

NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº15 | Junho de 2015

<http://www.neutroaterra.blogspot.com>

Mantendo o compromisso que temos convosco, voltamos à vossa presença com mais uma publicação. Esta já é a décima quinta edição da nossa revista e continua a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações, particularmente em países estrangeiros, como o Brasil, Angola, os Estados Unidos e Alemanha. Este facto dá-nos a motivação necessária para continuarmos empenhados no nosso objetivo, ou seja, fazer desta revista uma referência a nível nacional e internacional nas áreas da Engenharia Eletrotécnica em que nos propomos intervir.

José Bezeza Carvalho, Professor Doutor



Máquinas Elétricas
Pág.05



Energias Renováveis
Pág. 31



Instalações Elétricas
Pág. 47



Telecomunicações
Pág. 53



Segurança
Pág. 57



Gestão de Energia e Eficiência Energética
Pág.61



Automação Domótica
Pág. 67

Índice

03| Editorial

05| Máquinas Elétricas

Controlo vetorial (FOC) de um motor de indução trifásico aplicado a um veículo elétrico.

Pedro Melo

Manutenção e diagnóstico de avarias em motores de indução trifásicos.

Pedro Melo

31| Energias Renováveis

Aproveitamento hidroelétrico da bacia do Douro: um olhar crítico.

António Machado e Moura

Sistemas Eólicos de Energia mais Leves que o Ar.

André Filipe Pereira Ponte; José Carlos P. Cerqueira; Mário André S. Fonseca

47| Instalações Elétricas

Energia em qualquer situação. Grupos eletrogéneos.

Nelson Gonçalves

53| Telecomunicações

Resenha Histórica da Regulamentação de Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjuntos de Edifícios (ITUR) em Portugal.

António Gomes, Rui Castro, Sérgio Filipe Carvalho Ramos

57| Segurança

Deteção de incêndios em túneis rodoviários.

Carlos Neves

61| Gestão de Energia e Eficiência Energética

Reduza a sua fatura de eletricidade e poupe dinheiro. Como optar pelo melhor comercializador de energia.

Luís Rodrigues, Pedro Pereira, Judite Ferreira

67| Automação e Domótica

SMART CITY – O Futuro já Acontece.

Paulo Gonçalves

70| Autores

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	José António Beleza Carvalho, Doutor
SUBDIRETORES:	António Augusto Araújo Gomes, Eng.º Roque Filipe Mesquita Brandão, Doutor Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Eng.º
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Elétricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

Mantendo o compromisso que temos convosco, voltamos à vossa presença com mais uma publicação. Esta já é a décima quinta edição da nossa revista e continua a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações, particularmente em países estrangeiros, como o Brasil, Angola, os Estados Unidos e Alemanha. Este facto dá-nos a motivação necessária para continuarmos empenhados no nosso objetivo, ou seja, fazer desta revista uma referência a nível nacional e internacional nas áreas da Engenharia Eletrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição, destacam-se os assuntos relacionados com as máquinas elétricas, as energias renováveis, as instalações elétricas, as telecomunicações, a gestão de energia e a eficiência energética.

Nesta edição da revista, merece particular destaque a colaboração do Professor Doutor Machado e Moura, Professor Catedrático na FEUP, com a publicação de um importante artigo sobre “Aproveitamento Hidroelétrico na Bacia do Douro”. Neste artigo, faz-se uma breve resenha histórica da evolução do aproveitamento dos recursos hídricos nacionais em termos hidroelétricos, bem como uma análise da situação atual. O artigo destaca a insuficiência das obras hidráulicas até agora realizadas a nível das nossas principais bacias, em particular no caso da bacia portuguesa do Douro, e alerta para as nefastas consequências que poderiam advir caso a situação não se alterasse.

Os motores de indução (MI) com rotor em gaiola de esquilo são usados na maioria dos sistemas eletromecânicos e estão muito disseminados nos atuais sistemas de variação de velocidade. A sua simplicidade e robustez, aliadas a baixos preços e ampla gama de potências disponíveis, são as principais razões. Por estas razões, a sua manutenção reveste-se de enorme importância. A monitorização contínua dos equipamentos é o elemento chave dos atuais sistemas de manutenção condicionada. A análise espectral da corrente absorvida pelo motor está muito implantada na indústria, mas apresenta várias limitações. Diversos métodos de deteção e diagnóstico de avarias têm sido desenvolvidos, baseados nas múltiplas grandezas que caracterizam o funcionamento do motor. Nesta edição da revista, apresenta-se dois artigos científicos de enorme valor, que analisam aplicação do controlo vetorial na utilização de MI aplicados aos veículos elétricos, e um artigo sobre manutenção e diagnóstico de avarias em MI trifásicos.

O mercado liberalizado de comercialização de energia elétrica tem evoluído ao longo dos anos e cada vez mais o consumidor de energia tem em seu poder numerosas opções de escolha. Em paralelo com a evolução deste mercado anda o mercado do gás natural. O consumidor, interessado no mercado liberalizado, deve ponderar a sua escolha no caso de ser consumidor de gás natural. Nesta edição da revista apresenta-se um artigo “Reduza a sua fatura de eletricidade e poupe dinheiro. Como optar pelo melhor comercializador de energia”, onde é analisado o processo de decisão da escolha do comercializador de energia mais adequado a cada tipo de perfil de consumidor.

No âmbito das telecomunicações, nesta edição da revista apresenta-se um interessante artigo que faz uma resenha histórica da evolução das telecomunicações e da regulamentação das infraestruturas de telecomunicações em loteamentos, urbanizações e conjuntos de edifícios em Portugal ao longo dos últimos anos.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos muito interessantes e atuais, como um artigo sobre Grupos Eletrogéneos e os principais critérios que se devem adotar no seu dimensionamento, um artigo que aborda a Deteção de Incêndios em Túneis Rodoviários, e um artigo muito importante sobre Eficiência na Iluminação de espaços públicos, apresentando-se o caso da cidade de Águeda que foi premiada com o selo *Smart City*.

Fazendo votos que esta edição da revista “Neutro à Terra” vá novamente ao encontro das expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, junho de 2015

José António Beleza Carvalho

ENERGY OPEN DAY

28 DE JULHO 2015

Com o objetivo de promover o intercâmbio entre a comunidade académica e o setor empresarial, o curso de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricas de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) organiza o evento “Energy Open Day” no dia 28 de julho de 2015.

O evento constará de um Ted Talk durante a manhã e da apresentação dos trabalhos de final de curso durante a tarde.

