

# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica [Nº5] Junho de 2010

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

*“A revista Neutro à Terra volta novamente à vossa presença, com novos e interessantes artigos na área da Engenharia Electrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição da revista merecem particular destaque os assuntos relacionados com as instalações eléctricas, a domótica, a utilização eficiente da energia eléctrica, particularmente no caso da força motriz, as telecomunicações e as energias renováveis.*

Doutor Beleza Carvalho



Instalações  
Eléctricas  
Pág.7



Máquinas  
Eléctricas  
Pág. 21



Telecomunicações  
Pág. 35



Segurança  
Pág. 41



Energias  
Renováveis  
Pág. 45



Domótica  
Pág.51



Eficiência  
Energética  
Pág. 63

## EDITORIAL

Doutor José António Beleza Carvalho  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

## ARTIGOS TÉCNICOS

- |    |   |
|----|---|
| 07 | Fases de Realização e Tipos de Projectos de Instalações Eléctricas<br>Engº Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva<br>Engº António Augusto Araújo Gomes<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto |
| 15 | Técnicas de Manutenção em Linhas de Transmissão de Energia<br>Arlindo Francisco<br>Hugo Sousa<br>Doutora Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto |
| 21 | Accionamentos Eficientes de Força Motriz. Nova Classificação<br>Doutor José António Beleza Carvalho<br>Engº Roque Filipe Mesquita Brandão<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto                |
| 29 | Detecção de Avarias em Motores Assíncronos de Indução<br>Engº António Manuel Luzano de Quadros Flores<br>Doutor José António Beleza Carvalho<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto             |
| 35 | Fibra Óptica: Novas Auto-estradas das Telecomunicações<br>Engº Sérgio Filipe Carvalho Ramos<br>Engº Roque Filipe Mesquita Brandão<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto                        |
| 41 | Sistemas de Controlo de Acesso<br>Engº António Augusto Araújo Gomes<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto  |
| 45 | Dimensionamento de Centrais Fotovoltaicas para a Micro Produção<br>Engº Roque Filipe Mesquita Brandão<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto  |
| 51 | A Criação de Valor no Binómio: “Casa Inteligente / Consumidor”<br>Engº António Manuel Luzano de Quadros Flores<br>Instituto Superior de Engenharia do Porto   |
| 63 | Optimização Energética em Novos Ascensores<br>Engº José Jacinto Ferreira<br>Engº Miguel Leichsenring Franco<br>Schmitt - Elevadores, Lda  |

## FICHA TÉCNICA

DIRECTOR:	Doutor José António Beleza Carvalho
SUB-DIRECTORES:	Engº António Augusto Araújo Gomes Engº Roque Filipe Mesquita Brandão Engº Sérgio Filipe Carvalho Ramos
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Eléctricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTACTOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Caros leitores

A revista “Neutro à Terra” volta novamente à vossa presença, com novos e interessantes artigos na área da Engenharia Electrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição da revista merecem particular destaque os assuntos relacionados com as instalações eléctricas, a domótica, a utilização eficiente da energia eléctrica, particularmente no caso da força motriz, as telecomunicações e as energias renováveis.

A elaboração de um projecto de instalações eléctricas é uma actividade complexa e exigente, não só pela diversidade de áreas que estão envolvidas, mas também pelo número de intervenientes no mesmo. As Instruções para a Elaboração de Projectos de Obras, anexas à portaria no 701-H/2008, de 29 de Julho, ao sistematizarem a sua abordagem introduziram no processo um mecanismo de regulação que constitui uma mais-valia sensível para a actividade de projectista. Nesta publicação, apresenta-se um artigo que faz uma incursão nos aspectos das Instruções para a Elaboração, e revêem-se alguns princípios formais da estruturação do projecto de licenciamento.

Outro assunto de grande interesse apresentado nesta publicação tem a ver com a manutenção das linhas de transporte e distribuição de energia eléctrica. Indicadores como o tempo e número de intervenções para restabelecer as condições normais de funcionamento são reveladores da qualidade de serviço prestado por essas empresas que, no caso de incumprimento das regras estabelecidas no Regulamento da Qualidade de Serviço, podem implicar em elevados prejuízos. No artigo que é apresentado descreve-se a aplicação de duas técnicas modernas na manutenção das linhas eléctricas que, além de incrementarem a segurança e a fiabilidade do sistema eléctrico, garantem uma melhoria dos dados quantitativos fornecidos às equipas de manutenção.

Nos últimos anos, muitos fabricantes de motores investiram fortemente na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos com o objectivo de colocarem no mercado motores mais eficientes. A União Europeia, através do organismo EU MEPS (*European Minimum Energy Performance Standard*) definiu um novo regime obrigatório para os níveis mínimos de eficiência dos motores eléctricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O novo regime abrange motores de indução trifásica até 375 kW, de velocidade simples. Entrará em vigor em três fases a partir de meados de 2011. Nesta publicação, apresenta-se um artigo que aborda a nova classificação que será adoptada para os equipamentos de força motriz.

Outro importante assunto apresentado nesta publicação tem a ver com a automatização das instalações habitacionais ou domésticas. Neste sector, cada vez mais, são colocadas exigências em termos de conforto na utilização dos equipamentos eléctricos e uma utilização cada vez mais eficiente da energia eléctrica, impondo a necessidade de edifícios “inteligentes”. O artigo que é apresentado refere um estudo desenvolvido com o objectivo entender a criação de valor no binómio casa inteligente/consumidor, esperando contribuir para um novo equilíbrio procura/oferta de forma que uma casa inteligente fique acessível a mais lares portugueses.

