

# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº13 | Junho de 2014

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

*Nesta edição da revista, merece particular destaque a colaboração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, com um importante artigo sobre “Prédios Inteligentes. Green Buildings”. Na realidade, o interesse crescente pela nossa revista “Neutro à Terra” vai muito para além do nosso país, verificando-se o agrado das comunidades académicas e muitas empresas do setor eletrotécnico de outros países em acederem a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática.*

Professor Doutor José Beleza Carvalho



**Máquinas Elétricas**  
Pág.05



**Energias Renováveis**  
Pág. 09



**Instalações Elétricas**  
Pág. 19



**Telecomunicações**  
Pág. 35



**Segurança**  
Pág. 41



**Eficiência Energética**  
Pág.57



**Automação Domótica**  
Pág. 63

---

## Índice

---

### 03| Editorial

---

### 05| Máquinas Elétricas

Regulação de velocidade em motores de corrente contínua

José António Beleza Carvalho

---

### 09| Energias Renováveis

Autoconsumo Fotovoltaico. A democratização da Energia.

Manuel Azevedo

Diogo Maximino Ribeiro da Silva

---

### 19| Instalações Elétricas

Traçagem elétrica.

Mário Fernando Soares de Almeida

### 25| Poluição harmónica em Instalações Elétricas Industriais

José Rodrigo Pereira

José António Beleza Carvalho

---

### 35| Telecomunicações

*ITED – 3ª Edição 2015: Manual evolutivo e reconstrutivo*

Sérgio Filipe Carvalho Ramos

---

### 41| Segurança

Incêndio. Um Risco constante com elevado potencial de perigo

Frederico Miguel Cardoso Rosa

---

### 57| Eficiência Energética

Manual de Boas Práticas para Cadastro de IP

Alberto Van Zeller

---

### 63| Automação e Domótica

Prédios inteligentes. Green Buildings.

Roberto Ribeiro Neli

Paulo Dênis Garcez da Luz

---

### 67| Autores

---

## FICHA TÉCNICA

DIRETOR:

Doutor José António Beleza Carvalho

SUBDIRETORES:

Eng.º António Augusto Araújo Gomes  
Doutor Roque Filipe Mesquita Brandão  
Eng.º Sérgio Filipe Carvalho Ramos

PROPRIEDADE:

Área de Máquinas e Instalações Elétricas  
Departamento de Engenharia Electrotécnica  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

CONTATOS:

[jbc@isep.ipp.pt](mailto:jbc@isep.ipp.pt) ; [aag@isep.ipp.pt](mailto:aag@isep.ipp.pt)

PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:

ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

A recessão económica que se verifica atualmente tem afetado todos os setores da nossa economia, no entanto, a indústria eletrotécnica tem mantido apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. Um facto importante, que decorreu durante o primeiro semestre deste ano, foi a discussão sobre a Proposta de Lei 101/2014, de 27 de março, relativa ao Estatuto dos Técnicos Responsáveis por Instalações Elétricas de Serviço Particular. Este documento, bastante polémico, que se encontra na fase final de aprovação, vai ser determinante na intervenção dos engenheiros eletrotécnicos na área das instalações elétricas. Contamos na próxima edição da nossa revista “Neutro à Terra” apresentar um artigo sobre este assunto.

Nesta edição da revista, merece particular destaque a colaboração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, com um importante artigo sobre “Prédios Inteligentes. *Green Buildings*”. Na realidade, o interesse crescente pela nossa revista “Neutro à Terra” vai muito para além do nosso país, verificando-se o agrado das comunidades académicas e muitas empresas do setor eletrotécnico de outros países em acederem a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática. Nesta edição da revista merecem ainda particular destaque os temas relacionados com as máquinas elétricas, as energias renováveis e a eficiência energética, as instalações elétricas, os sistemas de segurança e as telecomunicações.

A utilização de energias renováveis estão cada vez mais presentes na produção de eletricidade, pois permitem diminuir a utilização dos combustíveis fósseis na produção convencional de energia elétrica. Com a introdução da microprodução em Portugal (DL 363/2007) teve início a primeira fase da implementação do solar fotovoltaico. Os consumidores passaram a ser produtores de energia. Com o aumento do preço da eletricidade e a forte descida dos custos do fotovoltaico vai-se assistir nos próximos anos a verdadeira democratização da energia através da introdução de conceitos de autoconsumo. Nesta revista, apresenta-se um artigo sobre o autoconsumo solar fotovoltaico que pode representar uma solução para os consumidores reduzirem o impacto do aumento da eletricidade e ao mesmo tempo permitir a criação de um mercado solar fotovoltaico sustentável.

No âmbito das instalações elétricas, da eficiência energética e da qualidade da energia elétrica, publica-se um artigo sobre Poluição Harmónica em Instalações Elétricas Industriais. Este ainda é atualmente um assunto de difícil compreensão e desconhecido, cujas consequências na indústria se fazem sentir por importantes prejuízos de natureza técnica e económica. No artigo que é apresentado é feita uma análise técnica e científica ao problema das componentes harmónicas nas instalações elétricas industriais, apresenta as suas causas e consequências, e as soluções que atualmente existem no mercado para minimizar este problema.