O Ted Talk contará com a presença de um painel de convidados que refletirão sobre as tendências da energia, nos planos técnico, social e económico, e sobre o papel que o ensino superior deve desempenhar na formação de engenheiros. Para além de profissionais da área da Energia, neste painel também estará o historiador Joel Cleto, que apresentará uma perspetiva diferente do tema.

Programa:	09:30h	Acolhimento e boas vindas
	10:00h	Ted Talk “Energia nos caminhos do Futuro”
	12:00h	Coffee break e exposição dos trabalhos
	13:00h	Pausa para Almoço
	14:30h	Apresentação e avaliação de trabalhos de fim de curso



28 julho 9:30 isep auditório H202   Instituto Superior de Engenharia do Porto

Inscrição gratuita mas obrigatória: aag@isep.ipp.pt

APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DA BACIA DO DOURO: UM OLHAR CRÍTICO

Resumo

No presente artigo, faz-se uma breve resenha histórica da evolução do aproveitamento dos recursos hídricos nacionais em termos hidroelétricos, bem como uma análise da situação atual. Dá-se particular destaque à vertente hidroelétrica, mas não se limita a ela. Mostra-se a insuficiência das obras hidráulicas até agora realizadas a nível das nossas principais bacias, em particular no caso da bacia portuguesa do Douro, e alerta-se para as nefastas consequências que poderiam advir caso a situação não se alterasse. O PNBEPH aprovado em 2007 veio contribuir para relançar esta importante temática, a qual pareceu inexplicavelmente esquecida durante quase duas décadas, por parte das entidades às quais competia zelar pelo interesse público e pela salvaguarda dos legítimos direitos e expectativas das populações nacionais.

1. Portugal e as Bacias Hidrográficas na Península Ibérica

Com uma área total de cerca de 590 000 km², dos quais 500 000 km² pertencem a Espanha, a Península Ibérica forma um vasto promontório de contorno poligonal situado no extremo SW do continente europeu, sendo uma região de planaltos, os mais elevados da Europa, de que resulta a sua elevada altitude média (660 m).

A pluviosidade em terras peninsulares revela uma distribuição muito desigual. A zona costeira do Cantábrico e do Atlântico até quase à foz do Tejo recebe chuvas abundantes (Ibéria Húmida), enquanto que o centro peninsular, o litoral atlântico ao sul do Tejo e todo o litoral mediterrâneo (quase dois terços da área total peninsular) recebem chuvas escassas (Ibéria Seca).

Portugal partilha com Espanha alguns dos mais importantes cursos de água da Península e correspondentes bacias, em especial as dos rios Douro, Tejo e Guadiana.

Embora de reduzida extensão em território nacional, a bacia do rio Minho é uma das de maior escoamento médio, quase comparável à do Tejo, em virtude das elevadas precipitações médias registadas no noroeste peninsular.

As duas bacias hidrográficas mais importantes da Península Ibérica em termos de potencial hídrico (escoamento médio anual) são as do rio Douro e do rio Ebro, esta última integralmente localizada em território espanhol. Seguem-se-lhes em volume médio anual gerado as do rio Tejo, rio Minho, rio Guadiana e rio Guadalquivir. A variabilidade dos regimes pluviométricos na Península Ibérica e a ausência de grandes massas de gelo nas cadeias montanhosas, capazes de introduzir um efeito regularizador dos caudais durante o verão, determinam uma grande irregularidade dos caudais de todos os seus grandes rios, o que apenas pode ser atenuado pela realização de importantes obras hidráulicas, capazes de proporcionar os meios de gestão adequada dos caudais do regime natural.

A partilha das bacias comuns aos dois países foi alvo de sucessivos convénios luso-espanhóis, celebrados pelos governos dos dois países, após laboriosas, longas e nem sempre pacíficas negociações. A particularidade de Portugal possuir as partes de jusante das bacias é um fator importante a ter em conta e que nos poderia à priori favorecer. Todavia o notável conjunto de obras hidráulicas realizadas pelos nossos vizinhos na parte de montante das bacias partilhadas, possibilitando-lhes capacidades de armazenamento que, em alguns casos, são superiores aos valores de escoamento anual médio das respectivas bacias, tem criado dificuldades negociais acrescidas aos negociadores portugueses que são confrontados com situações quase inultrapassáveis. A última convenção luso-espanhola celebrada no final dos anos noventa é bem a imagem da situação desigual em termos de base de negociação criada, levando a aceitar como bom, aquilo que, na verdade, é insuficiente.

2. Potencial hidroelétrico português e seu aproveitamento

Embora seja difícil de quantificar com a precisão desejável, e sejam dependentes de um complexo conjunto de parâmetros, alguns dificilmente quantificáveis, os vários estudos realizados por diversas entidades apontam para valores da ordem dos 32 TWh para o potencial energético bruto total dos nossos cursos de água, dos quais cerca de 25 TWh e 21 TWh são considerados como técnica e economicamente aproveitáveis, respetivamente.

O início do aproveitamento e utilização deste potencial energético iniciou-se em Portugal em finais do século XIX, mais propriamente na última década desse século e o início do século XX assistiu ao progressivo aparecimento de largas dezenas de realizações de aproveitamentos hidroelétricos, a maioria de potência muito reduzida, inferior a 100 kW.

Merece especial referência a Lei n.º 2002, publicada em 26 de Dezembro de 1944, da autoria do grande paladino da eletrificação do País que foi o Engenheiro Ferreira Dias (1900-1966). É este diploma que vem estabelecer de forma coerente e sistematizada as bases da produção, transporte e distribuição da energia elétrica no nosso país [10].

Em Outubro de 1945 são constituídas as empresas Hidro-Elétrica do Cávado (HICA) e Hidro-Elétrica do Zêzere (HEZ), dando-se início à construção dos dois primeiros grandes

aproveitamentos hidroelétricos portugueses: Castelo de Bode (Figura 1) no Zêzere e Venda Nova no Rabagão (Central de Vila Nova), os quais viriam a ser inaugurados já no início da década de 50, mais precisamente em 1951. Em 1947 surge a Companhia Nacional de Eletricidade (CNE), à qual é outorgada a concessão da rede de transporte, com a missão de interligar os sistemas produtores do Cávado e Zêzere entre si e com os sistemas existentes, além de garantir o abastecimento aos grandes centros de consumo.