Nesta publicação da revista “Neutro à Terra”, pode-se ainda encontrar outros artigos relacionados com assuntos reconhecidamente importantes e actuais, como o dimensionamento de centrais fotovoltaicas para microprodução, um artigo sobre sistemas de controlo de acessos e um artigo sobre a importância da fibra óptica nas actuais infra-estruturas de telecomunicações, quer em edifícios, quer nas urbanizações. Também o artigo sobre optimização energética em ascensores, iniciado na publicação anterior, tem aqui a sua continuação.

Nesta publicação dá-se também destaque à terceira edição das Jornadas Electrotécnicas de Máquinas e Instalações Eléctricas, que decorreram nos dias 29 e 30 de Abril de 2010 no Centro de Congressos do ISEP. Este evento contou com a participação de diversas empresas ligadas às áreas das máquinas eléctricas, sistemas electromecânicos, energias renováveis, veículos eléctricos, segurança, domótica, luminotecnica e infra-estruturas de telecomunicações. Foi organizado pelo Departamento de Engenharia Electrotécnica do ISEP, com os habituais colaboradores desta revista a terem um papel preponderante.

Estando certo que esta edição da revista “Neutro à Terra” vai novamente satisfazer as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, Junho de 2010

José António Beleza Carvalho





## JORNADAS ELECTROTÉCNICAS DE MÁQUINAS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

O ISEP tem uma longa e positiva tradição na formação superior da Engenharia, constituindo uma marca de prestígio consolidada em Portugal e reconhecimento no âmbito internacional. Com forte tradição na formação de engenheiros electrotécnicos, o Departamento de Engenharia Electrotécnica (DEE) contribui para o desenvolvimento da excelência técnica e científica, através da formação sólida de profissionais que actuam nesta área e na aposta numa forte ligação às indústrias e ao meio empresarial.



No sentido de promover mais um fórum de contacto e motivado pelo sucesso obtido nos eventos anteriores, este ano o DEE repetiu as Jornadas Electrotécnicas de Máquinas e Instalações Eléctricas, na sua terceira edição. O evento ocorreu nos dias 29 e 30 de Abril de 2010 no Centro de Congressos do ISEP e contou com a participação de diversas empresas ligadas às áreas das máquinas eléctricas, sistemas electromecânicos, energias renováveis, veículos eléctricos, segurança, domótica, luminotecnica e infra-estruturas de telecomunicações.

No primeiro dia do evento foram apresentadas as comunicações das empresas: Energaia, Adene, Vestas, TÜV Rheinland, Goosun, Efacec, Sew-Eurodrive, EMEF, ABB, Schmitt–Elevadores, Anacom, Amisfera e a Televés. No segundo dia ocorreram as apresentações das empresas: Only, Schréder, Lutron, Batalhão de Sapadores Bombeiros, Síncrono, Longo Plano, Spectrolux, OHM-E, Astratec, Efacec, Legrand, Schneider Electric, APMI e Casais Energia.

Estiveram presentes personagens com um curriculum relevante na área da engenharia electrotécnica.

O evento contou com a apresentação do Eng.º Vilela Pinto, que entre outras actividades diferenciadas na sociedade, é autor de bibliografia relevante e reconhecida na área das instalações eléctricas. Esteve também presente o Professor Doutor Borges Gouveia, eminente docente da Universidade de Aveiro, reconhecido pelo seu trabalho na área da inovação e das energias renováveis. Maciel Barbosa (Ordem Engenheiros), António Augusto Sequeira Correia (ANET), Paulo Calau (Agência para a Energia), Nuno Francisco Costa (EFACEC) e Jorge Miranda (Autoridade Nacional de Comunicações) foram outros dos nossos oradores convidados.



Para além das usuais comunicações, a 3ª edição das Jornadas Electrotécnicas proporcionou aos convidados a visita a uma vasta exposição e demonstração de equipamento, com oportunidade para apresentação das soluções inovadoras, inseridas nos *coffee-breaks*.



Através da apresentação de comunicações orais e a exposição de equipamentos, o evento proporcionou a troca de conhecimento e experiência de profissionais da engenharia electrotécnica como empresários, técnicos, professores, investigadores e alunos. Com o objectivo de promover a divulgação de temas relacionados com as Máquinas e Instalações Eléctricas, devidamente enquadrados na problemática actual das energias renováveis e a utilização racional de energia, foram discutidos assuntos relacionados com política energética, sistemas electromecânicos, segurança e domótica, luminotecnia, veículos eléctricos e infra-estruturas de telecomunicações.

Deste modo, os dois dias do evento serviram para ajudar a compreender os últimos avanços tecnológicos, mas serviu igualmente para relembrar mais-valias das parcerias académicas-empresariais para o desenvolvimento de soluções inovadoras.



Em virtude do interesse desta temática, alvo de um rápido desenvolvimento e de necessidade de constante inovação, o DEE disponibiliza a informação apresentada no evento em: [www.dee.isep.ipp.pt/~see/jornadas2010](http://www.dee.isep.ipp.pt/~see/jornadas2010)

### Patrocinadores:



Contamos convosco na quarta edição das Jornadas Electrotécnicas.