Ao longo das últimas décadas Portugal tem assistido a um abrandamento na construção civil e, naturalmente, na construção de edificado novo. Porém, subsiste a necessidade de requalificar os edifícios já existentes que serão, indubitavelmente, o grande nicho de negócio nas décadas vindouras. Paralelamente, a legislação e as especificações e prescrições técnicas das diversas instalações específicas, designadamente as Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), devem convergir para a harmonização com as Normas Europeias e adaptadas à realidade económica do país. Neste âmbito, uma edição do Manual ITED (a 3ª Edição) será publicada no próximo ano de 2015, e visa fundamentalmente a atualização das especificações e prescrições técnicas com a normalização europeia e uma convergência com a real situação económica portuguesa. O artigo que é apresentado propõe, de uma forma sucinta, evidenciar as principais alterações decorrentes da proposta do novo enquadramento das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos muito interessantes e atuais, como um artigo sobre Regulação de Velocidade de Motores de Corrente Contínua, um artigo que aborda a Traçagem Elétrica nas Instalações Elétricas, um artigo muito importante sobre os Riscos de Incêndios nas Instalações Elétricas, e um artigo relacionado também com a eficiência energética, neste caso, sobre a elaboração de Um Manual de Boas Práticas no Cadastro da Iluminação Pública.

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

Porto, junho de 2014

José António Beleza Carvalho

## REGULAÇÃO DE VELOCIDADE EM MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA

## 1. Introdução

Uma grande parte das aplicações em que se utiliza força motriz beneficiaria, em termos de consumo de energia elétrica e de desempenho global, se a velocidade do motor se ajustasse às necessidades do processo. Existem muitas aplicações em que é necessário regulação e controlo de velocidade, como em máquinas ferramentas, ventoinhas, elevadores, veículos de tração elétrica, entre outras.

A utilização de variadores eletrónicos de velocidade (VEVs) permite responder a alterações nas condições de carga do motor através da variação da sua velocidade. Através da regulação da velocidade de rotação dos motores, os variadores eletrónicos de velocidade proporcionam uma melhoria das condições de funcionamento dos processos, um menor desgaste dos componentes mecânicos, um menor ruído de funcionamento e, fundamentalmente, uma substancial poupança de eletricidade.

Os motores de corrente contínua (DC) são ainda muito utilizados em sistemas que requerem variação de velocidade. Nestes motores, o controlo e a regulação de velocidade acima e abaixo da respetiva velocidade nominal é facilmente conseguido, sendo os reguladores de velocidade destas máquinas mais simples e menos dispendiosos que os reguladores de velocidade usados nas máquinas de corrente alternada (AC).

As tecnologias inerentes ao controlo e regulação de velocidade evoluiu muito nos últimos anos.

No sistema clássico pelo método Ward-Leonard, máquinas rotativas eram utilizadas para variar a velocidade dos motores DC. Atualmente, são utilizados conversores eletrónicos com semicondutores de estado sólido para esta finalidade.

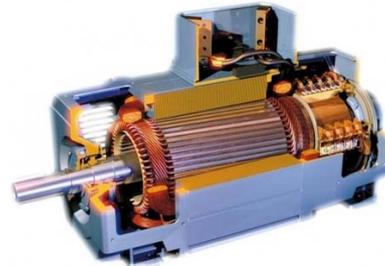


Figura 1. Motor de Corrente Contínua

## 2. Sistema Ward-Leonard

Este sistema apareceu por volta de 1890 e utiliza um grupo motor-gerador (M-G) para controlar a velocidade do motor DC, como se apresenta na Figura 2. O motor do grupo M-G (normalmente um motor AC de indução) gira a velocidade constante. Variando  $RC_1$  (reóstato de excitação do gerador) é possível variar a corrente de excitação do gerador  $i_g$ , alterando assim a tensão  $V$  quer aos terminais do gerador quer aos terminais do motor. A variação da tensão  $V$  aos terminais do motor DC permite variar a velocidade deste. Este sistema funciona em dois modos de controlo.

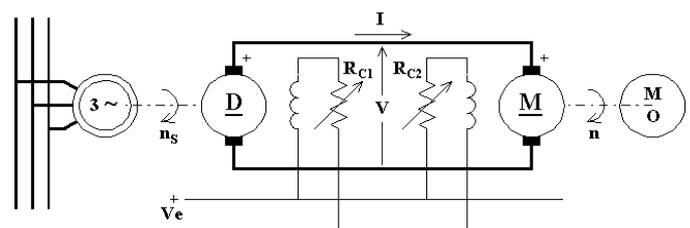


Figura 2. Sistema Ward-Leonard

a) Controlo pela Tensão na Amadura  $V$ 

Neste modo de controlo a corrente excitação do motor através de  $RC_2$  (reóstato de excitação do motor) é mantida constante e no seu valor nominal. A corrente de excitação do gerador é ajustada em  $RC_1$ , para variar a tensão desde zero até ao seu valor nominal. A velocidade do motor irá variar desde zero até à velocidade nominal, como se pode ver na figura 3.

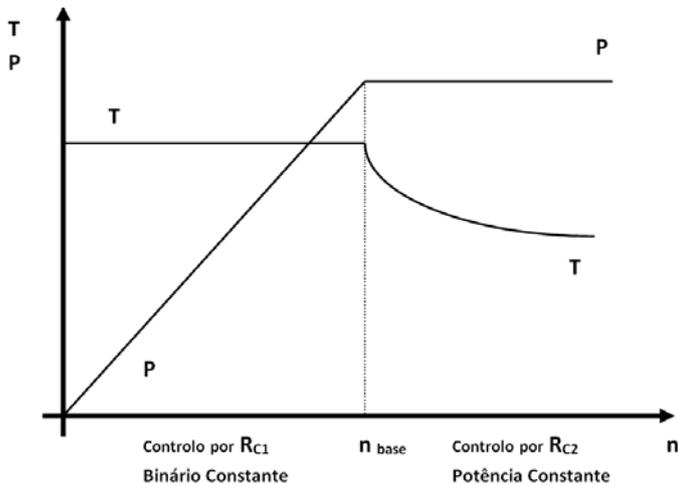


Figura 3. Sistema Ward-Leonard. Regulação mista

### b) Controlo pela corrente de excitação

Este modo de controlo é utilizado para variar a velocidade acima do valor nominal. Neste caso, a tensão na armadura mantém-se constante e vai-se diminuindo a corrente de excitação do motor em RC2, obtendo-se assim velocidades mais elevadas. Como a corrente na armadura vai-se manter aproximadamente constante, diz-se que o motor funciona a potência constante. Obviamente que o binário do motor decresce ligeiramente com o aumento da velocidade, como se pode ver na Figura 3.