Na década de 50 são criadas a Hidro-Elétrica do Douro (HED) e a Empresa Termoelétrica Portuguesa (ETP) e têm lugar os desenvolvimentos dos sucessivos aproveitamentos

realizados nas bacias do Cávado e Zêzere, bem como o início do aproveitamento do Douro Internacional, assistindo-se então a uma autêntica “década de ouro” no campo da hidroeletricidade.

Os anos sessenta correspondem a uma nova fase do desenvolvimento do sistema electroprodutor uma vez que o crescimento dos consumos justifica a introdução de grupos térmicos de grande dimensão por razões de garantia da sua satisfação a nível global. Surgem assim as centrais termoelétricas da Tapada do Outeiro e do Carregado e assiste-se a uma desaceleração na evolução do subsistema hidráulico, o qual regista uma retoma na segunda metade da década com o lançamento dos primeiros escalões do Douro Nacional (Carrapatelo, Régua e Valeira).



Figura 1. Aproveitamento hidroelétrico de Castelo de Bode no rio Zêzere (1951)

De assinalar ainda nesta década a criação, em Dezembro de 1969, da Companhia Portuguesa de Eletricidade (CPE) resultante da fusão das grandes empresas do sector da produção e transporte de energia eléctrica: HICA, HEZ, HED, ETP e CNE.

As décadas de setenta e oitenta são em geral caracterizadas por elevadas taxas de crescimento dos consumos de eletricidade, consequência do desenvolvimento económico do país e de outros fatores, designadamente a eletrificação em superfície levada a cabo. Este crescimento de consumos é satisfeito pela continuação da introdução de grupos térmicos de cada vez maior dimensão e pelo prosseguimento do programa hidroelétrico. Entretanto, em Junho de 1976, na sequência do Decreto-Lei n.º 502, é criada a Eletricidade de Portugal - Empresa Pública (EDP), a qual tem por objetivo principal o estabelecimento e a exploração do serviço público de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica no território do continente. A EDP é o resultado da fusão da CPE, entretanto nacionalizada (1975), com mais onze empresas do sector eléctrico ligadas à pequena produção e à distribuição de energia eléctrica.

Chegados ao final da primeira década do século XXI, a situação do aproveitamento dos nossos recursos hidroelétricos podia caracterizar-se sucintamente do seguinte modo:

- já aproveitados e em construção temos cerca de 11,6 TWh (não considerando o PNBEPH)
- identificados como candidatos a integração no sistema electroprodutor estão cerca de 6,6 GWh (aproveitamentos de grande e média dimensão)
- restam cerca de 2 TWh realizáveis em aproveitamentos de pequena dimensão (mini-hídricos)

Em termos de potência instalada, a componente hidroelétrica corresponde a cerca de 45% da potência total, representando, em ano médio, cerca de 30% da emissão total de energia.

A relevância destes valores, mas sobretudo a importância decisiva dos aproveitamentos hidroelétricos em termos da gestão do sistema electroprodutor pela sua excelente flexibilidade na adaptação ao regime do diagrama de cargas, aliados, em certos casos, à sua missão como aproveitamentos de fins múltiplos, aconselham claramente uma intensificação do programa de realizações hidroelétricas, uma vez que ainda falta aproveitar mais de 50% do potencial nacional. Aliás, no panorama europeu, a nossa posição é muito pouco lisonjeira, como se pode verificar na figura 2.

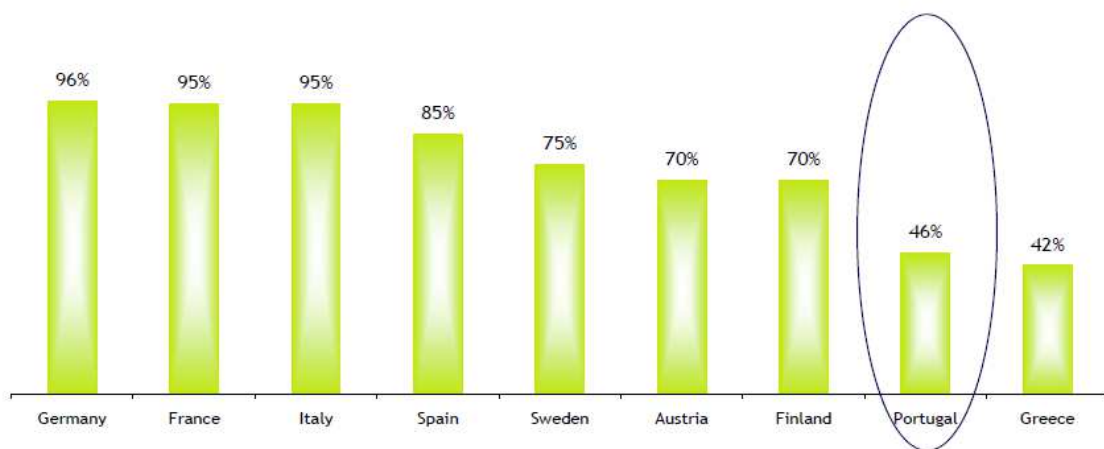


Figura 2. Potencial hidroelétrico aproveitado no final da 1ª década séc. XXI (REN)

3. A valia atual dos aproveitamentos hidroelétricos

A valia de um aproveitamento hidroelétrico era medida em termos da energia elétrica que poderia fornecer em ano médio, ou seja, em certa medida, em termos do combustível fóssil que poderia poupar ao sistema electroprodutor. A valorização da energia hidroelétrica assentava assim numa comparação técnico-económica direta com a solução alternativa termoelétrica, a qual correspondia a um agravamento da nossa dependência do exterior. O aproveitamento hidroelétrico corresponde à exploração de um recurso endógeno, não poluente, além de outras excelentes características que o permitem apreciar à luz de outros critérios mais abrangentes e que traduzem uma reapreciação em alta do seu verdadeiro valor. Hoje existe a noção plena que a valia de um aproveitamento hidroelétrico deve ser encarada com base numa multiplicidade de fatores, que conduzem a uma revalorização dos mencionados aproveitamentos face à análise clássica. São eles a valia dinâmica, a de emergência e a ambiental.

A valia dinâmica corresponde, basicamente, à característica dos centros produtores hidroelétricos poderem responder, sem qualquer dificuldade e em tempo muito curto, a grandes variações da procura ou até da oferta, devido à saída intempestiva de grandes unidades termoelétricas. Esta componente da valia elétrica depende de diversos fatores, como, por exemplo, a maior ou menor capacidade de armazenamento / regularização e a existência ou não de equipamento reversível (turbinamento/ bombagem).

