarde e na vida prática enfrentar e estudar matéria nova, ganhar uma especialidade onde convinha, tirar o melhor proveito do contacto com profissionais estrangeiros e de missões a outros países. Nomes grandes nessa tarefa de formação foram os Professores Aureliano Mira Fernandes no Instituto Superior Técnico e Sarmento Beires na Faculdade de Engenharia do Porto. Saliente-se também neste contexto e no Instituto Superior Técnico o nível que o Professor António da

Silveira conferiu ao ensino da Física e a influência directa ou indirecta que teve noutras Escolas. Saliente-se também o Professor Carlos Ferrer Moncada pela clareza e rigor com que ensinava o Electromagnetismo nas suas aulas de Electrotecnicia Teórica.

Portanto, a Escola não esteve completamente ausente.

No entanto, poucos foram os engenheiros que nesses tempos mais recuados se atreveram por si a realizar obra de iniciativa pessoal. Actuaram quase sempre nas teias de serviços pré-existentes, enquadrados nas estruturas das empresas que os admitiam.

De facto, só o ensino específico proporciona com regularidade a capacidade de iniciativa e auto-suficiência de empreendimento. Conclui-se assim que a falta do ensino específico se fez sentir. Claro que a conclusão não podia ser outra. Se a falta do ensino não se fizesse sentir ficava posta em causa a manutenção das Universidades, o que seria um absurdo

II. DA DÉCADA DE 50 ATÉ HOJE

Em 1955 os Novos Planos dos Cursos de Engenharia introduziram no Curso de Engenharia Electrotécnica o ensino obrigatório de duas cadeiras semestrais do 5.º ano: Telecomunicações I e Electrónica Aplicada I. No 6.º ano, mas em regime de opção, foram ainda introduzidas duas cadeiras anuais: Telecomunicações II e Electrónica Aplicada II.

O primeiro Professor Catedrático de Telecomunicações no Instituto Superior Técnico foi o Professor Manuel José de Abreu Faro (1956).

O primeiro Professor Catedrático de Electrónica Aplicada no Instituto Superior Técnico foi o Professor António Alves de Carvalho Fernandes (1956).

O Professor Carvalho Fernandes, além das suas funções de professor, foi autor de projectos de antenas que adiante referiremos e desenvolveu uma ação importante na inovação e desenvolvimento da Indústria de Equipamento de Telecomunicações e Electrónica em Portugal. Publicou um livro, *Teoria e Projecto de Antenas Rômbicas* em que é exposta a teoria e método de projecto deste tipo de antenas numa maneira muito actual para a época. Inclui ainda estudos experimentais sobre esse tipo de antenas.

O Professor Abreu Faro dedicou-se exclusivamente ao Ensino e Investigação e, além de um curso moderno e exaustivo de Telecomu-

nicações, organizou também o Laboratório de Telecomunicações que funcionava no âmbito da cadeira de Telecomunicações II.

Além do texto das suas lições de Telecomunicações I, o Professor Abreu Faro escreveu as seguintes monografias: *Teoria da Informação, Fundamentos das Telecomunicações, Introdução ao Estudo das Ondas Electromagnéticas, Introdução ao Estudo da Propagação das Ondas Electromagnéticas na Atmosfera, Antenas de Emissão e de Recepção, Propagação de Ondas Electromagnéticas em Guias de Ondas, Ruído*, obras publicadas pela Secção de Folhas da AEIST no período que vai de 1957 a 1965. Além destes trabalhos, publicou recentemente três livros: *Ondas e Meios Materiais, Radiação e Propagação Guiada*.

Escasseando, como escasseia no nosso país, a literatura técnica e científica, cumpre salientar a acção do Professor Abreu Faro que contribuiu assim decisivamente para a introdução entre nós de matérias actuais no domínio das Telecomunicações e seus Fundamentos. Obra excepcional no nosso país e que já vem de tempos tão distantes como 1957, não é demais realçá-la e citá-la como exemplo a seguir pelos Professores das Universidades Portuguesas.

Cumpre ainda mencionar a obra de relevo que o Professor Abreu Faro realizou no âmbito do Plano Intercalar de Fomento, Centro de Estudos de Electrónica e Instituto de Alta Cultura, nomeadamente referir que, pela sua acção directa concorreram e foram enviados para o estrangeiro, Europa e Estados Unidos da América, numerosos bolseiros que permitiram mais tarde ao Instituto Superior Técnico garantir um ensino diversificado e especializado no domínio das Telecomunicações, Ciências da Computação e Controlo e assim e também na Física e Matemática.