## 2. Controlo Eletrónico

Os conversores de estado sólido são atualmente usados para substituir o grupo D-M do sistema Ward-Leonard no controlo de velocidade dos motores DC. A Figura 4 apresenta o diagrama de blocos de um sistema conversor de estado sólido. Os conversores utilizados baseiam-se em retificadores e *choppers* de comutação controlada.

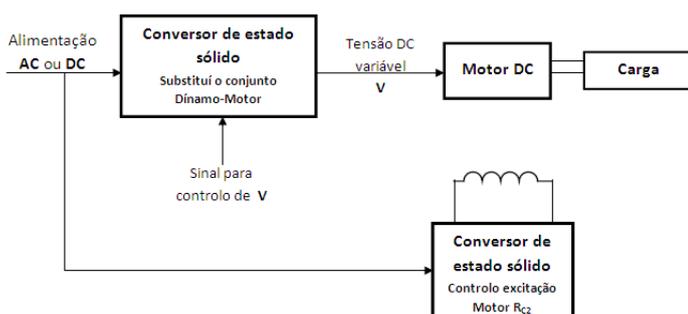


Figura 4. Diagrama de blocos de um sistema conversor de estado sólido

### 2.1 Retificadores controlados

Quando a fonte de alimentação é alternada, os retificadores podem ser utilizados para converter uma tensão constante AC numa fonte de tensão variável DC. Se os dispositivos de comutação forem todos dispositivos controlados, como os tirístores, o conversor é denominado de Totalmente Comandado. Se os dispositivos comutadores forem metade deles tirístores e a outra metade díodos, o conversor é denominado de Semicomandado. Como é apresentado na Figura 5, o ângulo  $\alpha$  de disparo dos tirístores determina o valor médio da tensão de saída  $V_t$ . O sinal de controlo  $V_c$  varia o ângulo de disparo  $\alpha$  e, conseqüentemente, varia a tensão  $V_t$ .

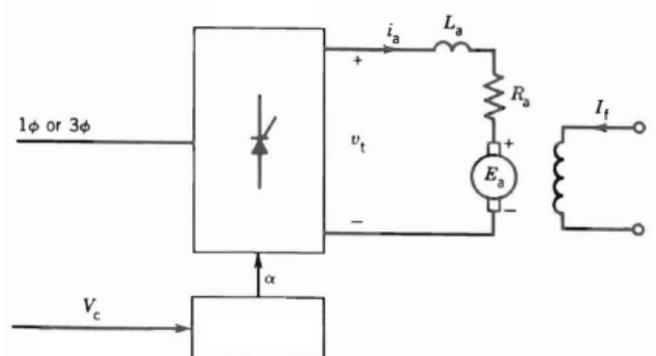


Figura 5. Retificador controlado para controlo velocidade de motores DC

Alimentação monofásica: conversor totalmente controlado

$$V_t = \frac{2\sqrt{2}V_p}{\pi} \cos \alpha \quad (1)$$

Alimentação monofásica: conversor semicontrolado

$$V_t = \frac{\sqrt{2}V_p}{\pi} (1 + \cos \alpha) \quad (2)$$

Alimentação trifásica: conversor totalmente controlado

$$V_t = \frac{3\sqrt{6}V_p}{\pi} \cos \alpha \quad (3)$$

Alimentação trifásica: conversor semicontrolado

$$V_t = \frac{3\sqrt{6}V_p}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \quad (4)$$

Onde  $V_p$  é o valor eficaz da tensão alternada monofásica. A variação da tensão  $V_t$  aos terminais do motor em função do ângulo de disparo  $\alpha$  é apresentada na Figura 6, para ambos

os conversores, totalmente controlado e semicontrolado. Se a queda de tensão  $R_a I_a$  for desprezada ( $V_t = E_a$ ), as curvas da Figura 6 também representam a variação de  $E_a$  e, como tal, a variação da velocidade com o ângulo de disparo.

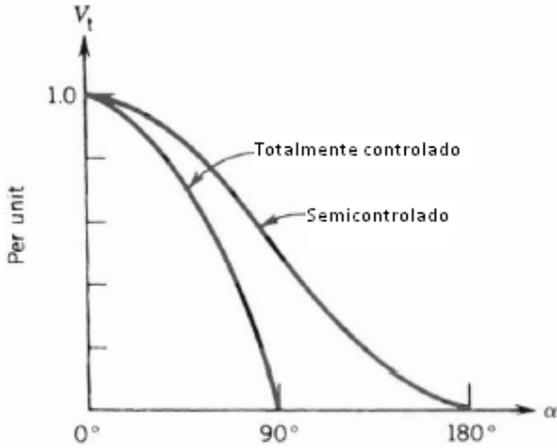


Figura 6. Características do retificador controlado

2.2 Choppers

O *chopper* converte uma tensão contínua fixa numa tensão contínua variável. O diagrama esquemático e as formas de onda são apresentadas na Figura 7.