ThyssenKrupp





*O que os profissionais procuram:*

*mais conhecimento, mais inovação.*





## FASES DE REALIZAÇÃO E TIPOS DE PROJECTOS DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

### 1 INTRODUÇÃO

A realização do projecto eléctrico de uma instalação requer, além do domínio técnico dos assuntos particulares que a esta digam respeito, sistematização na sua abordagem e programação, necessária tanto no faseamento da sua concepção como na elaboração processual dos seus documentos.

Neste sentido a publicação da portaria nº 701-H/2008, de 29 de Julho, através do seu anexo I - Instruções para a Elaboração de Projectos de Obras - representa um salto qualitativo significativo no processo de realização do projecto, visando uma concepção de mais elevada qualidade do mesmo, ao definir a metodologia a seguir na sua elaboração, com discriminação das suas fases, seus conteúdos e objectivos.

Embora a portaria se destine expressamente a projectos de obras públicas e uma vez que a caracterização das obras particulares se rege, de um modo geral, pelas regras das obras públicas, a transposição dos seus princípios para aquele tipo de obras representa uma mais-valia significativa para o projectista e para a consequente melhoria do projecto electrotécnico.

Este artigo faz uma ligeira incursão nos aspectos das Instruções para a Elaboração e revêem-se alguns princípios formais da estruturação do projecto de licenciamento.

### 2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

- **Decreto-Lei nº 26 852, de 30 de Julho de 1936** – Aprova o Regulamento de Licenças para Instalações Eléctricas
- **Portaria nº 401/76, de 6 de Julho** - Estabelece as normas a que deverão obedecer os projectos destinados a instruírem os pedidos de licença de instalações eléctricas de serviço público
- **Decreto-Lei nº 446/76, de 5 de Junho** - Dá nova redacção a alguns artigos do Regulamento de Licenças para Instalações Eléctricas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 26852 de 30 de Julho de 1936
- **Decreto-Lei nº 517/80, de 31 de Outubro** - Estabelece normas a observar na elaboração dos projectos das instalações eléctricas de serviço particular
- **Decreto Regulamentar nº 31/83, de 18 de Abril** - Aprova o Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular
- **Portaria nº 344/89, de 13 de Maio** - Altera os artigos 19.º e 20.º do Decreto-Lei n.º 26 852 de 30 de Julho de 1936. Revoga a Portaria n.º 24/80 de 9 de Janeiro
- **Decreto-Lei nº 272/92, de 3 de Dezembro** - Estabelece normas relativas às associações inspectoras de instalações eléctricas
- **Decreto-Lei nº 315/95, de 28 de Novembro** - Regula a instalação e o funcionamento dos recintos de espectáculos e divertimentos públicos e estabelece o regime jurídico dos espectáculos de natureza artística
- **Decreto-Lei nº 59/99, de 2 Março** - Estabelece o regime do contrato administrativo de empreitada de obras públicas.
- **Decreto-Lei nº 555/99, de 16 de Dezembro (com as alterações subsequentes)**- Estabelece o regime jurídico da urbanização e da edificação
- **Portaria nº 454/2001, de 5 de Maio** - Aprova o novo contrato-tipo de concessão de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão
- **Portaria nº 1110/2001, de 19 de Setembro** - Determina quais os elementos que devem instruir os pedidos de informação prévia, de licenciamento e de autorização referentes a todos os tipos de operações urbanísticas
- **Decreto-Lei n.º 5/2004, de 6 de Janeiro** - Aprova a orgânica das direcções regionais da economia
- **Portaria nº 193/2005, de 17 de Fevereiro** - Actualiza a relação das disposições legais e regulamentares a observar pelos técnicos responsáveis dos projectos de obras e a sua execução
- **Decreto-Lei nº 229/2006, de 24 de Novembro** - Altera o Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril, que aprova o Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular, e derroga

parcialmente o disposto na alínea e) do n.º 3 do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 5/2004, de 6 de Janeiro

- **Decreto-Lei nº 101/2007, de 2 de Abril** - Simplifica o licenciamento de instalações eléctricas, quer de serviço público quer de serviço particular, alterando os Decretos-Lei n.os 26 852, de 30 de Julho de 1936, 517/80, de 31 de Outubro, e 272/92, de 3 de Dezembro
- **Lei nº 60/2007, de 4 de Setembro** - Procede à sexta alteração ao Decreto -Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, que estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação
- **Decreto-Lei nº 18/2008, de 29 de Janeiro** - Aprova o Código dos Contratos Públicos, que estabelece a disciplina aplicável à contratação pública e o regime substantivo dos contratos públicos que revistam a natureza de contrato administrativo
- **Portaria nº 232/2008, de 11 de Março** - Determina quais os elementos que devem instruir os pedidos de informação prévia, de licenciamento e de autorização referentes a todos os tipos de operações urbanísticas, e revoga a Portaria n.º 1110/2001 de 19 de Setembro
- **Portaria nº 701-H/2008, de 29 de Julho** - Aprova o conteúdo obrigatório do programa e do projecto de execução, bem como os procedimentos e normas a adoptar na elaboração e faseamento de projectos de obras públicas, designados «Instruções para a elaboração de projectos de obras», e a classificação de obras por categorias

### 3 DEFINIÇÕES

- **Anteprojecto ou Projecto Base** - o documento a elaborar pelo Projectista, correspondente ao desenvolvimento do Estudo prévio aprovado pelo Dono da Obra, destinado a estabelecer, em definitivo, as bases a que deve obedecer a continuação do estudo sob a forma de Projecto de execução.  
(Ao Projecto Base também se dá o nome de Projecto de Licenciamento, pois nesta fase o projectista prepara as peças escritas e as peças desenhadas para entregar o projecto para aprovação).