Os aproveitamentos de grande capacidade de regularização prestam ainda um serviço adicional inestimável em termos da garantia do abastecimento global da procura em situações muito críticas, evitando o aparecimento de ruturas do sistema electroprodutor, a que corresponde uma valia adicional designada por valia de emergência.

Por outro lado, também a produção termoelétrica contribui com emissão de gases nocivos para o ambiente, nomeadamente os gases de efeito de estufa (CO₂) e, também, de SO₂, NO_x e cinzas, principalmente no caso de o

combustível ser o carvão (em vez do gás natural). Como se sabe, o peso da componente “ambiente” na avaliação de projetos de produção de energia elétrica é preponderante, pelo que nos surge aqui a noção de valia ambiental associada a um projeto hidroelétrico.

Assim, em síntese, vemos que associado a um projeto hidroelétrico aparece um valor económico que é constituído pela soma de várias parcelas, a saber: a valia elétrica de referência, a valia dinâmica, a valia de emergência (nos casos dispondo de uma importante reserva e de localização estratégica) e a valia ambiental. Este conjunto de valias permite equacionar de forma mais correta e adequada a opção de construção ou não de um dado aproveitamento em comparação com outro.

Importa sublinhar que o uso da água deve ser feito prioritariamente com outros fins que não apenas a produção de energia elétrica, nomeadamente o abastecimento das populações e a agricultura, pelo que na maior parte dos casos as novas realizações devem ser encaradas sob uma ótica mais abrangente, como potenciais Aproveitamentos de Fins Múltiplos. Entre as diversas funções associadas a esses aproveitamentos poderíamos citar, nomeadamente:

- o abastecimento de água (populações, indústria e pecuária) e rega;
- a contribuição para mitigar os efeitos danosos em situações extremas de escassez ou abundância excessiva de caudais (garantia de caudais ecológicos e ambientais satisfatórios a jusante, visando reduzir os efeitos da poluição difusa; contribuição para o amortecimento dos caudais de ponta de cheia);
- a possibilidade de criação de reservas de água para facilitar o combate ao terrível flagelo dos incêndios florestais
- a criação de condições necessárias à navegabilidade comercial e turística (no caso de certos cursos de água e em determinadas zonas mais ou menos extensas dos mesmos);

- a produção de energia elétrica;
- a criação de condições para práticas de recreio e lazer.

Perante as múltiplas valias apresentadas e tratando-se dum precioso recurso endógeno renovável, parece claro que faz todo o sentido que se prossiga e se intensifique o aproveitamento dos recursos hídricos ainda não considerados, particularmente os da bacia portuguesa do rio Douro, a qual constitui uma das maiores valências dos recursos hídricos nacionais. É nesta bacia que se concentra a maior parte dos mais de 50% dos recursos hídricos nacionais ainda não aproveitados.

4. Potencial hídrico da bacia do rio Douro e situação na parte portuguesa

Com uma bacia hidrográfica de mais de 97 500 km², capaz de gerar em ano médio, em regime de escoamento natural, cerca de 23 200 hm³, o rio Douro constitui o maior potencial hídrico da Península Ibérica. A área da bacia é partilhada desigualmente pelos dois países ibéricos, correspondendo a parte portuguesa a aproximadamente um quinto (situada a jusante) e a parte espanhola a quatro quintos (situada a montante). Em termos do potencial hídrico a proporção indicada altera-se significativamente já que a bacia portuguesa é bastante mais favorecida em termos de precipitação pluviométrica, o que conduz a um valor anual médio gerado de cerca de 8 200 hm³, ou seja 35% do total, contra 15 000 hm³ da bacia espanhola (65%) [sitio na internet: www.inag.pt].

Em regime de escoamento livre, os caudais do rio Douro e dos seus afluentes caracterizam-se por uma irregularidade considerável, traduzindo uma forte e direta dependência da variabilidade das precipitações. Assim, a caudais de estiagem de valor insignificante, sucedem-se caudais de inverno de valor muito elevado que podem ir até ao ponto de causar cheias, provocando a saída das águas do seu leito habitual e provocando danos e prejuízos de vulto às populações ribeirinhas.

No sentido de se obter uma conveniente regularização dos caudais e permitir um aproveitamento tanto quanto possível integral, adequado e eficaz das águas do Douro e seus afluentes, foram sendo realizadas inúmeras obras hidráulicas, particularmente na bacia espanhola, quer para a produção de energia hidroelétrica quer para o abastecimento das populações e satisfação das suas necessidades básicas, bem como para a rega e para serviço da atividade industrial.

Efetivamente, possuidores da parte da bacia situada a montante e sabendo que o escoamento das águas se processa de acordo com as leis da gravidade, os nossos vizinhos espanhóis levaram a cabo um significativo conjunto de obras hidráulicas que lhes permitem, na presente data, um armazenamento de cerca de 7 500 hm³, ou seja cerca de 50% do valor total médio anual gerado pela sua bacia [sitio na internet: www.mma.es]. Este valor, que em futuro próximo deverá ultrapassar os 8 000 hm³, possibilita claramente os meios suficientes para suprir as necessidades de água para uso e consumo das populações, bem como contribuir para a redução do nível de poluição das águas fluviais em períodos estivais de escassez de caudais e para permitir um amortecimento significativo das pontas mais elevadas dos caudais de cheia.

Sendo detentores da parte da bacia situada a jusante e igualmente conhecedores das leis da gravidade, os portugueses adotaram uma atitude de singular confiança, quer no trabalho dos seus vizinhos, quer na aposta de uma regularidade das precipitações pluviométricas, deixando praticamente a totalidade da sua bacia em regime de escoamento livre. Esta situação, que é no mínimo incompreensível, tem sido e ainda continua a ser fonte de inúmeros problemas e de situações potencialmente catastróficas, com elevados riscos para pessoas e bens, além de constituir um desperdício perfeitamente irracional e inaceitável de um recurso endógeno renovável fabuloso.

Os cinco aproveitamentos hidráulicos já mencionados, realizados na década de setenta e até meados da de oitenta no troço do Douro Nacional (Pocinho, Valeira, Régua,

Carrapatelo e Crestuma), permitiram o estabelecimento de um canal navegável com mais de 200 km de extensão, entre a foz do rio e a povoação de Barca d'Alva/Vega de Terrón, mas revelam-se perfeitamente incapazes de qualquer efeito significativo em termos de regularização de caudais e, muito menos ainda, em termos de laminagem de pontas de cheias.