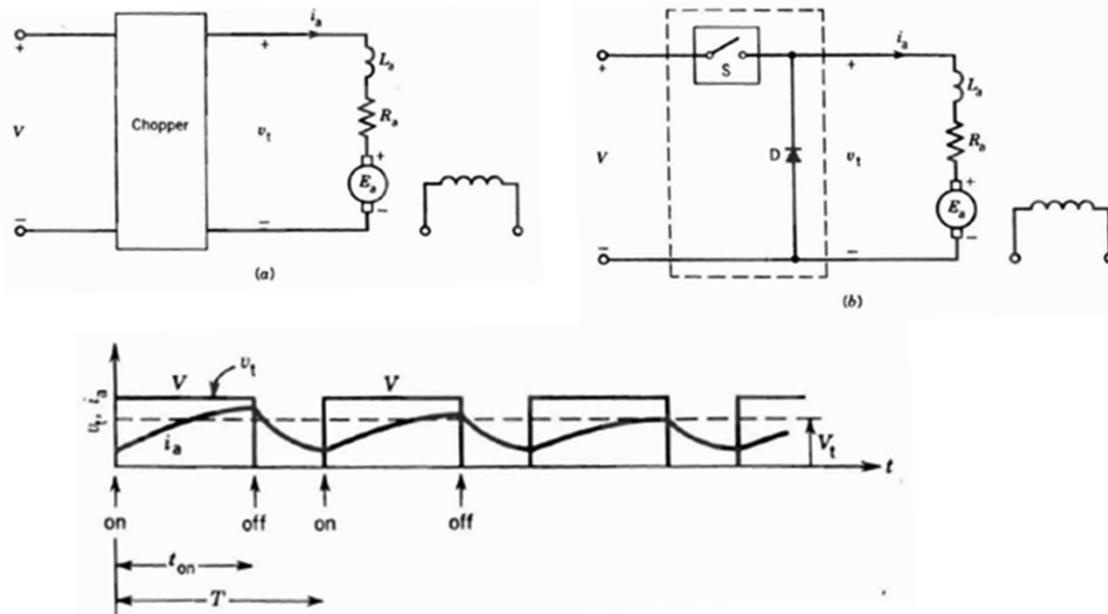


Figura 7. Circuito e Operação de um Chopper

$$V_t = \frac{t_{on}}{T} \times V = \alpha V \tag{5}$$

Em que:  $T_{on}$  representa interruptor fechado,  $\alpha$  o índice de modulação do *chopper* e  $T$  o período de comutação.

2.3 Operação em malha fechada

Em acionamentos do motor DC onde se exige uma velocidade rigorosamente constante, o controlo em malha aberta não é totalmente satisfatório.

Em malha aberta, variações no binário da carga originam variações na velocidade. Em controlo em malha fechada a velocidade pode ser mantida constante, ajustando a tensão aos terminais do motor de acordo com as variações do binário de carga. A Figura 8 apresenta um diagrama de blocos de um controlo em malha fechada

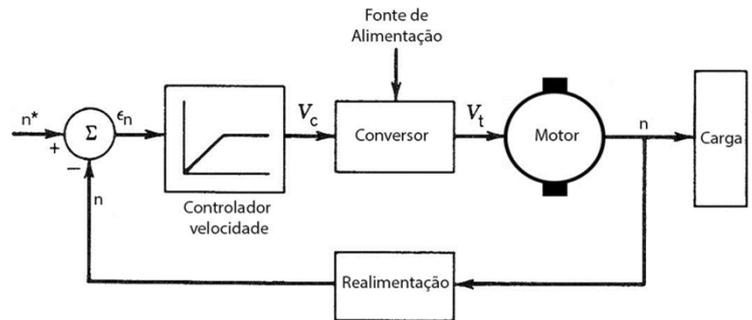
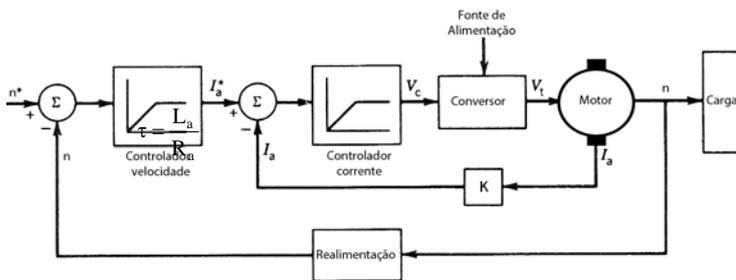


Figura 8. Controlo em malha fechada

As principais vantagens da operação em malha fechada é a possibilidade de obter velocidade de funcionamento constante, a precisão no valor da velocidade obtida, excelente resposta dinâmica e estabilidade de funcionamento.

Em malha fechada o sistema também pode ser dimensionado para funcionar a potência constante ou binário constante, ou seja, permitir uma regulação mista. Um sistema de controlo em malha fechada com anel de realimentação de corrente permite a regulação mista do motor DC. Na Figura 9 apresenta-se um diagrama de blocos dum sistema de controlo deste tipo.



**Figura 9. Controlo em malha fechada com realimentação de corrente**

No motor DC, a resistência da armadura ( $R_a$ ) e a indutância ( $L_a$ ) tomam valores reduzidos. Como tal, a constante de tempo do circuito da armadura também é reduzida. Assim, uma pequena variação da tensão aplicada resulta numa variação elevada de corrente no circuito da armadura. O anel de realimentação de corrente protege o conversor e o motor para variações que possam tomar valores elevados de corrente.

A saída do controlador de velocidade representa um comando de binário. Como o binário será proporcional à corrente  $I_a^*$ , a saída do controlador de velocidade representa o controlo da corrente  $I_a$ . O controlador de corrente vai limitar a corrente na armadura. O controlador de velocidade e o controlador de corrente podem ser do tipo Proporcional (tipo P) ou Proporcional-Integral (tipo PI). A escolha depende da qualidade e do rigor que se pretende para o controlo em malha fechada do motor.

### 3. Conclusão

Os motores de corrente contínua são ainda muito utilizados em sistemas que requerem variação de velocidade. O controlo e a regulação de velocidade acima e abaixo da respetiva velocidade nominal é facilmente conseguido, sendo os reguladores de velocidade destas máquinas mais

simples e menos dispendiosos que os reguladores de velocidade usados nas máquinas de corrente alternada.

