

# EUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica

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

Como é habitual nesta altura do ano, sem interrupções desde há catorze anos, voltamos à vossa presença com mais uma publicação da nossa revista. No meio de uma crise pandémica em que ainda não se consegue prever o seu fim, nem as consequências devastadoras que poderá deixar na nossa sociedade, particularmente na economia mundial, nunca como agora as questões relacionadas com os problemas ambientais, a sustentabilidade, a transição energética e as energias renováveis, tomam uma importância acrescida e determinante para o nosso futuro. No âmbito destas questões, fomos publicando ao longo dos últimos anos vários artigos técnicos e científicos muito interessantes, que procuraram dar uma contribuição e trazer uma mais valia na resolução, ou pelo menos na mitigação, destes problemas.

José Beleza Carvalho, Professor Doutor



Máquinas e Veículos Elétricos



Produção, Transporte e Distribuição Energia



Instalações Elétricas



Telecomunicações



Segurança



Gestão de Energia e Eficiência Energética



Automação, Gestão Técnica e Domótica

## ÍNDICE

- Editorial	3
- Esquemas de Ligação à Terra e Proteção das Pessoas em Instalações Elétricas de Baixa Tensão <b>José António Beleza Carvalho</b>	5
- <i>Core Loss Estimation Under Sinusoidal and Non-Sinusoidal Flux Densities Waveforms: Overview and Challenges</i> <b>Pedro Miguel Azevedo De Sousa Melo</b>	15
- De olhos postos no futuro: do <i>Mild Hybrid</i> ao <i>Fuel Cell</i> <b>Rui Jorge dos Santos Araújo e Conceição Baltazar</b>	23
- Baterias: a “alma” dos veículos elétricos não para de somar vantagens <b>Ricardo Manuel Oliveira Soares</b>	25
- Abordagem na Remodelação e Aumento de Capacidade de Linhas Aéreas de Muito Alta Tensão <b>Nuno Miguel de Deus Anselmo Silva</b>	27
- Estudo de alteração de um sistema de climatização de uma unidade hospitalar: avaliação económica <b>Paulo Sérgio Fernandes Barros</b>	33
- Emissões de CO <sub>2</sub> e Produção de Resíduos Radioativos pelas Fontes Energéticas em Portugal <b>Ana Catarina Aguiar Leitão Barbosa, Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira</b>	39
- Grau de Proteção Assegurados pelos Invólucros <b>António Augusto Araújo Gomes, Sérgio Filipe Carvalho Ramos</b>	45
- Autores	48

## FICHA TÉCNICA

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

Estimados leitores

Como é habitual nesta altura do ano, sem interrupções desde há catorze anos, voltamos à vossa presença com mais uma publicação da nossa revista. No meio de uma crise pandémica em que ainda não se consegue prever o seu fim, nem as consequências devastadoras que poderá deixar na nossa sociedade, particularmente na economia mundial, nunca como agora as questões relacionadas com os problemas ambientais, a sustentabilidade, a transição energética e as energias renováveis, tomam uma importância acrescida e determinante para o nosso futuro. No âmbito destas questões, fomos publicando ao longo dos últimos anos vários artigos técnicos e científicos muito interessantes, que procuraram dar uma contribuição e trazer uma mais valia na resolução, ou pelo menos na mitigação, destes problemas.

Nesta edição da revista merece particular destaque um artigo científico, que é publicado em Inglês, sobre a estimação das perdas no ferro para formas de onda sinusoidal e não sinusoidal da indução magnética. Este é atualmente um assunto fundamental na conceção e no modo de funcionamento das máquinas elétricas, sendo um contributo determinante na conceção de máquinas elétricas especiais mais eficientes. O artigo faz uma análise científica detalhada sobre este assunto.

Os assuntos relacionados com a mobilidade e os veículos elétricos estão na ordem do dia. Atualmente, existem opções desenvolvidas com o objetivo de potenciar a eficiência energética dos veículos, procurando simultaneamente reduzir as emissões dos gases nocivos para os seres humanos e dos gases que contribuem para o agravamento do efeito de estufa. Existem, atualmente, várias soluções e tecnologias, desde soluções totalmente elétricas, a combinações de motores elétricos e a combustão; de carregamento em movimento, a carregamentos ligados à rede elétrica. Todas as soluções contribuem para o objetivo de reduzir as emissões de gases nocivos. Nesta edição da revista, publicam-se alguns artigos sobre o assunto, que efetuam uma análise comparativa das características e das várias soluções técnicas que existem atualmente disponíveis no mercado.