- **Dono da Obra** – pessoa colectiva ou individual que promove o projecto ou obra

Os donos de obra podem classificar-se em dois tipos: donos de obra pública e de obra particular

Os donos de obra pública são as entidades que se encontram sujeitas ao Regime Jurídico de Obras Públicas, conforme define o art.º 3.º do Decreto-Lei n.º 59/99, de 2 de Março. Alguns donos de obra pública encontram-se sujeitos ao Regime de Licenciamento Urbano (Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro)

Os donos de obra particular encontram-se sujeitos, nas operações de licenciamento de urbanizações e de edificações, às disposições do Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro

- **Estudo prévio** - o documento elaborado pelo Projectista, depois da aprovação do programa base, visando a opção pela solução que melhor se ajuste ao programa, essencialmente no que respeita à concepção geral da obra
- **Peças do projecto** - os documentos, escritos ou desenhados que caracterizam as diferentes partes de um projecto
- **Programa base** - o documento elaborado pelo Projectista a partir do programa preliminar resultando da particularização deste, visando a verificação da viabilidade da obra e do estudo de soluções alternativas, o qual, depois de aprovado pelo Dono da Obra, serve de base ao desenvolvimento das fases ulteriores do projecto
- **Programa preliminar** - o documento fornecido pelo Dono da Obra ao Projectista para definição dos objectivos, características orgânicas e funcionais e condicionamentos financeiros da obra, bem como dos respectivos custos e prazos de execução a observar
- **Projecto** - o conjunto de documentos escritos e desenhados que definem e caracterizam a concepção funcional, estética e construtiva de uma obra, compreendendo, designadamente, o projecto de arquitectura e projectos de engenharia.
- **Projecto de execução** - o documento elaborado pelo Projectista, a partir do estudo prévio ou do anteprojecto aprovado pelo Dono da Obra, destinado a facultar todos



os elementos necessários à definição rigorosa dos trabalhos a executar

**Telas finais** - o conjunto de desenhos finais do projecto, integrando as rectificações e alterações introduzidas no decurso da obra e que traduzem o que foi efectivamente construído

#### 4 FASES DO PROJECTO

A realização do Projecto deve seguir um cronograma específico, caracterizado pela definição de etapas sucessivas, em número dependente da importância e complexidade da obra, de pormenorização crescente e tendente à fixação definitiva das soluções, culminando na elaboração do Projecto de Licenciamento e no de Execução.

Estas fases podem ser enumeradas do modo seguinte de acordo com a portaria citada:

- Programa Base
- Estudo Prévio
- Anteprojecto (Projecto Base ou Projecto de Licenciamento)
- Projecto de Execução

Estas seguem-se cronologicamente às especificações fornecidas pelo Dono da Obra ao Projectista e traduzidas no Programa Preliminar.

Como características que estas fases devem conter, incluem-se as seguintes:

##### - Programa preliminar

O Programa preliminar contém, além de elementos específicos constantes da legislação e regulamentação aplicável, os seguintes elementos, podendo alguns destes ser dispensados consoante a obra a projectar:

- a) Objectivos da obra;
- b) Características gerais da obra;
- c) Dados sobre a localização do empreendimento;
- d) Elementos topográficos, cartográficos e geotécnicos, levantamento das construções existentes e das redes de infra-estruturas locais, coberto vegetal, características ambientais e outros eventualmente disponíveis, a escalas convenientes;

- e) Dados básicos relativos às exigências de comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra, tendo em atenção as disposições regulamentares;
- f) Estimativa de custo e respectivo limite dos desvios e, eventualmente, indicações relativas ao financiamento do empreendimento;
- g) Indicação geral dos prazos para a elaboração do projecto e para a execução da obra.

##### - Programa Base

O Programa base é apresentado de forma a proporcionar ao Dono da Obra a compreensão clara das soluções propostas pelo Projectista, com base nas indicações expressas no programa preliminar, incluindo:

- a) Esquema da obra e programação das diversas operações a realizar, quando aplicável;
- b) Definição dos critérios gerais de dimensionamento das diferentes partes constitutivas da obra;
- c) Peças escritas e desenhadas e outros elementos informativos necessários para o perfeito esclarecimento do Programa Base, no todo ou em qualquer das suas partes, incluindo as que porventura se justifiquem para definir as alternativas de solução propostas pelo Projectista e avaliar a sua viabilidade, em função das condições de espaço, técnicas, de custos e de prazos;
- d) Estimativa geral do custo da obra, tomando em conta os encargos mais significativos com a sua realização e análise comparativa dos custos de manutenção e consumos da obra nas soluções propostas;
- e) Informação sobre a necessidade de obtenção de elementos topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, climáticos, características da componente acústica do ambiente, redes de infra-estruturas ou de qualquer outra natureza que interessem à elaboração do projecto, bem como sobre a realização de estudos em modelos, ensaios, maquetes, trabalhos de investigação e quaisquer outras actividades ou formalidades que podem ser exigidas, quer para a elaboração do projecto, quer para a execução da obra.