A utilização de VEVs na regulação da velocidade de rotação dos motores de corrente contínua proporcionam uma melhoria das condições de funcionamento dos processos, um menor desgaste dos componentes mecânicos, um menor ruído de funcionamento e, fundamentalmente, uma substancial poupança de energia elétrica.

A regulação de velocidade destes motores assenta fundamentalmente no controlo e regulação da tensão aplicada na armadura e, ou, controlo da corrente de excitação do motor. Para tal, utilizam-se conversores eletrónicos baseados em retificadores controlados e *choppers*.

A operação destes conversores em malha fechada permite obter nos motores velocidade de funcionamento constante, maior precisão no valor da velocidade obtida, excelente resposta dinâmica e regimes de funcionamento com elevada estabilidade

### Bibliografia

- [1] Beza Carvalho, J. A., Máquinas Elétricas de Corrente Contínua. Apontamentos da disciplina de Máquinas Elétricas I. ISEP, Porto, março de 2014.
- [2] WEG, Motores de Corrente Contínua. [www.weg.net](http://www.weg.net). Catálogo WEG 2012.
- [3] Sen, P.C., Principles of Electric Machines and Power Electronics. Editor: John Wiley & Sons.
- [4] Fitzgerald, A.E., Charles Kingsley. Electric Machinery. Editor: McGraw Hill.
- [5] ABB, Low Voltage Industrial Performance Motors. Catálogo ABB 2009.

## AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO.

### A DEMOCRATIZAÇÃO DA ENERGIA

#### 1. Introdução

Com a introdução da microprodução em Portugal (DL 363/2007) teve início a primeira fase da implementação do solar fotovoltaico. Os consumidores passaram a ser produtores de energia. Com o aumento do preço da eletricidade e a forte descida dos custos do fotovoltaico iremos assistir nos próximos anos à verdadeira democratização da energia através da introdução de conceitos de autoconsumo.

#### 1. Enquadramento

Na última década, a fatura de energia elétrica aumentou continuamente nos diferentes níveis de tensão de alimentação. Este aumento deve-se não só ao aumento da carga fiscal em 2012 (aumento do IVA de 6% para 23%) mas também à cada vez maior contribuição dos custos de interesse económico geral (CIEG's). Os custos de *acesso à rede* e os custos de interesse económico geral representam hoje em dia metade da componente variável e a quase totalidade da componente fixa (potência contratada). A necessidade de incorporar todos sobrecustos da produção em regime especial (PRE) e em regime ordinária (PRO) aos consumidores, para não aumentar o já elevado nível de défice tarifário na ordem dos 3,7 mil milhões, irá pressionar os CIEG e assim a componente *não dependente* do custo da energia elétrica. Para se ter uma ideia da gravidade da situação, o valor da dívida que cada consumidor português tem junto do sistema elétrico nacional são aproximadamente 570€ (sem IVA) (considerando 6,4 milhões de consumidores [1]). Para a liquidação total da dívida de uma só vez seria necessário aumentar a tarifa elétrica em 0,075€/kWh. O atual Governo tem como meta para 2020/25, poder extinguir o défice tarifário com aumentos máximos anuais de 1,5% acréscimo da taxa de inflação.

A sustentabilidade e a estabilidade das tarifas de eletricidade (e défice tarifário) dependem fortemente das políticas nacionais para as energias renováveis e eficiência energética. O atual défice tarifário é constituído por cerca de 90% com os sobrecustos provocados pelas energias renováveis (PRE). Para a futura real implementação em larga escala de produção descentralizada baseada no conceito "prosumidor" (= produtor + consumidor), que teve o seu início com os decretos leis 363/2007 de 2 de Novembro e 34/2011 de 8 de Março, é necessário criar mecanismos que não aumentem mais o défice tarifário.

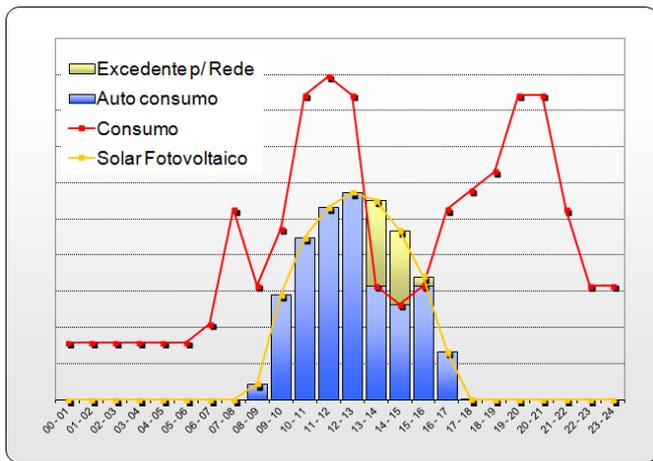
O autoconsumo solar fotovoltaico pode representar uma solução para os consumidores reduzirem o impacto do aumento da eletricidade e ao mesmo tempo permitir a criação de um mercado solar fotovoltaico sustentável.

#### 2. A solução autoconsumo fotovoltaica

Com a segura subida dos preços de energia e o evidente amadurecimento das soluções fotovoltaicas, novas filosofias de instalação ganham evidência, nomeadamente a filosofia de autoconsumo. Estas instalações fotovoltaicas são instaladas em locais onde existe rede elétrica pública. A produção de energia não visa a venda ao abrigo dos regimes bonificados conhecidos do tipo *feed-in tariff* (micro ou miniprodução) mas sim o consumo no local.

##### 2.1 Autoconsumo instantâneo (100% autoconsumo)

O autoconsumo é a possibilidade de consumir instantaneamente (consumo natural) a energia elétrica (figura 1: área azul) gerada pela instalação fotovoltaica, produzindo uma poupança direta na compra da energia ao comercializador de eletricidade. As instalações são ligadas à rede através de uma rede interior de consumo.