Outro assunto muito importante, também relacionado com a problemática da sustentabilidade ambiental, tem a ver com a remodelação e aumento da capacidade de transmissão das linhas de alta e muito alta tensão. Nesta edição, publica-se um interessante artigo sobre o aumento da capacidade de transporte de energia pelas infraestruturas existentes atualmente, contruídas nos anos 70. Estas instalações foram projetadas para um ciclo de vida económica e de engenharia de 50 anos. Agora requerem uma extensão do seu funcionamento, para conseguirem assegurar a devida qualidade do serviço. Atendendo a diversos constrangimentos para a construção de novas linhas aéreas, coloca-se a necessidade de otimização das instalações existentes torna-se uma prioridade antes de ponderar a construção de novas linhas aéreas. O artigo que é agora publicado procura definir uma metodologia na remodelação e aumento de capacidade das atuais Linhas Aéreas de Muita Alta Tensão.

Nesta edição publica-se um importante artigo técnico sobre as emissões de CO<sub>2</sub> e a produção de resíduos radioativos pelas fontes energéticas em Portugal. No artigo são apresentados os resultados do cálculo das emissões específicas e totais de dióxido de carbono, e da produção específica dos resíduos radioativos de alta atividade, para diferentes comercializadores de energia em Portugal Continental e Regiões Autónomas. Os resultados são obtidos através dum simulador de cálculo de emissões, desenvolvido para o estudo que é apresentado. A metodologia adotada no estudo está em conformidade com a legislação em vigor, a Diretiva nº16/2018.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos reconhecidamente importantes e atuais, como um artigo sobre os esquemas de ligação à terra e a proteção das pessoas contra contactos indiretos em instalações elétricas de baixa tensão, outro artigo sobre as instalações de climatização de uma unidade hospitalar, e outro sobre os graus de proteção assegurados pelos invólucros dos equipamentos utilizados nas instalações elétricas.

Fazendo votos que esta edição da revista “Neutro à Terra” satisfaça novamente as habituais expectativas dos nossos estimados leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

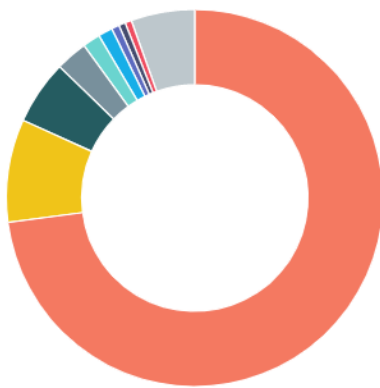
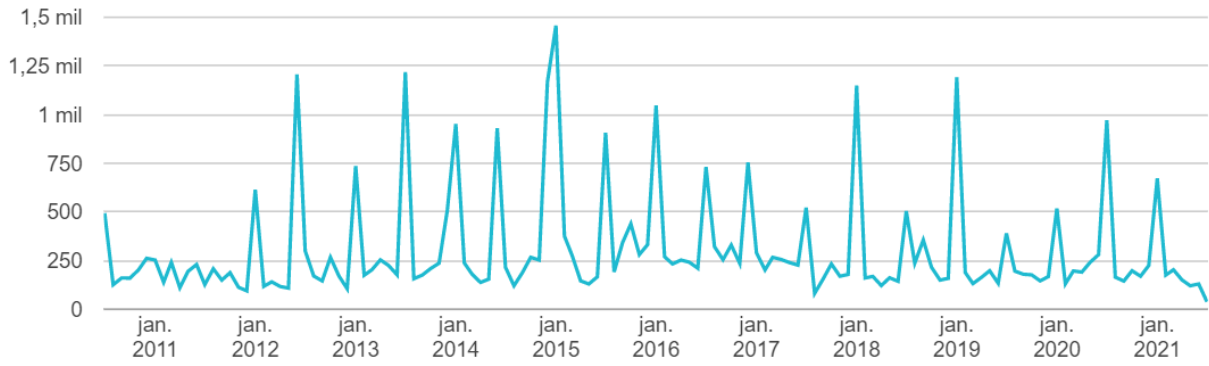
Porto, 30 de junho de 2021  
José António Belezinha Carvalho

Blog:

[www.neutroaterra.blogspot.com](http://www.neutroaterra.blogspot.com)

### Histórico de visualizações

**40 780**



Portugal	29,5 mil
Estados Unidos	3,57 mil
Brasil	2,23 mil
Alemanha	1,11 mil
Rússia	613
França	497
Angola	270
Reino Unido	230
Ucrânia	226
Outros	2,22 mil

## DE OLHOS POSTOS NO FUTURO: DO *MILD HYBRID* AO *FUEL CELL*

Caminhamos todos os dias para uma mobilidade mais sustentável. No entanto, a realidade é que sempre que falamos em carros ecológicos, pensamos logo em veículos 100 por cento elétricos. Mas não é só deste tipo de tecnologia que são feitos os veículos, seja do presente ou do futuro, “mais amigos” do ambiente. Na realidade, estamos rodeados de opções eletrificadas sustentáveis, desenvolvidas com o objetivo de potenciar a eficiência energética dos veículos, procurando simultaneamente reduzir as emissões dos gases nocivos para os seres humanos e dos gases que contribuem para o agravamento do efeito de estufa, em alguns casos, para zero.