Em 1970, era Ministro da Educação o Professor José Veiga Simão. Efectivou-se finalmente no ensino superior a reforma profunda que se impunha: abandonou-se o princípio da uniformidade e abriu-se caminho para a criação de especialidades que eram indispensáveis para acertar o passo com as Universidades dos países avançados. Foi significativo o contributo dado para esta reforma pelo Gabinete de Estudos de Planeamento da Acção Educativa (GEPAE), de que era Presidente o Professor Fraústo da Silva e através de quem se assegurou permanente diálogo com o Instituto Superior Técnico.

Pela primeira vez as Universidades puderam intervir na organização dos curricula dos seus cursos.

No Instituto Superior Técnico passou a haver dois ramos no curso de Engenharia Electrotécnica: «Energia e Sistemas de Potência» e «Tele-

comunicações e Electrónica». A criação de numerosas cadeiras de opção veio enriquecer os curricula dos dois ramos. Por proposta do Professor Abreu Faro, foi incluída no ramo de «Telecomunicações e Electrónica» uma cadeira de Projecto, onde os alunos projectavam antenas actuais e de grande porte.

Em 1968 e por força do III Plano de Fomento o I. S. T. passou a dispor de um Computador.

Em 1968 o Instituto de Alta Cultura lançou uma nova iniciativa: a dos Projectos de Investigação.

Em 1973 entrou em pleno funcionamento o Complexo Interdisciplinar em que se incluiu o Centro de Estudos de Electrónica que deu origem ao Centro de Electrodinâmica e Centro de Análise e Processamento de Sinais.

Em 1975 procedeu-se à Reestruturação da Investigação Científica criando numerosos Centros, nomeadamente a partir de projectos em curso.

Em 1980 é publicado o Estatuto da Carreira Docente Universitária.

Ainda em 1980 é estabelecida a estrutura departamental.

Por força deste ambiente descentralizado, mais rico e diversificado, e também da criação de novas Universidades, observou-se uma explosão de doutoramentos e o aparecimento de um sem número de modalidades de serviços à comunidade.

Outras iniciativas importantes se verificaram, como seja a criação do INESC — Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores — que se deveu fundamentalmente à iniciativa do Professor José Tribolet.

Em 1980 foi criado o grau de Mestre nas Universidades e não se pode esquecer a acção que o Professor José Fonseca e Moura teve na criação e coordenação dos Cursos de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

Também em matéria de pioneirismo no domínio da Electrónica Aplicada cumpre referir a acção profunda do Professor Pedro Luís Borges Teixeira, tão prematuramente desaparecido.

O pioneirismo do I. S. T. generalizou-se a outras escolas e podemos dizer que embora faltando ainda grandes unidades públicas do género e cariz do LNEC e LNETI se dispõe, no entanto, de um tecido rico, propício a iniciativas públicas e privadas.

Tudo leva a crer que destas potencialidades resulte nos finais do século XX uma situação em que as Telecomunicações, que importância

tão grande adquiriram, revistam entre nós novas modalidades de actuação, inovação e salutar cooperação entre a Universidade e a Indústria e Serviços.

III. REALIZAÇÕES DA ENGENHARIA PORTUGUESA

A limitação imposta até há pouco tempo à actividade de radiodifusão em Portugal, com um número muito reduzido de entidades autorizadas a exercê-la, e a existência de uma única Estação de Televisão tiveram como consequência haver para essas actividades um mercado que, de tão pequeno, não era suficiente para motivar o fabrico de equipamento de emissão.

O estudo e desenvolvimento deste tipo de equipamento requer investimentos elevados que só podem ser feitos quando existe uma boa possibilidade de absorção pelo mercado nacional de um número mínimo de unidades com certa importância. O acesso ao mercado exterior só é possível depois da existência de equipamento fabricado e em funcionamento efectivo a servir de referência.

Por outro lado, sendo Portugal um país pequeno, o mercado que oferece é insuficiente para motivar investimentos no fabrico de equipamento de recepção, que teria que competir em preço com o equipamento produzido em grandes séries por países como os Estados Unidos e o Japão.

Mesmo antes das Escolas de Engenharia portuguesas oferecerem os cursos que hoje proporcionam uma formação completa em engenharia de Telecomunicações e Electrónica, houve engenheiros altamente qualificados que, tivessem existido, as condições, teriam deixado realizações com o carácter de continuidade necessário para que hoje existisse uma tradição nacional neste domínio.