**Figura 1. Diagrama de carga (curva vermelha) e produção fotovoltaica (curva amarela).**

Esta solução já é aceite em Portugal, todavia é necessário garantir que nenhuma energia seja injetada na rede, existindo já as seguintes soluções técnicas:

- Dimensionar o sistema fotovoltaico (em termos de potência instalada) de forma que a energia produzida ao longo do ano seja sempre inferior ao consumo.
- Utilização de inversores com redução de potência em caso de verificação de produção em excesso. Neste caso, não se está a favorecer um consumo eficiente da energia.
- Implementação de um sistema de ativação de cargas em caso de existência de energia fotovoltaica em excesso. Esta solução representa um consumo muito eficiente da energia renovável. Tem como desvantagem os custos de implementação do sistema de controlo.

## 2.2 Autoconsumo com injeção de excedentes na rede (RESP)

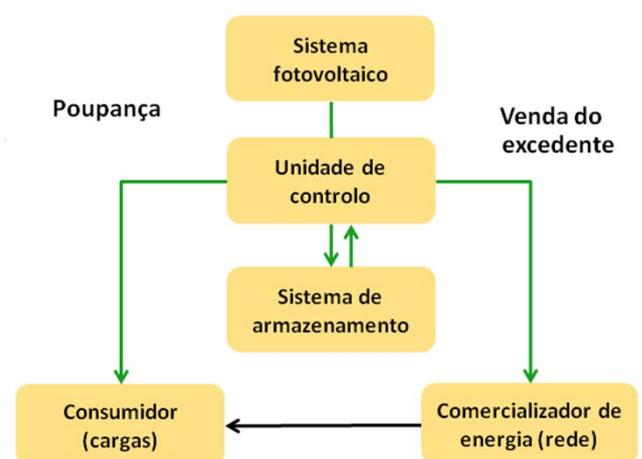
Se existirem momentos nos quais a produção da instalação supera o consumo, serão gerados *excedentes* de energia (figura 1: área amarela) que poderão ser injetados ou não na rede. No caso da injeção do excedente, estamos a falar de um mecanismo em que a energia vendida à rede (por exemplo pelo comercializador de mercado ou último recurso, CUR) é remunerada a uma tarifa predefinida.

Existem vários modelos e mecanismos de remuneração que podem passar pela atribuição de um crédito ao consumidor pelo comercializador (acertos de contas na fatura mensal de consumo, modelo de *net-metering*) ou pela remuneração ao preço de mercado “spot” pelo comercializador de último recurso.

Estes dois modelos não estão regulados atualmente em Portugal. Tendo em conta a evolução legislativa não é espetável que a atribuição de créditos (*net-metering*) por parte do comercializador seja a solução adotada em Portugal.

## 2.3 Autoconsumo com armazenamento e injeção de excedentes na rede (RESP)

Para aumentar o grau de autoconsumo da energia gerada faz sentido armazenar temporariamente a energia em excesso numa pequena bancada de baterias com uma capacidade de armazenamento semelhante ao consumo diário. Só depois do completo carregamento, é que a energia em excesso será injetada na rede. Este sistema tem a vantagem de maximizar o aproveitamento da energia fotovoltaica e aumentar o consumo eficiente da energia renovável. A existência do armazenamento, implicará o aumento dos custos de investimento devido às baterias e ao sistema de controlo de carga. Este aumento de investimento é aproveitado pelos fornecedores oferecendo sistemas inteligentes de controlo ativo das cargas, permitindo um aumento autoconsumo.



**Figura 2. Diagrama de blocos de um sistema de autoconsumo.**

Na figura 2 é apresentado o esquema global de um sistema de autoconsumo. O sistema é constituído por um *sistema fotovoltaico*, uma *unidade de controlo* (que em função do seu grau de complexidade monitoriza o consumo e a produção de energia, ativa ou desativa cargas *não contínuas* (exemplo: máquina de lavar roupa ou loiça, aquecimento central, cilindro de água, etc.) atua como controlador de carga das baterias e um *sistema de armazenamento* de energia. O autoconsumo, representa uma maior mais válida em relação à injeção na rede. Enquanto o autoconsumo representa uma poupança económica entre 0,06/kWh a 0,16€/kWh (dependendo do nível de tensão), a venda do excedente à rede representará no futuro um proveito de 0,14€/kWh para clientes BT e 0,05€/kWh a 0,075€/kWh para clientes de MT. É de realçar, que os consumidores domésticos não podem deduzir o IVA podendo os valores de poupança poderem atingir os 0,19€/kWh (semelhantes à tarifa bonificada de 0,196€/kWh para 2013 no regime de microprodução).

Atualmente, o fotovoltaico é visto como um investimento financeiro para obter uma elevada rentabilidade. É permitido a instalação de sistemas com potências de ligação nominais de 3,68kW até 250kW. No futuro, o fotovoltaico terá que ser visto com um investimento de poupança e eficiência energética. Será necessário conhecer e analisar o perfil de consumo (diagrama de carga) do consumidor doméstico e empresarial e encontrar dentro dos vários objetivos a melhor solução técnica.

### 3. Casos de estudo

Em seguida apresentam-se vários casos de estudo de aplicações de autoconsumo, que vão desde do consumidor doméstico (alguns kW), à pequena e média unidade industrial (algumas dezenas de kW) até a um grande consumidor (superior a 1MW). Com os estes casos de estudo pretendem-se demonstrar a viabilidade económica do autoconsumo e os cuidados a ter no dimensionamento das mesmas e das respetivas limitações.

#### 3.1 Consumidor doméstico

Em seguida é apresentado uma solução técnica e uma análise económica financeira para um consumidor doméstico, localizado na freguesia de Roriz no concelho de Santo Tirso, com uma potência contratada de 3,45 kVA e um consumo anual de energia elétrica de 3300 kWh. O consumidor utiliza o tarifário simples tem uma fatura de eletricidade anual de 738,24 € (tarifas reguladas de janeiro de 2013).