De soluções totalmente elétricas, a combinações de motores elétricos e a combustão; de carregamento em movimento, a carregamentos ligados à rede elétrica. A realidade é diversa e existem várias tecnologias ecológicas. Todas as soluções contribuem para o objetivo de reduzir as emissões de gases. Cada um delas com o seu objetivo específico.

Começemos pelos híbridos: sempre ouvimos dizer dois é melhor que um, não é verdade? Pois bem, estes veículos reúnem dois tipos de motor, um a combustão e pelo menos um motor elétrico, que trabalham em conjunto para atingir uma maior performance. Desta forma, é possível reduzir o consumo de combustível e, conseqüentemente, as emissões de gases de escape. Para carregar, não podia ser mais simples: o sistema de travagem regenerativa fá-lo “automaticamente”, uma vez que permite a recolha ativa de energia para o recarregamento da bateria.

Mas existem “variações” de híbridos, cuja complexidade de eletrificação evolui numa relação oposta com as emissões de gases. No topo da hierarquia das motorizações híbridas estão os plug-in que permitem ter autonomia 100 por cento elétrica durante percursos relativamente longos (>25km).

Falamos dos híbridos plug-in, veículos cujas principais diferenças para um híbrido convencional são a maior capacidade da bateria e o carregamento através de uma fonte de alimentação externa. Assim, tendo a bateria carregada, o automóvel “transforma-se” num carro elétrico. Quando a bateria esta se esgota, o veículo transforma-se num *full hybrid* e vai alternando entre o funcionamento do motor elétrico, do motor a combustão ou ambos.

Uma outra tecnologia “híbrida”, talvez menos conhecida, é a tecnologia *mild hybrid*. Esta opção resulta da combinação de um motor de combustão a diesel com um motor/gerador elétrico que carrega uma bateria de 48 V, possibilitando que, quando o veículo está parado ou se desloca a baixas velocidades, o motor a combustão se desligue para que o gerador assista no arranque e aceleração. Desta forma, é possível reduzir o esforço do motor “convencional”, reduzindo desta forma o consumo de combustível e as emissões de gases de escape.

Tendo em conta todas as opções existentes, adoção de um veículo híbrido possa ser uma solução apelativa, do ponto de vista de transição para um automóvel mais sustentável, dado que combinação de diferentes tecnologias e as diferentes autonomias permitem ir ao encontro das necessidades de um público mais alargado. Contudo, bem sabemos que a opção tida como mais sustentável atualmente é a dos veículos elétricos, já que não dependem de nenhum combustível fóssil e podem ser carregados em qualquer tomada, garantido zero emissões de matérias poluentes.

Recorrendo a uma tecnologia extremamente desenvolvida, os veículos elétricos já garantem grandes níveis de autonomia, sendo, em alguns casos, possível percorrer com um único carregamento mais de 600 km.

Por oposição, uma das tecnologias menos adotadas, não estando ainda disponível em Portugal, é a tecnologia fuel cell. Esta tecnologia combina o oxigénio com o hidrogénio, que entrando “em contacto” são capazes de gerar a energia necessária para alimentar o motor elétrico, permitindo, em alguns casos, uma autonomia de mais de 650 km. As emissões de gases poluentes são 0 e a única matéria que sai do tudo de escape é vapor de água.