#### - Estudo Prévio

- 1- O Estudo prévio desenvolve as soluções aprovadas no Programa Base, sendo constituído por peças escritas e desenhadas e por outros elementos informativos, de modo a possibilitar ao Dono da Obra a fácil apreciação das soluções propostas pelo Projectista e o seu confronto com os elementos constantes naquele.
- 2- Se outras condições não forem fixadas no contrato, o Estudo prévio contém, para cada uma das soluções alternativas apresentadas à aprovação do Dono da Obra, e sem prejuízo dos elementos constantes da regulamentação aplicável, os elementos seguintes:
  - a) Memória descritiva e justificativa, incluindo capítulos respeitantes a cada um dos objectivos relevantes do estudo prévio;
  - b) Elementos gráficos elucidativos sob a forma de plantas, alçados, cortes, perfis, esquemas de princípio e outros elementos, em escala apropriada;
  - c) Dimensionamento aproximado e características principais dos elementos fundamentais da obra;
  - d) Estimativa do custo da obra e do seu prazo de execução.

#### - Anteprojecto ou Projecto base (Projecto para Licenciamento)

- 1- O Anteprojecto, ou Projecto base, desenvolve a solução do Estudo prévio aprovado, sendo constituído por peças escritas e desenhadas e outros elementos de natureza informativa que permitam a conveniente definição e dimensionamento da obra, bem como o esclarecimento do modo da sua execução.
- 2- Se outras condições não forem fixadas no contrato, o anteprojecto deve conter, para além dos elementos constantes da regulamentação aplicável os seguintes:
  - a) Memórias descritivas e justificativas da solução adoptada, incluindo capítulos especialmente destinados a cada um dos objectivos especificados para o anteprojecto, onde figuram designadamente descrições da solução orgânica, funcional e estética da obra, dos sistemas e dos processos de construção previstos para a sua execução e das características

técnicas e funcionais dos materiais, elementos de construção, sistemas e equipamentos;

- b) Avaliação das quantidades de trabalho a realizar por grandes itens e respectivos mapas;
- c) Estimativa de custo actualizada;
- d) Peças desenhadas a escalas convenientes e outros elementos gráficos que explicitem a localização da obra, a planimetria e a altimetria das suas diferentes partes componentes e o seu dimensionamento bem como os esquemas de princípio detalhados para cada uma das Instalações Técnicas, garantindo a sua compatibilidade;
- e) Identificação de locais técnicos, centrais interiores e exteriores, bem como mapa de espaços técnicos verticais e horizontais para instalação de equipamentos terminais e redes.
- f) Os elementos de estudo que serviram de base às opções tomadas, de preferência constituindo anexos ou volumes individualizados identificados nas memórias;
- g) Programa geral dos trabalhos.

#### - Projecto de execução

- 1- O Projecto de execução desenvolve o Projecto base aprovado, sendo constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra, obedecendo ao disposto na legislação e regulamentação aplicável.
- 2- Se outras condições não forem fixadas no contrato, o Projecto de execução inclui, além de outros elementos constantes de regulamentação aplicável, as seguintes peças:
  - a) Memória descritiva e justificativa, incluindo a disposição e descrição geral da obra, evidenciando quando aplicável a justificação da implantação da obra e da sua integração nos condicionamentos locais existentes ou planeados; descrição genérica da solução adoptada com vista à satisfação das disposições legais e regulamentares em vigor; indicação das características dos materiais, dos

elementos da construção, dos sistemas, equipamentos e redes associadas às Instalações Técnicas;

- b) Cálculos relativos às diferentes partes da obra apresentados de modo a definirem, pelo menos, os elementos referidos na regulamentação aplicável a cada tipo de obra e a justificarem as soluções adoptadas;
- c) Medições e mapas de quantidade de trabalhos, dando a indicação da natureza e da quantidade dos trabalhos necessários para a execução da obra;
- d) Orçamento baseado nas quantidades e qualidades de trabalho constantes das medições;
- e) Peças desenhadas de acordo com o estabelecido para cada tipo de obra na regulamentação aplicável, devendo conter as indicações numéricas indispensáveis e a representação de todos os pormenores necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra;
- f) Condições técnicas, gerais e especiais, do caderno de encargos.

Caso a instalação não careça de projecto, do Estudo Prévio passar-se-á directamente para o Projecto de Execução.

O anexo I do Decreto-Lei nº 517/80, de 31 de Outubro, na redacção actual do Decreto-Lei nº 101/2007, de 2 de Abril, lista as instalações eléctricas que carecem de projecto:

- 1) Instalações eléctricas de serviço particular do tipo A;
- 2) Instalações eléctricas de serviço particular do tipo B;
- 3) Instalações eléctricas de serviço particular do tipo C situadas em recintos públicos ou privados destinados a espectáculos ou outras diversões, incluindo-se, nomeadamente, teatros, cinemas, praças de touros, casinos, circos, clubes, discotecas, piscinas públicas, associações recreativas ou desportivas, campos de desporto, casas de jogo, autódromos e outros recintos de diversão;
- 4) Instalações eléctricas estabelecidas em locais sujeitos a risco de explosão;
- 5) Instalações de parques de campismo e portos de recreio (marinas);

- 6) Instalações eléctricas de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA;
- 7) Redes particulares de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão e respectivas instalações de iluminação exterior.