São em pequeno número as realizações que vamos referir, e as razões são as que apontámos. Temos a certeza de que não estão incluídas todas as merecedoras de menção, pois tivemos dificuldades em obter informações respeitantes aos tempos mais recuados. Pensamos, contudo, que poucas serão as realizações significativas que foram omitidas. São realmente em pequeno número as realizações da engenharia portuguesa nas áreas da radiodifusão, radiotelevisão e telecomunicações. É esta a realidade!

Muitas das realizações que vamos referir foram ditadas por circunstâncias fortuitas (possibilidade, dada a existência em stock de certo número de componentes, de produzir o equipamento em condições economicamente vantajosas; características singulares do equipamento pretendido, que excluía a utilização de equipamento de fabrico normal oferecido pelas empresas da especialidade; iniciativas de engenheiros que, com o seu entusiasmo, lograram obter o consentimento das Administrações, etc.). Este tipo de realizações teve lugar em organizações cuja vocação não é o fabrico de equipamento mas sim a sua utilização.

As realizações que encontramos, com continuidade e dentro de organizações com a vocação de fabrico, foram no campo do equipamento de estúdios de radiodifusão, do equipamento de modulação de frequência (FM) e das antenas.

A liberalização das estações de radiodifusão já está a fazer sentir os seus efeitos, e estamos certo de que assistiremos num futuro próximo a um aumento significativo do número de equipamentos de concepção e realização portuguesas, especialmente no campo da radiodifusão por modulação de frequência.

Segue-se uma notícia sumária das realizações de maior relevo, agrupadas em 5 áreas:

1. Emissores e equipamento associado
2. Antenas e equipamento associado
3. Equipamento de estúdio
4. Equipamento de comando
5. Equipamento telefónico.

São mencionados os nomes dos responsáveis pelos projectos e pelo fabrico sempre que a sua identificação foi possível.

1. Emissores e equipamento associado

1.1. No dealbar da radiodifusão em Portugal, em 1939, em plena segunda guerra mundial, foi construído na Estação de Barcarena da Emissora Nacional (hoje RDP) um emissor de onda curta de 10 kW, que funcionou durante um ano, e depois foi desmontado e transferido para Ponta Delgada para ser utilizado na hipótese de o Governo da

República ser transferido para os Açores. O projecto e fabrico deste emissor foi da responsabilidade dos Engenheiros Manuel Bivar e Manuel Amaro Vieira.

1.2. Em 1950/1951 foram construídos 2 emissores para serviço em classe F1 (manipulação por desvio de frequência) na faixa de frequências de 5 a 20 MHz. A potência de saída dos emissores era de 2 kW, utilizando no andar de saída 2 triodos tipo 450 TH. Foi utilizada uma única fonte de alimentação marca FEDERAL para os andares de potência dos 2 emissores. O projecto e fabrico destes emissores foi da responsabilidade do Engenheiro F. Franco Feijó e do Sr. Arsénio Botelho de Sousa, da Divisão de Rádio da Companhia Portuguesa Rádio Marconi.

1.3. Em 1953 foi construído em Alfragide 1 emissor telefónico de onda média para a Navegação Marítima, para funcionamento na faixa de frequências de 1750 e 2200 kHz (concretamente nas frequências de 1750 e 2182 kHz). A sua potência de saída era de 100 W, utilizando 2 válvulas tipo 807 no andar de saída e outras 2 no modulador. O projecto e fabrico deste emissor foi da responsabilidade do Engenheiro Humberto Furtado Leite, da Divisão de Rádio da CPRM.

1.4. Em 1953 foram construídos em Alfragide 2 emissores para serviço em classe A1 (modulação tudo-nada) e em classe F1 (desvio de frequência) na faixa de frequências de 3,5 a 22 MHz. A sua potência de saída era de 3 kW, utilizando no andar de saída 2 triodos tipo ACT9. O projecto e fabrico destes emissores foi da responsabilidade do Engenheiro Humberto Leite e Sr. Botelho de Sousa, da CPRM.