Para os cerca de 8 200 hm³ gerados em ano médio pela bacia portuguesa do Douro, dispomos no presente de apenas de cerca de 400 hm³ de capacidade de armazenamento, que serão elevados para um pouco mais do dobro com a entrada do aproveitamento do Baixo Sabor. Trata-se de um valor insuficiente, cujos efeitos são bem visíveis, sobretudo quando ocorrem períodos de precipitações mais intensas.

Os responsáveis por esta situação somos nós, ao não termos dotado a nossa bacia do Douro, em especial os seus afluentes principais da margem direita (Sabor, Tua, Pinhão, Corgo e Tâmega) e também da margem esquerda (Côa e Paiva) das obras hidráulicas de que ela carecia para permitir uma gestão mínima dos caudais nela gerados. Só profunda ignorância ou clara má fé podem acusar os nossos vizinhos de nos inundarem, efetuando descargas de caudais elevados! Nada de mais errado!... É caso para afirmar que quando nos damos ao luxo de entregar à pura lógica das leis da gravidade a escorrência das águas, não nos podemos queixar dos infortúnios que tal situação inevitavelmente acarreta!...

5. Soluções possíveis

Não podemos deixar passar em claro esta situação e manter um forte alerta para a situação em que ainda atualmente se encontra a bacia portuguesa do rio Douro. A entrada do Baixo Sabor e Foz Tua vão minorar aquilo que era um atentado ao interesse público e um forte desperdício dos nossos recursos. Espera-se que a progressiva concretização do PNBEPH [11], permita ultrapassar esta situação que traduzia um elevado índice de incapacidade de garantia dos abastecimentos mínimos de água para uso e consumo das populações durante os períodos de estiagem, a par duma total impotência e inoperância em períodos de cheia.

A propósito de cheias e seus efeitos nefastos, cabe aqui observar que o amortecimento dos caudais de ponta de cheia no leito principal do rio Douro apenas se poderá alcançar através da construção de barragens criando albufeiras com adequada capacidade de armazenamento nos cinco principais afluentes (Côa, Sabor, Tua, Paiva e Tâmega).

Do ponto de vista energético a situação dos cinco escalões do Douro Nacional, do tipo fio de água, é paradoxal: apresentam níveis de produção baixíssimos, ou mesmo nulos, quando os caudais afluentes ultrapassam os 2 000 m³/s. Com efeito o desnível entre as cotas de montante e de jusante reduz-se de forma drástica, conduzindo à situação clássica de “afogamento” dos respetivos grupos. Por outro lado, durante o período de estiagem, com caudais muito reduzidos, é óbvio que o nível de energia produzido não pode ser elevado... No que segue são apresentadas algumas das soluções possíveis para tentar ultrapassar a situação e deixar claro aos leitores que eventuais consequências nefastas futuras, não são mais que o resultado duma inexplicável desatenção e incompreensível marasmo por parte das entidades competentes. O PNBEPH, aprovado em finais de 2007 e atualmente em fase de execução, constitui sem dúvida um ponto muito positivo a registar neste domínio, embora não esteja isento de riscos e de críticas.

Recordemos, entretanto, algumas das propostas elaboradas no passado pelas entidades com responsabilidades na matéria, as quais foram sendo sucessivamente revistas, mas que, até ao aparecimento do PNBEPH, permaneceram praticamente sem qualquer concretização.

Há cinco décadas, no início dos anos 60, a HED apresentava o “Plano Geral de Aproveitamentos Hidráulicos do Rio Douro e seus Afluentes”[1] o qual contemplava, para além dos 3 escalões do troço internacional (dois em exploração - Picote, Miranda - e um ainda em construção, Bemposta) e dos 5 escalões do troço nacional já referidos, cerca de duas dezenas de aproveitamentos a instalar nas 5 principais bacias de afluentes (Côa, Sabor, Tua, Paiva e Tâmega). Estas duas dezenas de aproveitamentos visavam, para além do seu aproveitamento energético, contribuir para a garantia dos

abastecimentos de água para rega e uso urbano, bem como para mitigar os prejuízos causados por situações hidrológicas extremas (amortecimento de caudais de cheia e redução do grau de poluição das águas fluviais em períodos críticos). Este facto ficava essencialmente a dever-se aos diversos escalões dotados de albufeira de suficiente capacidade de armazenamento, que no seu total permitiam um valor global de armazenamento próximo dos 7 000 hm³, com destaque especial para os escalões previstos para a bacia do Sabor, o de Quinta das Laranjeiras e o de Sampaio, de 1 520 hm³ e 1 700 hm³, respetivamente.

Aquele valor total de armazenamento representava cerca de 85% do volume total gerado em ano médio pela bacia portuguesa do Douro, o que fornecia os meios para uma gestão eficaz dos caudais em situações meteorológicas extremas.

A decisão de realizar os cinco aproveitamentos sobre o troço nacional do rio, ainda que correta, teve o efeito perverso de adiar sucessivamente a implementação da necessária e suficiente capacidade de regularização, com exceção de

escassos 115 hm³ disponibilizados em 1988, com a entrada em serviço no troço terminal do rio Tâmega do escalão do Torrão.

Entretanto, a partir de 1970, foram sendo realizados diversos estudos, a nível de Inventários e de Planos Gerais, cujo objetivo era o de proceder à revisão e atualização dos esquemas previstos nos Planos Gerais que a HED realizara nos finais dos anos 50 e inícios de 60. Tais estudos incidiram essencialmente sobre as bacias do Tâmega [5], do Alto Tua [3], do Baixo Sabor [2], do Côa [4] e do Paiva [6]. Depois destes inúmeros estudos e após sucessivas iterações, foi-se conduzido à definição do esquema geral para a bacia nacional do rio Douro que se encontra ilustrado na figura 3.

Observe-se que neste último plano global a capacidade de armazenamento era já só de cerca de 4 500 hm³, surgindo portanto bastante reduzida quando comparada com os valores iniciais, mas mantendo-se em níveis que permitiam garantir os meios mínimos adequados para a correta gestão do potencial hídrico da bacia.