A pormenorização e alcance de cada fase variará de acordo com as características particulares associadas ao tipo de empreendimento a projectar. Assim, teremos sucessivamente:

- Instalações, Equipamentos e Sistemas em Edifícios
- Instalações, Equipamentos e Sistemas de Comunicação em Edifícios
- Instalações, Equipamentos e Sistemas de Aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC)
- Instalações, Equipamentos e Sistemas de transporte de pessoas e cargas
- Sistemas de Segurança Integrada
- Produção, transformação, transporte e distribuição de Energia Eléctrica
- Redes de comunicações

Para cada tipo de instalação enunciada se procede à pormenorização dos objectivos a alcançar em cada uma das fases do projecto cuja satisfação será levada à consideração do Dono da Obra para aprovação.

Exemplificando com a primeira das obras consideradas, teremos, como elementos especiais das diversas fases, os seguintes:

#### - Programa Preliminar

- a) Identificação de aspectos específicos do edifício ou zonas do edifício, em termos de energia eléctrica, ambiente, utilização, segurança e outros e ligações a redes ou sistemas exteriores.
- b) Condicionamentos à localização dos equipamentos e das instalações necessárias ao seu funcionamento.
- c) Identificação dos níveis de qualidade, disponibilidade, redundância e autonomia pretendidos.
- d) Condicionamentos a nível de manutenção, exploração e expansão.

- **Programa Base**

- a) Identificação das diferentes instalações e equipamentos a considerar e suas configurações gerais justificadas a partir dos condicionamentos e imposições do Programa Preliminar.
- b) Bases de dimensionamento consideradas para as diferentes instalações e equipamentos.
- c) Discriminação e justificação das necessidades em termos de energia eléctrica, segurança e outras.
- d) Interligações com outras especialidades e respectivas condições ou exigências.

- **Estudo Prévio**

- a) Representação gráfica geral das instalações e equipamentos em concordância com o desenvolvimento das outras especialidades e com a definição das condições regulamentares de segurança, sob a forma de plantas e outros elementos, a escala apropriada.
- b) Esquemas de princípio necessários à definição esquemática da concepção dos sistemas e redes que integram as instalações e equipamentos e da sua interligação espacial e funcional.
- c) Caracterização genérica das instalações e equipamentos principais.
- d) Pré-dimensionamento dos equipamentos e das redes principais das instalações.
- e) Condições de ligação às redes de energia eléctrica (produção, consumo) e outras, de funcionamento e utilização das instalações e equipamentos e da sua eventual expansão.

- **Anteprojecto (Projecto Base, Projecto de Licenciamento)**

- a) Plantas, em escalas apropriadas, onde se indiquem os traçados das redes principais das diversas instalações, com indicação da localização aproximada dos equipamentos.
- b) Cortes, esquemas e diagramas, sempre que isso seja necessário à boa compreensão da solução proposta.
- c) Esquemas de princípio das instalações e da sua interligação espacial e funcional.

- d) Caracterização das instalações e equipamentos principais.
- e) Dimensionamentos dos equipamentos e redes principais das instalações.
- f) Enumeração dos principais artigos que constituem o mapa de quantidades de trabalho, dividido nos principais capítulos constituintes das instalações e equipamentos, de forma a permitir a elaboração da estimativa do custo preliminar da obra.
- g) Justificação dos níveis de conforto luminotécnico, de segurança e outros, bem como de produção e consumo de energia eléctrica que suportem a solução proposta;
- h) Verificação do cumprimento das regulamentações técnicas aplicáveis.

- **Projecto de Execução**

- a) Memória descritiva e justificativa, incluindo a análise prospectiva de desempenhos, descrevendo e justificando as soluções projectadas, tendo em atenção o Anteprojecto aprovado e as disposições legais em vigor.
- b) Condições técnicas, gerais e especiais, especificando as condições de execução ou montagem e as características técnicas das instalações e equipamentos previstos.
- c) Planta geral dos locais servidos pelas instalações e equipamentos, em escala apropriada, quando não definida em regulamento aplicável, contendo os elementos de referência e de orientação necessários à fácil localização das instalações e equipamentos.
- d) Plantas em escala apropriada, quando não definida em regulamento aplicável, com o traçado e constituição das redes e localização dos equipamentos, com a indicação dos elementos indispensáveis à sua conveniente apreciação.
- e) Alçados e cortes dos edifícios ou partes dos edifícios, sempre que isso seja necessário à boa compreensão do projecto, a escala apropriada, quando não definida em regulamento aplicável.
- f) Pormenores necessários à definição detalhada e boa execução das instalações e equipamentos projectados, a escalas apropriadas quando não definidas em regulamento aplicável.



- g) Esquemas de princípio das instalações e da sua interligação espacial e funcional, quando necessárias à sua perfeita compreensão.
- h) Dimensionamento das instalações e dos equipamentos, incluindo os cálculos necessários para o efeito.
- i) Medições e mapas de quantidade de trabalhos, divididos nos diversos capítulos constituintes da obra.
- j) Orçamento de projecto da obra.