1.5. São de fabrico corrente, desde 1989, excitadores e amplificadores lineares de emissão para VHF/FM (Modulação de Frequência). São 2 os modelos de excitadores (20 W e 40 W) e 2 os modelos de amplificadores (150 W e 300 W). O aparecimento de equipamento de áudio de elevada qualidade (leitores de disco compacto, aparelhos de gravação/reprodução e receptores) a um preço acessível, tornou os ouvintes mais exigentes e obrigou a que a qualidade dos excitadores e amplificadores FM devesse ser, no mínimo, do mesmo nível da desse equipamento. Métodos de projecto e tecnologia também só recentemente disponíveis permitiram que a engenharia portuguesa não perdesse a oportunidade e em tempo desenvolvesse este tipo de equipamento. Trata-se de equipamento de elevada qualidade, rendimento e fiabilidade. Os excitadores têm ausência de microfonia, uma distorção harmónica inferior a 0,1%.

uma relação sinal/ruído superior a 75 db (com 75 kHz de desvio), uma resposta em frequência, de 30 a 15000 Hz, de $\pm 0,5$ db, uma estabilidade de frequência de ± 2 ppm; os amplificadores têm um rendimento superior a 75% e uma linearidade melhor do que $\pm 0,8$ db de 87,5 a 108MHz. O projecto e fabrico deste equipamento é da responsabilidade do Engenheiro Carlos Antunes, de uma empresa privada.

1.6. São de fabrico corrente, desde 1989, geradores ou codificadores estéreo, em que a síntese do sinal composto multiplex é realizada por um processo de multiplicação analógico/digital dos sinais envolvidos, com base em circuitos integrados de desenvolvimento recente, com características especiais; têm uma resposta em frequência, de 20 a 15000 Hz, de $\pm 0,5$ db, uma relação sinal/ruído superior a 88 db, uma separação de canais superior a 60 db (20-15000 Hz) e uma distorção harmónica inferior a 0,1%. O projecto e fabrico deste equipamento é da responsabilidade dos Engenheiros Albano Inácio dos Santos e José Luís Magalhães, de uma empresa privada.

1.7. São de fabrico corrente, desde 1989, geradores ou codificadores estéreo, em que a síntese do sinal composto multiplex (MPX) é realizada através de um algoritmo de síntese digital utilizando um grau elevado de sobreamostragem; tem uma resposta em frequência, de 20 a 15000 Hz, de ± 1 db, uma relação sinal/ruído superior a 63 db, uma separação de canais superior a 60 db (20-15000 Hz) e uma distorção harmónica inferior a 0,1%. O projecto e fabrico deste equipamento é da responsabilidade do Engenheiro António José S. de Oliveira, de uma empresa privada.

1.8. Em 1984 foram construídos 4 combinadores de emissores e respectivos faseadores automáticos. Os combinadores são constituídos por 4 linhas de $\frac{1}{4}$ de onda (3 em avanço e 1 em atraso), e uma carga dissipativa. Asseguram um isolamento perfeito entre 2 emissores, permitindo a sua ligação em paralelo em quaisquer condições, sendo a potência debitada pelos emissores dividida entre a antena e a carga dissipativa. As condições óptimas de paralelo são alcançadas quando as tensões e fases dos sinais de saída dos emissores são idênticas, sendo então toda a potência entregue à carga dissipativa. Um faseador, controlado por uma amostra da tensão à entrada da carga dissipativa, assegura a condição de fase; a condição de tensão é assegurada por intermédio das unidades de carga dos emissores. Os combinadores utilizam constantes concen-

tradas (bobinas e condensadores), funcionam na faixa de frequências de 6 a 22 MHz e têm uma capacidade de potência de 2×50 kW. Estiveram ao serviço no Centro Emissor da Raret de 1964 a 1989, data em que os emissores de 50 kW foram desmantelados e substituídos por emissores de 250 kW. O projecto e fabrico destes combinadores foi da responsabilidade dos Engenheiros Manuel Brandão Rocha e Fernando Neves Rocha.

2. Antenas e equipamento associado

2.1. Desde 1940 mais de 20 antenas rômbricas chegaram a estar instaladas na Estação Emissora de Alfragide, tendo sido intensivamente utilizadas sobretudo no serviço de telegrafia e telefonia em onda curta ponto a ponto e no serviço para a navegação marítima. A maior parte destas antenas eram duplas sobrepostas, com mastros de alturas entre 30 e 38 metros. Muitas foram projectadas pelos sucessivos Engenheiros Chefes da Estação, sendo de destacar uma antena rômbrica dupla sobreposta entrelaçada, com uma capacidade de potência de 30 kW, mastros de 20 e 38 metros, para funcionamento na faixa de frequências de 4 a 30 MHz, construída em 1955. O projecto e fabrico desta antena foi da responsabilidade do Engenheiro Humberto Leite, da CPRM.