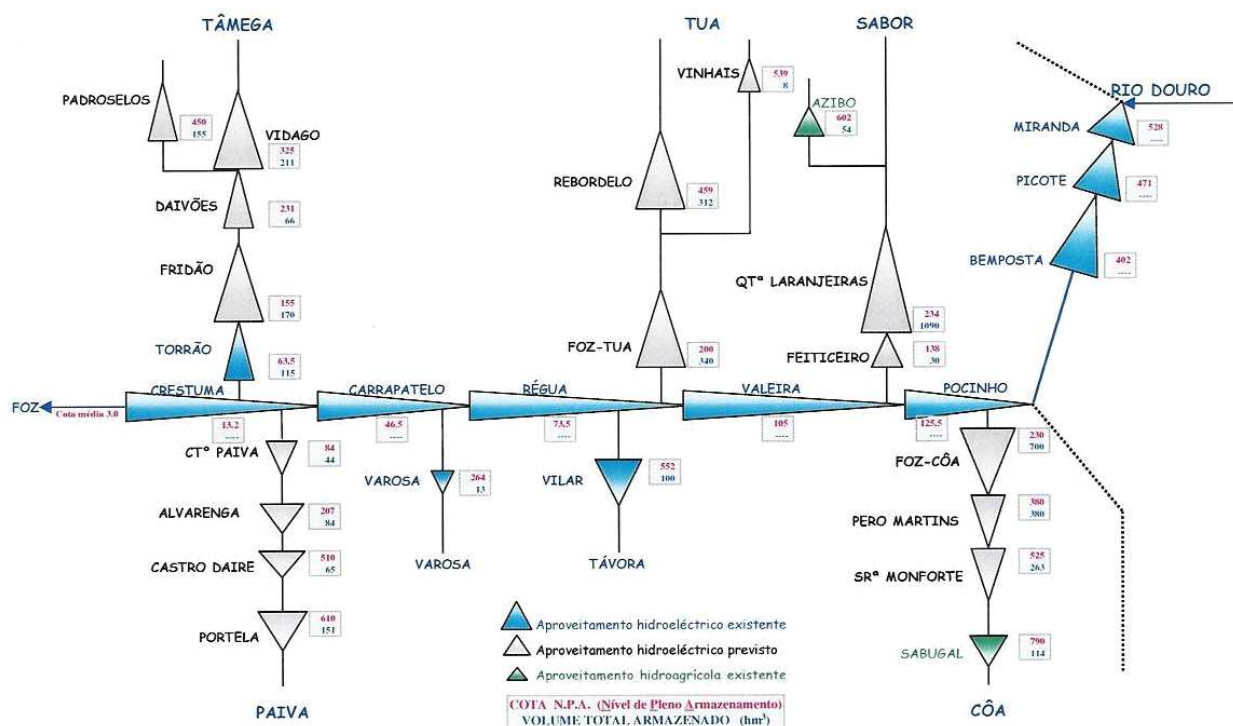


Figura 3. Esquema geral dos aproveitamentos existentes e em projeto na bacia do Douro

Com o aproximar do final da década de 80, pareceu que se havia finalmente adquirido a consciência da necessidade imperiosa de implementar diversas albufeiras nos afluentes nacionais do rio Douro, a começar, naturalmente, pelos situados o mais a montante possível, os rios Côa e Sabor. Foi assim lançado o aproveitamento de Foz Côa que iria constituir a primeira (e obviamente, insuficiente...) “reserva estratégica” de água a instalar no Douro Superior, à qual deveriam seguir-se outras no Baixo Sabor, no Alto Côa, no Tua, no Tâmega e no Paiva. A altíssima valia, a vários níveis, daquela reserva estratégica não foi no entanto suficiente para impedir uma decisão política mal fundamentada e altamente infeliz tomada em Janeiro de 1996, fazendo não só o problema regressar à estaca zero, como acarretando elevadíssimos prejuízos materiais integralmente suportados pelo erário público!

Quase duas décadas decorridas sobre a desastrada e discutível decisão, não será despidendo recordar o compromisso, então assumido, de lançar de imediato um novo aproveitamento situado na mesma área geográfica, na bacia do rio Sabor, o qual se encontra finalmente agora em vias de conclusão (Baixo Sabor).

6. Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico

O Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico, é um plano do governo português com o objetivo de identificar e definir prioridades para os investimentos a realizar em aproveitamentos hidroelétricos no horizonte 2007-2020.

A principal meta do PNBEPH era, através de novos grandes aproveitamentos hidroelétricos a implementar, atingir uma capacidade instalada hidroelétrica nacional superior a 7 000 MW em 2020 (“Ministério da Economia e da Inovação, 2007, Uma Política de Energia com Ambição”). Estes aproveitamentos hidroelétricos devem assegurar valores de potência instalada adicional da ordem de 2 000 MW, contribuindo desta forma para o cumprimento do objetivo estabelecido pelo Governo em termos de produção de

energia com origem em fontes renováveis para o ano 2020, redução da dependência energética nacional e redução das emissões de CO₂.

Para a elaboração do PNBEPH, foi feito um conjunto de estudos e procedimentos desenvolvidos em duas fases: a fase A onde foi elaborado o “Projeto do Programa” e o “Relatório Ambiental”; e a fase B correspondente ao desenvolvimento do processo de participação pública, documentos de divulgação, Relatório de Consulta e a integração dos resultados desse processo nos documentos finais: “Programa” e “Declaração Ambiental”.

Curiosamente o PNBEPH surge de uma forma um pouco paradoxal... A situação que se vivia em meados da década passada em termos hídricos era por si só mais do que suficiente para que se encarasse de frente o desafio e se lançasse mãos à obra no sentido de dotar a bacia portuguesa do Douro dos meios indispensáveis para permitir utilizar eficazmente os seus preciosos recursos hídricos. Com essa ação poder-se-ia melhorar significativamente a nossa dependência energética através da introdução de uma forte componente de recursos renováveis, garantir uma melhor segurança do sistema electroprodutor em situações de contingência e melhorar a segurança das pessoas e bens, em especial daqueles que, pela sua proximidade ao rio, se encontram mais ameaçados em situações extremas, além de contribuir para elevar a qualidade de vida das populações envolvidas ao nível a que têm legítimo direito.

No entanto, a verdadeira razão para o aparecimento em 2007 do PNBEPH foi, a nosso ver, o resultado da progressiva introdução desde 1995 no sistema electroprodutor português de uma forte componente eólica, cuja taxa de penetração estava a atingir um valor absolutamente limite.

Em resumo, podemos referir que o PNBEPH foi um estudo levado a cabo durante o ano de 2007 e tendo por base três pressupostos essenciais:

- a produção de eletricidade com base em fontes de energia renovável;

- a redução da dependência energética nacional;
- a redução das emissões de CO₂.