A figura 3 mostra a variação mensal do consumo ao longo do ano, onde se observa um consumo médio mensal de 275 kWh e uma variação significativa entre os meses de verão e inverno da ordem dos 100 kWh.

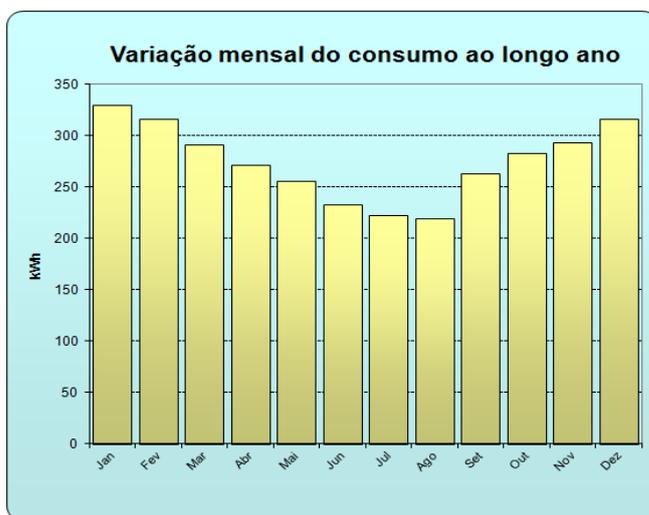


Figura 3. Variação mensal do consumo para um consumidor doméstico.

##### 3.1.1 Nanoprodução – autoconsumo instantâneo

Para obter um elevado grau de autoconsumo da energia produzida, um elevado nível de poupança e evitar a injeção de energia excedentária na rede podemos utilizar a seguinte configuração de sistema:

- Potência instalada: 690 Wp (3 x 230 Wp);
- Inversor: Mastervolt Soladin 600 (ou como alternativa 3 micro inversores);
- Disjuntor DC125V.

O sistema fotovoltaico tem uma produção anual de 840 kWh e é ligado em paralelo com a rede diretamente no quadro geral de baixa tensão (QGBT) ou a uma tomada elétrica. Para proteção do sistema é ligado a um disjuntor DC125V entre o inversor e a tomada elétrica/QGBT. Este sistema será possível obter uma poupança bruta de 25% (840kWh/3300kWh). Como se pode verificar na figura 4, nos meses de inverno a energia produzida é 100% autoconsumida, sendo nos outros meses até 80%. A energia fotovoltaica gerada por este sistema de “nanoprodução”, representa até 40% da energia consumida nos meses de verão. Mesmo com este sistema de pequena escala e com o diagrama de carga “tipo”, 8,5% da energia produzida é excedente. Isto significa que esta energia terá que ser injetada na rede a custo “zero” ou a uma tarifa de venda.

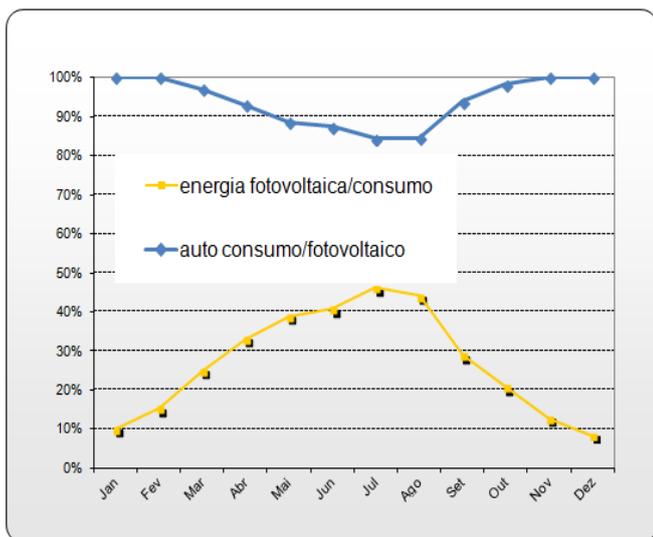


Figura 4. Variação anual do grau de autoconsumo (curva azul) e a relação entre energia gerada e consumida (curva em amarelo).

Estes pequenos kit's de autoconsumo podem ser atualmente adquiridos em diversas lojas online [2]. Com base no preço de aquisição indicado na loja (junho de 2013) de 1.348,08 € (valor com IVA) permite-nos fazer uma pré-avaliação económica financeira do sistema.

#### Parâmetros iniciais:

Consumo anual: 3300 kWh  
 Tipo de tarifário: Simples  
 Valor da tarifa: 0,1756€/kWh  
 (com IVA e imposto sobre eletricidade)  
 Valor anual da fatura: 738,24€ (inclui custo da potência contratada que corresponde a 21,5% do valor total da fatura)

#### Sistema fotovoltaico:

Custo do investimento:	1348,0€
Produção anual:	840 kWh
Autoconsumo:	765 kWh
Energia excedente:	75 kWh
Degradação da produção:	0,5%/ano

#### Resultados:

Nova fatura energética:	604,00 € (1º ano)
Poupança:	134,45€ (18,2%)
Tempo de amortização:	8 anos
LCOE (a 20 anos):	0,0923 €/kWh

Os resultados mostram, que mesmo utilizando um sistema básico de autoconsumo sem grandes preocupações de eficiência energética consegue-se obter uma poupança de cerca 20% na fatura energética, com tempo de amortização interessante (8 anos) e uma rentabilidade anual do investimento de perto dos 10%. É de realçar, que não consideramos qualquer remuneração para a energia excedente. Considerando os custos de investimento e a produção energética do sistema para um período de 20 anos, obtém um *custo nivelado simples* (LCOE) da energia gerada de 0,0923€/kWh. Este valor mostra que o solar fotovoltaico já atingiu a *paridade da rede* (*grid parity*).