2.2. Em 1950 foi inaugurado o Centro Emissor de Onda Curta de Pegões, da Emissora Nacional (hoje RDP). O seu sistema de antenas, para cobertura da Europa, África, Brasil, Venezuela, Índia, Macau, Timor, Estados Unidos e Canadá, era constituído por 4 antenas de cortina e 18 antenas rômbricas. A capacidade de potência das antenas era de 100 kW. Destacavam-se as antenas de cortina, monobanda, de acordo com o estado da arte na altura, com dipolos reflectores, ganhos de 15 a 20 dbi, em que uma delas estava dotada de um dispositivo inversor de modo a poder radiar em direcções opostas (África e Canadá); a maior (HR4/4/0.8 para 11 MHz) estava suspensa de mastros de 90 metros de altura. O projecto e fabrico deste sistema de antenas foi da responsabilidade do Prof. Eng. António de Carvalho Fernandes, de uma empresa privada.

2.3. Em 1953 foi construído no Centro Receptor da Raret, próximo de Benavente, um sistema de antenas rômbricas para recepção de Munique em dupla diversidade de espaço, constituído por 2 antenas de baixa frequência (4 a 9 MHz) e 2 de alta frequência (9 a 27 MHz). O seu ganho variava entre 11,5 e 15,5 dbi e a altura das de baixa frequência era de

40 metros. O projecto e fabrico destas antenas foi da responsabilidade do Eng. Horácio Soares de Campos Neto, de uma empresa privada.

2.4. A partir do fim da década de 50, o Engenheiro Horácio Neto, coadjuvado na parte mecânica pelo Engenheiro Aleixo Socorro Gallus Fernandes, pertencendo ambos a uma empresa privada, têm-se dedicado ao projecto, fabrico e instalação de antenas e equipamento associado. Utilizam extensivamente o computador e muitos programas próprios na síntese das antenas, cálculo dos seus diagramas de radiação, sistemas de adaptação de impedâncias e estruturas mecânicas de suspensão. O número de antenas instaladas já ultrapassou largamente a centena:

— antenas de onda longa, média, curta, muito curta e ultra-curta, para radiodifusão, comunicações e radioajuda;

— para entidades civis (RDP, Rádio Renascença, Governo de Angola, Rádio Clube de Angra, ANA, RARET, RADIO FREE EUROPE, etc.) e militares (Exército, Marinha e Força Aérea portuguesas);

— antenas verticais simples, antenas verticais carregadas, biconicas verticais «L» invertido, «T», dipolos de banda larga, dipolos carregados, antenas rômbricas, antenas logperiódicas verticais e horizontais, antenas de cortina, etc., de recepção e de emissão com capacidade de potência até 3×250 kW.

Referem-se nos subparágrafos seguintes as realizações de mais relevo no campo das antenas:

2.4.1. Em 1963 foi inaugurado o Centro Emissor de Mulenvos (Luanda) da então Emissora Oficial de Angola. O seu sistema de antenas, instalado em 2 fases, é constituído por 7 antenas de onda curta para cobertura de Angola (zonas próxima, leste e sul), e 2 antenas de onda média, uma para cobertura de Angola e outra para cobertura exterior (Kinshasa-Zaire, então Congo Belga). A antena de onda curta por ser direccionada, sendo constituída por 2 torres de 90 metros e poder ser alimentada simultaneamente por 2 emissores de 100 kW, para o que está dotada de um «diplexer»; a antena de onda média para cobertura exterior destaca-se por ter uma elevada direccionalidade, sendo constituída por 6 torres de 60 metros e por um sistema complexo de distribuição de potência por elas.

2.4.2. Em 1977 foram construídas 2 antenas de cortina para o Centro Emissor da Radio Free Europe em Biblis (Alemanha), com a configuração HRS/4/6, para funcionamento em 2 bandas (uma nas

frequências de 9 e 11 MHz e a outra nas frequências de 15 e 17 MHz). Têm 2 feixes no plano horizontal e 3 no plano vertical. Têm um ganho de 19 a 21 dbi e ângulos de fogo de 5 a 23 graus. Têm um «diplexer» associado, podendo ser alimentadas simultaneamente por 2 emissores de 250 kW.

2.4.3. Em 1985 foi construída uma antena de cortina para o Centro Emissor da Raret em Glória do Ribatejo, com a configuração HRS/4/6, para funcionamento em 3 bandas (6, 7 e 9 MHz). Tem 3 feixes no plano horizontal e 2 no plano vertical. Tem um ganho de 22,2 a 24,2 dbi e ângulos de fogo de 4,9 a 8 graus. Com um «triplexer» associado, pode ser alimentada simultaneamente por 3 emissores de 250 kW, o que corresponde a uma capacidade de potência de 2250 kW. Está suspensa de torres de 166 metros e o seu custo aproximou-se da centena de milhares de contos.