Além das fases enunciadas, há uma outra não menos importante que é a Assistência Técnica, prestada e solicitada pelo Projectista ao Dono da Obra. Esta é requerida antes e durante a execução da obra:

1- Na fase do procedimento de formação do contrato, e até à adjudicação da obra, a Assistência técnica do Projectista ao Dono da Obra compreende as actividades seguintes:

- a) Esclarecimento de dúvidas relativas ao projecto durante a preparação do processo do concurso para adjudicação da empreitada ou fornecimento;
- b) Prestação de informações e esclarecimentos solicitados por candidatos a concorrentes, sob a forma escrita e exclusivamente por intermédio do Dono da Obra, sobre problemas relativos à interpretação das peças escritas e desenhadas do projecto;
- c) Prestação do apoio ao Dono da Obra na apreciação e comparação das condições da qualidade das soluções técnicas das propostas de molde a permitir a sua correcta ponderação por aquele, incluindo a apreciação de compatibilidade com o projecto de execução, constante do caderno de encargos, de variantes ou alterações que sejam apresentadas;

2- Durante a execução da obra, a assistência técnica compreende:

- a) Esclarecimento de dúvidas de interpretação de informações complementares relativas a ambiguidades ou omissões do projecto, bem como

elaboração das peças de alteração do projecto necessárias à respectiva correcção e à integral e correcta caracterização dos trabalhos a executar no âmbito da referida correcção;

- b) Apreciação de documentos de ordem técnica apresentados pelo empreiteiro ou Dono da Obra, incluindo, quando apropriado, a sua compatibilidade com o projecto;
- c) Proceder, concluída a execução da obra, à elaboração das Telas Finais a ela respeitantes, verificando a conformidade das mesmas com o projecto de execução e das eventuais alterações nele introduzidas, de acordo com as informações fornecidas pelo Dono da Obra.

## **5 ELABORAÇÃO DO PROJECTO DE LICENCIAMENTO**

O projecto de licenciamento é um documento técnico destinado a instruir um pedido de licença de estabelecimento de uma instalação eléctrica, por ex. uma linha aérea de alta tensão com mais de 1000 m de extensão, ou a fazer parte, na qualidade de projecto de engenharia de especialidade, de um projecto de arquitectura de uma obra que careça de licença municipal de construção, como por ex. um prédio de habitações e escritórios.

O projecto pode ainda ser de obra que não careça de licença municipal<sup>1</sup> ou de estabelecimento<sup>2</sup>. De todos os modos é um documento apresentado a aprovação.

Daí a sua constituição ser objecto de legislação específica pois tratando-se de um documento a ser sujeito a apreciação técnica e à análise da observância do disposto nos Regulamentos de Segurança aplicáveis a sua forma necessita ser adequada à transmissão da informação requerida e organizada de tal maneira que a consulta seja fácil, elucidativa, tanto quanto possível exhaustiva e inequívoca.

A estrutura básica do projecto é composta de uma parte preliminar e de um corpo, constituído este por uma parte textual e uma outra de desenhos.

<sup>1</sup> As obras que não carecem de concessão de licença administrativa, passada pela Câmara Municipal respectiva, são as referidas no DL n.º 555, Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, art. 6.º, com as alterações introduzidas pelo DL n.º 177/2001, de 4/06 e Lei n.º 60/2007, de 04/09

<sup>2</sup> As instalações eléctricas que não carecem de licença de estabelecimento são as referidas nos arts. 9.º, 27.º e 28.º do DL n.º 26 852, de 30 de Julho de 1936, com as alterações introduzidas pelos DL n.º 446/76, de 05/06 e DL n.º 101/2007, de 02/04

À parte textual dá-se o nome de Peças Escritas e ao conjunto de desenhos, plantas, alçados, cortes, perfis, diagramas, outras representações gráficas o de Peças Desenhadas.

#### - **Corpo do Projecto**

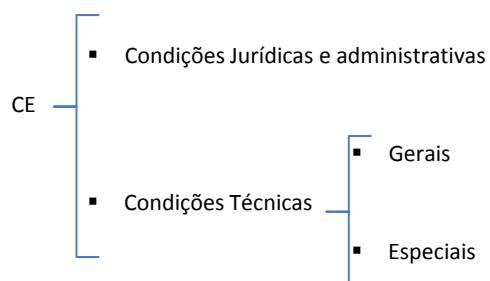
Como partes em que o projecto se divide podemos considerar as seguintes:

- Memória descritiva e justificativa
- Caderno de encargos
- Medições e orçamento
- Peças desenhadas

#### - **Memória Descritiva e Justificativa**

A memória descritiva e justificativa do projecto deve conter todos os elementos e esclarecimentos necessários para darem uma ideia perfeita da natureza, importância, função e características das instalações e do equipamento.

#### - **Caderno de Encargos (CE)**



**Condições Jurídicas e Administrativas** - Condições que a entidade compradora, o Adjudicante, formaliza à entidade fornecedora, o Adjudicatário, relativa a aspectos tais como cauções, garantias, obrigações, prazos, facturação e condições de pagamento, seguros, cessões, incumprimentos e penalidades.

#### **Condições Técnicas:**

**Gerais** - Referência ao objecto e extensão da empreitada, contemplando o fornecimento e montagem de todos os materiais e equipamentos eléctricos, e às condições que devem reger as tarefas a realizar no que diz respeito à

observância dos regulamentos em vigor e às regras inerentes à boa técnica de execução dos diversos trabalhos.

**Especiais** - Definição de modo exaustivo e tão completo quanto possível de todos os componentes da instalação e dos trabalhos relativos à sua implantação.

#### - **Medições e Orçamento**

Determinação, com o rigor possível, das quantidades dos materiais a empregar e dos trabalhos a realizar e atribuição dos valores correspondentes à instalação de cada unidade de material e execução de cada espécie de trabalho.

#### - **Peças Desenhadas**

Conjunto de esquemas eléctricos e outros desenhos relativos à obra em questão feitos a escalas convenientes e permitindo a perfeita compreensão dos pormenores, estabelecimento e localização da instalação.