Neste estudo, a componente hidroelétrica de regularização assume claramente uma importância decisiva, de forma a poder ser garantida uma segurança mínima de abastecimento de energia elétrica. De facto, a progressiva introdução de energia de origem eólica exige, como prioridade, o reforço da componente hídrica com capacidade de regularização (armazenamento) e de sistemas de bombagem. Foram analisados no total 25 empreendimentos e foram retidos apenas dez para implementação até 2020, com o objetivo de ultrapassar os 7000 MW de componente hídrica, correspondentes a cerca de 70% do potencial total nacional em termos de potência.

Os 25 aproveitamentos candidatos eram:

- Assureira (Rio Lima);
- Povia e Pinhosão (Rio Vouga);
- Asse-Dasse, Girabolhos, e Midões (Rio Mondego);
- Almourol, Santarém, Erges e Alvito (Rio Tejo);

- Atalaia, Senhora do Monforte, Pero Martins, Sampaio, Mente, Rebordelo, Foz Tua, Castro Daire, Alvarenga, Castelo de Paiva, Padroselos, Vidago, Daivões, Fridão e Gouvães (Rio Douro).

Após a análise deste conjunto de aproveitamentos hidroelétricos previamente inventariados pela REN, foram selecionados os aproveitamentos considerados mais viáveis e interessantes para o cumprimento das metas estabelecidas, com base na definição e análise de alternativas, considerando aspetos técnicos, económicos, sociais e ambientais associados. Assim, foram selecionados: Padroselos, Daivões, Fridão, Gouvães e Vidago, na bacia do rio Tâmega, Foz Tua, no rio Tua, Pinhosão (Vouga), Girabolhos (Mondego), Alvito (Ocreza) e Almourol (Tejo), cujas características iniciais previstas constam da Tabela 1 [11]. Destes dez empreendimentos, mais de metade situa-se na bacia do rio Douro, como seria de esperar.

De referir que os empreendimentos analisados no Plano correspondiam na sua grande maioria a casos que haviam já sido considerados e estudados em vários documentos anteriormente elaborados por diversas entidades. A implementação do PNBEPH encontra-se neste momento em curso, ainda que parcialmente, dado que três dos empreendimentos propostos não encontraram promotores interessados.

Tabela 1. Características previstas inicialmente no PNBEPH

Características previstas no Programa e que serviram de base ao lançamento de concursos de adjudicação

Aproveitamento	Bacia Hidrográfica	Curso de água	Cota NPA Referência (m)	Cota NPA Máxima (m)	Área da bacia (km ²)	Capacidade da albufeira (hm ³)	Potência Instalada (MW)	Produtibilidade média anual (GWh) produção primária
Foz-Tua	Douro	Rio Tua	160	200	3 822	310	234	340
Gouvães	Douro	Rio Torno	883.5	890	100	13	112	153
Padroselos	Douro	Rio Beça	450	450	315	147	113	102
Alto Tâmega	Douro	Rio Tâmega	312	322	1 557	96	90	114
Daivões	Douro	Rio Tâmega	231	250	1 984	66	109	148
Fridão	Douro	Rio Tâmega	160	180	2 630	195	163	299
Pinhosão	Vouga	Rio Vouga	290	300	401	68	77	106
Girabolhos	Mondego	Rio Mondego	300	310	980	143	72	99
Alvito	Tejo	Rio Ocreza	200	240	968	209	48	62
Almourol	Tejo	Rio Tejo	24	25			36	96
Total							1 054	1 519

Sendo atualmente inquestionável o interesse pelo desenvolvimento das energias de fontes renováveis, tudo aponta para que a sua evolução se deva processar no sentido de aumentar o seu peso no contexto energético geral, mas sempre com natural salvaguarda da segurança de abastecimento, o que nos leva a crer que o Plano reúne todas as condições para prosseguir com êxito, abrindo um novo ciclo em termos de aproveitamentos hidroelétricos no nosso país e constituindo um passo muito significativo para ultrapassar a situação de atavismo vivida durante quase duas décadas.

7. Conclusões

Portugal apresenta um potencial hidroelétrico tecnicamente explorável muito significativo, tendo em conta a sua reduzida extensão territorial. Este potencial hidroelétrico encontra-se incompletamente aproveitado, ao nível de apenas escassos 50 % , acarretando elevados prejuízos técnicos, económicos e sociais para o País. Inexplicavelmente, após os problemas e as vicissitudes vividas e sofridas na década de 90 pelo programa hidroelétrico com os estudos de impacte ambiental, pretensamente muito rigorosos mas, sobretudo, fortemente polémicos pelos impactes identificados, de que Foz-Côa é o mais infeliz exemplo, o nosso País assistiu, ano após ano, a um quase total abandono do projeto hidroelétrico inicial. Este abandono, felizmente alterado a partir de 2008, era particularmente inquietante no que se referia à bacia portuguesa do Douro, com o desperdício de um recurso endógeno fabuloso e a sujeição aos caprichos das águas descontroladas.

O enorme investimento entretanto realizado a nível de uma outra forma de energia renovável endógena (energia eólica), altamente variável e sem possibilidade de armazenamento direto, ainda que louvável, não permite dispensar de modo algum o recurso à energia hidroelétrica. Pelo contrário, antes a recomenda vivamente, sobretudo se pretendermos assegurar a garantia de potência do sistema electroprodutor para responder às solicitações do consumo.

Apesar dos últimos sinais positivos, é difícil perceber como foi possível a situação em que (ainda) se encontra o (des)aproveitamento dos recursos hídricos nos afluentes da bacia portuguesa do rio Douro. Mais de meio século depois das primeiras realizações no Douro Internacional é triste verificar que a bacia portuguesa ainda dispõe de uma reduzida capacidade de armazenamento nos seus afluentes que inviabiliza uma correta gestão global dos recursos.

Apesar das dificuldades económicas e financeiras que o país atravessa, impõe-se continuar a realização das infraestruturas necessárias à disponibilização das funções hídricas e energéticas proporcionadas por aproveitamentos hidráulicos de fins múltiplos, numa clara aposta nos nossos recursos endógenos e na capacidade de realização da engenharia portuguesa.