2.4.4. Em 1984 foi construída uma antena rômbrica para o Centro Emissor da Raret em Glória do Ribatejo, para funcionamento em 3 bandas (17, 21 e 26 MHz), com um ganho de 21,8 a 24,4 dbi e ângulos de fogo de 5 a 8 graus. Com um «triplexer» associado, pode ser alimentada simultaneamente por 3 emissores de 250 kW, o que corresponde a uma capacidade de potência de 2250 kW. Não se tem conhecimento de outra antena rômbrica com tão elevada capacidade de potência.

2.4.5. Em 1989 foi construída para o Centro Emissor de Onda Curta de Pegões, da RDP, uma antena de cortina quadribanda (para funcionamento nas bandas de 11, 13, 15 e 17 MHz), com a configuração HRS/4/6, ganho de 21 a 24,5 dbi, e ângulos de fogo de 6 a 8 graus. A sua capacidade de potência é de 2250 kW (3×250 kW). Está suspensa de mastros de 90 metros de altura.

2.5. Foram construídas em 1979, para o Serviço Móvel Marítimo da Companhia Portuguesa Rádio Marconi, 2 antenas «T» de recepção para funcionamento na faixa de frequências de 435 a 526 kHz. Têm uma altura média de 21,5 metros, e um ramo horizontal trifilar, com um comprimento de 50 metros. O projecto e fabrico destas antenas foi da responsabilidade dos Engenheiros Botto de Barros e Duarte de Almeida, da Divisão de Rádio da CPRM.

2.6. Foi construída em 1981 para a Estação Emissora de Ponta Delgada da CPRM, uma antena «T» de emissão para serviço de grafia

na faixa de frequências de 400 a 535 kHz, com uma capacidade de potência de 1 kW. Tem uma altura média de 35 metros e o ramo horizontal, trifilar, tem um comprimento de 50 metros. O projecto e fabrico desta antena foi da responsabilidade do Engenheiro Botto de Barros, da Divisão de Rádio da CPRM.

2.7. Desde 1982 têm sido construídos «baluns» (transformadores de impedância assimétrica em impedância simétrica); as suas características mais salientes são a sua grande capacidade de potência (250 kW), a sua elevada largura de banda (6 a 22 MHz), as suas dimensões reduzidas e o seu ajuste simples por meio de um único condensador variável. 5 dezenas destas unidades estão em uso no Centro Emissor da Raret em Glória do Ribatejo e uma dezena no Centro Emissor da Radio Free Europe em Holzkirchen (Alemanha). O projecto e fabrico destes «baluns» foi da responsabilidade do Engenheiro Horácio Neto, de uma empresa privada.

2.8. São de fabrico corrente, desde 1987, antenas de emissão para VHF (Banda II - 88 a 108 MHz), destinadas a serem utilizadas com emissores de FM (Modulação de Frequência). São constituídas por radiadores em forma de U, alimentados independentemente a partir de divisores de potência de banda larga, o que permite sintetizar o seu diagrama de radiação. Têm mais de 500 kHz de largura de banda, o que é mais do que suficiente para assegurar uma transmissão estereofónica de alta qualidade, sem degradação da separação entre o canal direito e o canal esquerdo. Por utilização de uma antena em polarização vertical e outra em polarização horizontal, alimentadas independentemente por amplificadores de potência com um excitador de FM comum, pode obter-se uma polarização circular ou elíptica, que é aquela que produz melhores condições de audição. São facilmente ajustáveis em toda a banda com uma relação de onda estacionária ≤ 1.1 . Apresentam-se sob a forma de agregados de até 32 radiadores, com uma capacidade de potência de 100 kW. O projecto e fabrico destas antenas é da responsabilidade dos Engenheiros Alfredo de Oliveira e Eduardo Gonçalves, de uma empresa privada.

3. Equipamento de estúdio

3.1. Fabricam-se desde 1985 equipamentos de audio profissional de elevada qualidade para estúdios de radiodifusão, cujo projecto é da

responsabilidade do Engenheiro António José S. de Oliveira, de uma empresa privada. De entre eles, destacam-se os seguintes:

3.1.1. São de fabrico corrente, desde 1988, consolas modulares de Régie para Radiodifusão com Híbrido Telefónico. São consolas de controlo técnico em estações de radiodifusão, gerindo um mínimo de 2 estúdios através de consolas satélites e assegurando a mistura dos microfones afectos a cada estúdio, a mistura das máquinas afectas à publicidade e a mistura de outras fontes auxiliares, bem como a gestão de linhas telefónicas afectas ao regular funcionamento da estação, da intercomunicação com as cabinas de locução, pré-escuta local, etc.