No entanto, a forma final a dar ao Projecto de Licenciamento não necessita ter todos estes componentes, pelo menos ao seu nível mais pormenorizado.

## 6 CONCLUSÕES

A existência de um projecto, deve conferir, por si só, uma garantia de qualidade, segurança e funcionalidade das instalações, assim como a diminuição dos custos de execução e exploração das mesmas, uma vez que o técnico tem de ter a consciência de que o exercício da sua profissão o obriga não só a cumprir a lei, o preceituado nos Regulamentos de Segurança, como também, dominar o estado da arte no âmbito das Instalações Eléctricas.

O projecto é uma actividade complexa e exigente pela diversidade das suas áreas e número de intervenientes no mesmo.

As Instruções para a Elaboração de Projectos de Obras, anexas à portaria nº 701-H/2008, de 29 de Julho, ao sistematizarem a sua abordagem introduziram no processo um mecanismo de regulação que constitui uma mais-valia sensível para a actividade de projectista.





## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**António Augusto Araújo Gomes**

(aag@isep.ipp.pt)

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Electrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.  
Doutorando na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia (UTAD).  
Docente 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 projecto de instalações eléctricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultadoria técnica.  
Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 1999.



**António Manuel Luzano de Quadros Flores**

(aqf@isep.ipp.pt)

Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Produção Transporte e Distribuição de Energia pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; "M.B.A." em Gestão na Escola de Gestão do Porto da Universidade do Porto.  
Aluno de doutoramento na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.  
Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1993  
Desenvolveu actividade profissional na SOLIDAL no controlo de qualidade e manutenção, na EFACEC na área comercial de exportação de máquinas eléctricas, na British United Shoe Machinery na área de manutenção, na ALCATEL-Austrália na área de manutenção, na ELECTROEXPRESS, em Sidney, na área de manutenção e instalações eléctricas.  
Bolseiro da F.C.T., Fundação para a Ciência e Tecnologia desde 2008.



**Arlindo Ferreira Francisco**

(1060991@isep.ipp.pt)

Finalista do curso de Engenharia Electrotécnica, área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, no Instituto Superior Engenharia do Porto.  
Colaborador na empresa Grohe-Portugal (Fábrica de Componentes Sanitários em Albergaria-a-Velha) desde 1998, desempenhando funções na área da Manutenção e Projectos Especiais.  
Larga experiência na área de Automação e Controlo.  
Recentemente a desenvolver projecto sobre Gestão de Energia.



**Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva**

(hjs@isep.ipp.pt)

Licenciado em Engenharia Electrotécnica, em 1979, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, opção de Produção, Transporte e Distribuição de Energia.  
Diploma de Estudos Avançados em Informática e Electrónica Industrial pela Universidade do Minho. Mestre em Ciências na área da Electrónica Industrial.  
Professor Adjunto Equiparado do ISEP, leccionando na área da Teoria da Electricidade e Instalações Eléctricas.



**Hugo Miguel Ferreira de Sousa**

(1060992@isep.ipp.pt)

Finalista do curso de Engenharia Electrotécnica, Sistemas Eléctricos de Energia, no instituto superior de Engenharia do Porto.  
A desempenhar funções como Técnico de Manutenção Industrial, na empresa Socitrel – Sociedade Industrial de Trefilaria S.A., desde 1997.



**José António Beleza Carvalho**

(jbc@isep.ipp.pt)

Nasceu no Porto em 1959. Obteve o grau de B.Sc em engenharia electrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, em 1986, e o grau de M.Sc e Ph.D. em engenharia electrotécnica na especialidade de sistemas de energia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1993 e 1999, respectivamente.  
Actualmente, é Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Director do Departamento.



## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**José Jacinto Gonçalves Ferreira**

**(jacintoferreira@googlemail.com)**

Engenheiro Electrotécnico na Área de Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Chefe de Serviço Após-Venda na Schmitt - Elevadores, Lda



**Miguel Leichsenring Franco**

**(m.franco@schmitt-elevadores.com)**

Miguel Leichsenring Franco, licenciado em Engenharia Electrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Master in Business Administration (MBA) com especialização em Marketing pela Universidade Católica Portuguesa – Lisboa.

Licenciado em Administração e Gestão de Empresas pela Universidade Católica Portuguesa – Porto.

Administrador da Schmitt-Elevadores, Lda.



**Roque Filipe Mesquita Brandão**

**(rfb@isep.ipp.pt)**

Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Aluno de doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Investigador do INESC Porto, Laboratório Associado. Bolseiro da FCT.

Desde 2001 é docente no Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Consultor técnico de alguns organismos públicos na área da electrotecnia.



**Sérgio Filipe Carvalho Ramos**

**(scr@isep.ipp.pt)**

Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Aluno de doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica do curso de Sistemas Eléctricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001.

Prestação, para diversas empresas, de serviços de projecto de instalações eléctricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultadoria técnica.

Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 2002.



**Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira**

**(tan@isep.ipp.pt)**

Licenciatura e mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, área científica de Sistemas de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e Computadores, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica, curso de Sistemas Eléctricos de Energia do ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto. Investigadora no GECAD – Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão, desde 2003.

O percurso profissional inclui o dimensionamento e projecto de transformadores de distribuição – EFACEC, empresa fabril de máquinas eléctricas.

Subdirectora no Departamento de Engenharia Electrotécnica no ISEP.