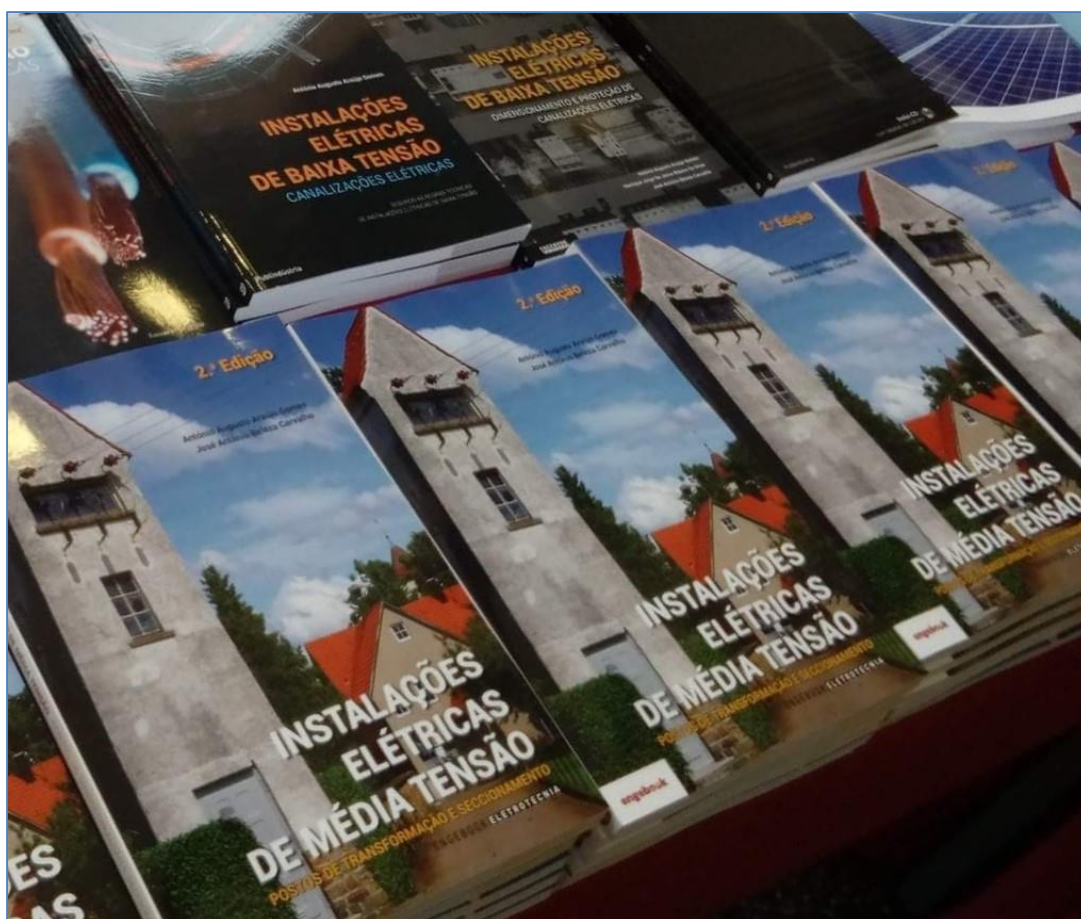
Se do ponto de vista funcional, as vantagens não podiam ser melhores, do ponto de vista do investimento financeiro, também. Efetivamente, os carros ecológicos têm menores consumos (por exemplo, para percorrer 100 km um carro elétrico pode custar menos de 3 euros, enquanto que num

automóvel a gasolina e gasóleo o investimento seria, no mínimo de 10 e 7 euros, respetivamente). No que toca à carga fiscal, os automóveis 100% elétricos possuem vantagens fiscais significativas, especialmente para as empresas.

Caminhamos assim para soluções cada vez mais desenvolvidas e eficientes, tendo sempre em vista o objetivo de emitirem menos gases de efeito estufa, contribuindo para um futuro mais sustentável no qual uma das premissas será a mobilidade limpa. Para isso, a realidade do presente e do futuro deverá ser a adoção de veículos cada vez mais ecológicos. Mas será que uma solução irá responder a todas as utilizações e à necessidade de todos os clientes?

Republicação de artigo: [www.dinheirovivo.pt](http://www.dinheirovivo.pt), 3 de março de 2020

## DIVULGAÇÃO



## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:

**Ana Catarina Aguiar Leitão Barbosa**

Aluna do Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[1170560@isep.ipp.pt](mailto:1170560@isep.ipp.pt)

**António Augusto Araújo Gomes**

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[aag@isep.ipp.pt](mailto:aag@isep.ipp.pt)

**José António Beleza Carvalho**

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[jbc@isep.ipp.pt](mailto:jbc@isep.ipp.pt)

**Nuno Miguel de Deus Anselmo Silva**

Aluno do Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[1200314@isep.ipp.pt](mailto:1200314@isep.ipp.pt)

**Paulo Sérgio Fernandes Barros**

Aluno do Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[1151044@isep.ipp.pt](mailto:1151044@isep.ipp.pt)

**Pedro Miguel Azevedo De Sousa Melo**

Assistente 2.º Triénio, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[pma@isep.ipp.pt](mailto:pma@isep.ipp.pt)

**Ricardo Manuel Oliveira Soares**

Pós-Graduado em Engenharia da Mobilidade Elétrica, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[soares.ricardo.mo@gmail.com](mailto:soares.ricardo.mo@gmail.com)

**Rui Jorge dos Santos Araújo e Conceição Baltazar**

Pós-Graduado em Engenharia da Mobilidade Elétrica, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[ruibaltazar@hotmail.com](mailto:ruibaltazar@hotmail.com)

**Sérgio Filipe Carvalho Ramos**

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[scr@isep.ipp.pt](mailto:scr@isep.ipp.pt)

**Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira**

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
[tan@isep.ipp.pt](mailto:tan@isep.ipp.pt)