3.1.2. São de fabrico corrente, desde 1988, consolas satélites para estúdios de radiodifusão, destinando-se a assegurar a mistura local de cabina, a continuidade dos microfones de estúdio e as funções de intercomunicação com a cabina técnica, bem como a gestão de funções adicionais como a pré-escuta local e o acendimento/extinção das luzes de sinalização da cabina.

3.1.3. São de fabrico corrente, desde 1988, malas de reportagem autoalimentadas, para Radiodifusão. Destinam-se a efectuar o envio de programas remotos ao estúdio principal de uma estação de radiodifusão através de uma linha telefónica normal. A mala de reportagem tem 3 entradas misturáveis, 2 de microfone e 1 de linha, controlo automático do nível de envio e saída para gravação do programa. Tem uma resposta em frequência de ± 3 db (20 Hz a 12 kHz) e uma distorção harmónica inferior a 0,5% (100 Hz a 12 kHz).

4. Equipamento de comando

4.1. Em 1981 foi construído um sistema de telecomando dos emissores de Alfragide, instalado no Centro de Comunicações de Carnaxide da CPRM. Este sistema permite telecomandar a partir deste Centro a quase totalidade das funções na Estação Emissora para o Serviço Móvel Marítimo (fonia, onda média, onda curta e comutação de antenas, assim como sinais de manipulação). Este equipamento tem a capacidade de 480 comandos e respectivas confirmações. A transmissão de informação é assíncrona, com modulação FSK «Half-Duplex». O projecto e fabrico deste sistema foi da responsabilidade do Engenheiro José Manuel dos Santos Duarte, do Laboratório de Desenvolvimento da CPRM.

4.2. Em 1981 foi construído um sistema de telecomando dos receptores da Estação de Vendas Novas, instalado no Centro de Comunicações de Carnaxide da CPRM. Este sistema permite comandar a partir de Carnaxide um conjunto de receptores instalados em Vendas Novas e utiliza já «hardware» e «software» modulares. O projecto e fabrico deste sistema foi da responsabilidade dos Engenheiros Francisco Azevedo Padinha e Nuno Marques Pedro, do Laboratório de Desenvolvimento da CPRM.

4.3. Em 1984 foi construído um sistema de redundância automática do feixe descendente («down-link») da Estação Terrestre de Satélite de Sintra. Este sistema permite utilizar um feixe descendente («down-link») como reserva de todos os restantes em serviço, gerido por um processador programável de acordo com os critérios de gestão de tráfego a todo o momento passíveis de alteração pela Chefia da Estação. Não se conhecem outras Estações de Satélite dotadas desta facilidade, pois normalmente cada cadeia «down-link» de reserva só o é de uma cadeia «down-link» de serviço. Tem-se assim por cada correspondente (país) uma cadeia de serviço e outra de reserva, o que exige um investimento elevado. O projecto e fabrico deste sistema foi da responsabilidade do Engenheiro António Lopes Monteiro, do Laboratório de Desenvolvimento da CPRM.

5. Equipamento telefónico

5.1. Em 1984 foram construídos para o Centro de Comunicações Marítimas de Carnaxide da CPRM, terminais radiotelefónicos multi-circuito, incluindo processamento de voz, com capacidade para ligação directa ao comutador internacional NEAX-61 em sinalização N.º 5, permitindo 4 circuitos por terminal, especialmente adaptado a ligações em onda média, curta e muito-curta. O projecto e fabrico deste equipamento foi da responsabilidade do Engenheiro Francisco Azevedo Padinha, do Laboratório de Desenvolvimento da CPRM.

5.2. O Centro de Estudos de Telecomunicações, uma Direcção dos CTT-Telecomunicações, foi criado em 1950 e tem dedicado a sua principal actividade ao desenvolvimento de sistemas que se integrem na rede telefónica nacional. Os engenheiros do CET, dirigidos pelo Eng. José Ferreira Pinto Basto até 1982 e, desde esta data, pelo Eng. Egas Pinto Basto, têm realizado numerosos estudos importantes, orientados

no sentido da independência tecnológica, que contribuíram decisivamente para o desenvolvimento de uma indústria nacional do sector das telecomunicações com verdadeira dimensão internacional. De entre eles avultam os que se citam a seguir:

5.2.1. Em 1953 foi projectado e implementado um sistema de linhas partilhadas concentradas que podiam servir no máximo 10 postos telefónicos, respeitando o sigilo telefónico. Naquela época constituiu o único meio de levar o telefone a povoações rurais condenadas a esperar muitos anos por essa facilidade.