8. Bibliografia

- [1] Plano Geral do Aproveitamento Hidráulico do rio Douro e seus Afluentes- Hidro-Eléctrica do Douro, Porto, 1959/60
- [2] Rio Sabor- Plano Geral, CPE-DPH, Out. 1974
- [3] Plano Geral do Alto Tua, CPE-DEH, Jul. 1975
- [4] Inventário de Recursos Hidroelétricos da Bacia do rio Côa, EDP-DEH, Nov. 1977
- [5] Inventário de Recursos Hidroelétricos da Bacia do rio Tâmega, EDP-DE-SEH, Março 1981
- [6] Inventário de Recursos Hidroelétricos da Bacia do rio Paiva, EDP-DOEPT-SEH, Setembro 1982
- [7] Plano de Novos Centros Produtores 1986-2010, EDP-OCPL, Dez. 1985
- [8] Aproveitamento Hidráulico do Douro, EDP, 1986
- [9] Recursos hídricos do rio Douro e sua utilização, INAG/COBA, Abril 1995
- [10] Hidroeletricidade em Portugal - memória e desafio, REN, 2002
- [11] PNBEPH-Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico, Memória, Desenhos e Anexos, INAG, 2007

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



André Filipe Pereira Ponte

1110433@isep.ipp.pt

Frequenta o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEESEE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP), tendo completado o grau de licenciatura em Engenharia de Sistemas (LES) no ISEP em 2013/2014. As suas áreas de interesse estão vocacionadas para sistemas inteligentes aplicados a redes elétricas de energia (Smart Grids).



António Augusto Araújo Gomes

aag@isep.ipp.pt

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Professor do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS - Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica.



António Carlos Sepúlveda Machado e Moura

Natural do Porto (1950), é licenciado (1973) e doutorado (1984) em Engenharia Eletrotécnica pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Desenvolveu trabalho de investigação na *Direction des Études et Recherches* da *Electricité de France* (EDF), para a preparação do grau de Doutor (1979-82).

Professor Catedrático da FEUP desde Novembro de 1991. É membro eleito do Conselho de Departamento de Engenharia Eletrotécnica e Computadores e do Conselho Científico da FEUP.

Promoveu a criação, instalação e montagem do Laboratório de Alta Tensão (LAT) da FEUP.

Tem dedicado particular atenção aos problemas relativos à produção de energia elétrica por recurso a fontes renováveis, em especial a energia hidroelétrica.

Membro efetivo da Ordem dos Engenheiros, assume as funções de Presidente do Colégio Nacional de Engenharia Eletrotécnica para o mandato de 2013-2016.

Colabora com a Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES) na área da Engenharia Eletrotécnica e Computadores, tendo participado em diversas Comissões de Avaliação Externa (CAE).



Carlos Valbom Neves

c.neves@tecnisis.pt

Com formação em Engenharia Eletrotécnica, pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e licenciatura em Gestão de Empresas, tendo colaborado com a FESTO, PHILIPS, ABB – Asea Brown Boveri, Endress&Hauser e TECNISIS. É especialista em Instrumentação, Controle de Processos Industriais e em Sistemas de Aquecimento e Traçagem Elétrica. Tem cerca de 25 anos de experiência adquirida em centenas de projetos executados nestas áreas. Vive no Estoril, em Portugal.

TECNISIS

Tecnisis é especialista em Sistemas de extinção automática de incêndios, em instrumentação industrial, em sistemas para zonas perigosas ATEX e em medição de visibilidade e deteção de incêndios em túneis rodoviários. A Tecnisis tem 25 anos de atividade em Portugal com milhares de aplicações em todos os segmentos da indústria.

www.tecnisis.pt



José Carlos P. Cerqueira

1140189@isep.ipp.pt

Frequenta o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEESEE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP), tendo completado o grau de licenciatura em Engenharia Eletrotécnica na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em 2013/2014. As suas áreas de interesse estão vocacionadas para as energias renováveis sistemas inteligentes aplicados à gestão de equipamentos de redes elétricas de energia.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Maria Judite Madureira Da Silva Ferreira

mju@isep.ipp.pt

Diretora e docente na licenciatura de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (LEE-SEE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP). As suas áreas de investigação são relacionadas com Redes Elétricas.



Luís Miguel Pereira da Costa Rodrigues

1100356@isep.ipp.pt

Frequenta o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEESE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP). As suas atividades de pesquisa atuais estão focadas em Wireless Power.



Mário André da Silva Fonseca

1140191@isep.ipp.pt

Frequenta o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEESE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP), tendo completado o grau de licenciatura em Engenharia Eletrotécnica na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em 2013/2014. As suas áreas de interesse estão vocacionadas para as energias renováveis e sistemas inteligentes aplicados à gestão de equipamentos de redes elétricas de energia.



Nelson José Domingues Machado Gonçalves

negoncalves@autosueco.pt

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Engenharia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Desde agosto de 2009 que desempenha funções na Auto Sueco, na Direção de Equipamentos Industriais, no apoio técnico e comercial à representação de grupos eletrotécnicos.



Auto Sueco

Empresa do grupo NORS, é responsável pela representação em Portugal de veículos pesados da marca Volvo, motores industriais e marítimos da Volvo Penta e soluções de energia da SDMO.



Paulo Gonçalves

paulo.goncalves@exporlux.pt

Bacharelato e Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto. Pós-Graduação em Gestão de Vendas, Escola de Gestão do Porto.

De 1985 a 1988, Empregado de Armazém / Atendimento ao Público, DIODO, LDA. De 1988 a 1997, Técnico Comercial / Gestor de Produto, CASA DAS LAMPADAS, LDA. De 1997 a 2011, Técnico Comercial / Gestor de Negócio, SCHREDER – Iluminação, SA. Desde 2011, Diretor Coordenador Comercial, EXPORLUX – Iluminação, SA.



Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo

pma@isep.ipp.pt

Mestre em Automação, Instrumentação e Controlo pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Aluno do Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001. Desenvolveu atividade de projetista de instalações elétricas de BT na DHV-TECNOPOR.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Pedro Miguel Lopes Pereira

1100367@isep.ipp.pt

Frequenta o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP). As suas áreas de investigação são relacionadas com Smart Grids



Rui Paulo Ramos De Castro

rrc@isep.ipp.pt

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto e Mestre em Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade de Aveiro. Atualmente, frequenta o Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e Computadores na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto na área de Sistemas de Elétricos de Energia e Especialista em Eletricidade e Energia do Departamento de Engenharia Eletrotécnica. Desenvolve o seu trabalho na área de projetos de instalações elétricas de média e baixa tensão bem como em infraestruturas de telecomunicações, tendo uma atividade regular no âmbito de projetos, de consultoria técnica e cooperação com empresas do sector.

Investigador do Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão.



Sérgio Filipe Carvalho Ramos

scr@isep.ipp.pt

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Elétricos de Energia, pelo Instituto Superior Técnico de Lisboa. Aluno de doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa. Docente do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do curso de Sistemas Elétricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica. Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 2002.