5.2.2. Em 1954 foram projectadas estações telefónicas automáticas, com uma capacidade máxima de 384 assinantes, ainda em serviço em grande número de redes dos CTT, conjuntamente com uma versão melhorada em 1961.

5.2.3. Em 1957 foi projectado um sistema interurbano automático de comutação telefónica. Montado em Coimbra em 1961, foi um dos primeiros na Europa com comutação a 4 fios.

5.2.4. Entre 1970 e 1974 foram projectados e construídos Sistemas de Comutação Automática com selectores de coordenadas para aplicação em Estações Urbanas de média ou grande capacidade e Estações Interurbanas de entrada, de saída e de trânsito.

5.2.5. Em 1980 foi projectado e construído um sistema de transmissão telefónica por impulsos codificados MIC, obedecendo às normas mais recentes do CCITT. A este sistema foi em 1985 adicionado um interface de sinalização que, entre outras facilidades, permite interligar estações analógicas com estações digitais. Em 1988 passou a poder ser adaptado às condições específicas da linha de assinante - MIC assinante, permitindo que o mesmo meio de transmissão seja partilhado por vários assinantes.

5.2.6. Em 1980 foi projectada e implementada a rede OSCAR (Observação de Serviço Centralizado de Apoio à Rede). Apoiando-se em equipamentos auxiliares de conservação e gestão (Medidores de Tráfego, Detecção e Transferência de Alarmes, Equipamento de Vigilância e Ensaio para estações de selectores de coordenadas e ensaio de Linhas de Assinante) a rede OSCAR permite a detecção de anomalias em tempo útil, o estabelecimento de programas intensivos de ensaio e o tratamento

da informação resultante, informação esta armazenada e tratada em minicomputadores.

5.2.7. Em 1984 foi projectada uma Estação Local Digital — Computador digital de pequena capacidade para aplicação típica em meios rurais. A primeira estação deste tipo foi instalada em Viseu no início de 1989.

5.2.8. Em 1986 foi projectado e implementado o Sistema Integrado de Facturação Detalhada (SIFAC). Trata-se de um sistema automático de recolha dos impulsos de contagem dos assinantes e o processamento centralizado da informação conducente à emissão da factura que, a pedido do assinante, poderá discriminar as chamadas.

IV. RESUMO — PERSPECTIVAS DE FUTURO

Os anos 40, após 2 guerras que trouxeram progressos decisivos na áreas das Telecomunicações, teriam sido o momento oportuno para a organização de um curriculum adequado para o curso de Engenharia de Telecomunicações e Electrónica.

Se isso se tivesse feito, a Ciência das Telecomunicações no nosso país ter-se-ia posto e mantido a par da dos países mais avançados.

O papel preponderante assumido pelos aproveitamentos hidroeléctricos nessa época, monopolizando a atenção dos pedagogos, não permitiu que isso acontecesse, e foi inevitável o atraso no desenvolvimento da Ciência das Telecomunicações em Portugal.

A maior parte das realizações de concepção e concretização portuguesas deveram-se principalmente a Centros de Estudos de Serviços Públicos (CTT, RDP, MARCONI, etc.) e a engenheiros que a partir de uma boa formação conseguiram por si especializar-se, e forçaram as oportunidades.

A política, em boa hora encetada, de concessão de bolsas para doutoramento no estrangeiro, que forjou um corpo de docentes e investigadores especializados e actualizados e a reforma curricular de 1970 criaram já as potencialidades para a aceleração do desenvolvimento da Ciência das Telecomunicações em Portugal. Essa aceleração já é patente no campo da investigação; a existência actual de organizações como o INESC e o FUNDETEC, que estabelecem a ponte UNIVERSIDADE-

-INDÚSTRIA, e a criação do MERCADO ÚNICO EUROPEU num futuro próximo, dão a garantia de que o mesmo vai acontecer brevemente no campo das realizações

Agradecimento

Cabe aqui uma palavra de agradecimento sincero às entidades e pessoas singulares ligadas aos serviços aqui citados, que gentilmente nos deram preciosas informações sem as quais não nos teria sido possível elaborar a notícia das realizações da engenharia portuguesa aqui apresentada.