#### 3.1.2 Microprodução: autoconsumo com armazenamento e injeção (“net-metering”)

Em seguida apresentamos um sistema de autoconsumo com capacidade de armazenamento da energia excedente produzida durante o dia que será aproveitada no período noturno. A rede pública complementa sempre que necessário o défice que possa surgir entre produção e consumo no local. Consegue-se assim uma redução significativa na fatura de energia, tão maior quanto mais alargada for a capacidade de aproveitamento das horas de produção solar. Consideramos um sistema fotovoltaico com uma potência nominal de 1,75kVA e uma potência instalada de 1,9kWp. O sistema consiste numa unidade de controlo, um controlador de carga e uma bancada de baterias com uma capacidade de armazenamento de 2,5kWh (cerca de 22% do consumo diário).

Este sistema conseguirá produzir anualmente 2650kWh corresponde a 80% do consumo anual. Na figura 5 apresenta-se os diagramas de carga para o mês de julho com e sem armazenamento considerando o mesmo diagrama de carga tipo (doméstico) e local de instalação (Porto). Da energia gerada (sem armazenamento) 55,1% é autoconsumida e 44,9% é injetada na rede, o que representa um elevado nível de ineficiência energética. Com a utilização da bancada de baterias de 2,5kWh (DOE de 80%) é possível aumentar o grau de autoconsumo para 74,25%, sendo apenas injetada na rede 25,75%.

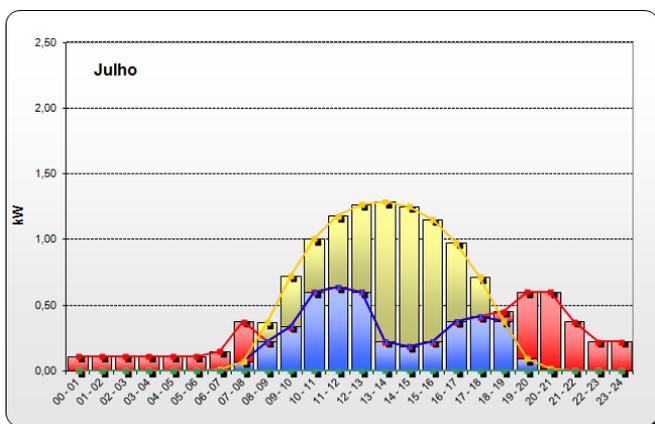


Figura 5. Diagrama de carga (vermelho), produção fotovoltaica (amarelo), autoconsumo (azul) e armazenamento (verde) sem e com capacidade de armazenamento para o mês de julho.

No mercado existem várias soluções técnicas que permitem o armazenamento e injeção, desenvolvidas na sua maioria pelos fabricantes de inversores como (exemplo a SMA, Fronius, Kaco, Nedap entre outros) ou painéis fotovoltaicos (Solarworld, Solon).

Este tipo de soluções são muito utilizadas na Alemanha devido ao incentivo do autoconsumo através da majoração da energia injetada na rede. É necessário fazer uma análise cuidadosa do perfil de consumo do cliente para analisar se é vantajoso utilizar um sistema de autoconsumo com um sistema de armazenamento.

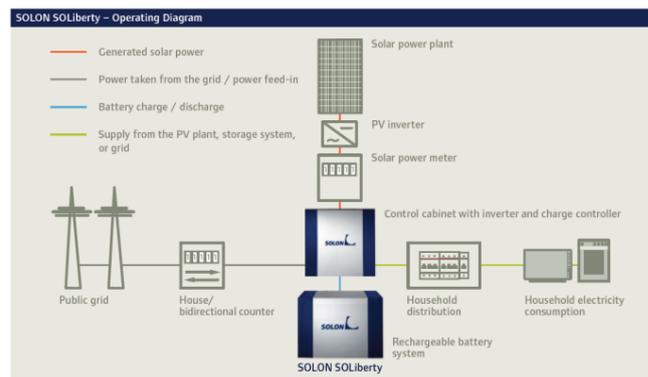


Figura 6: Solução tecnológica (SOLON SOLiberty) de um sistema de autoconsumo com armazenamento e injeção na rede da empresa Solon [3].

Para o perfil de consumo do cliente doméstico acima referenciado apresentamos em seguida uma análise económica para o caso de um sistema de maior potência (potência injetada igual a metade da potência contratada, segundo os requisitos do DL da micro e miniprodução). Nesta análise consideramos que a energia excedente é vendida à rede a uma tarifa igual à tarifa simples de 0,1428€/kWh (em janeiro de 2013, sem IVA) atualizada anualmente a uma taxa de inflação de 2% (mesmo modelo ao utilizado no regime geral da microprodução). Para o sistema de armazenamento consideramos um custo médio de 500€ por kWh de capacidade de energia armazenada (valor sem IVA). É de realçar que esta solução “net-metering” não é aplicável em Portugal.

**a) Sistema autoconsumo sem armazenamento**

Custo do investimento:	4423,6€
Autoconsumo:	1461kWh (55,1%)
Energia excedente:	1189 kWh

**Resultados:**

Nova fatura energética:	311,83€ (1º ano)
Poupança:	426,41€ (57%)
Tempo de amortização:	9 anos
LCOE (a 20 anos):	0,0874 €/kWh

análise consideramos que a energia excedente é vendida à rede a uma tarifa igual à tarifa simples de 0,1428€/kWh (em janeiro de 2013, sem IVA) atualizada anualmente a uma taxa de inflação de 2% (mesmo modelo ao utilizado no regime geral da microprodução)

#### b) Sistema autoconsumo com armazenamento

Custo do investimento:	5961,1€
Autoconsumo:	1968kWh (74,25%)
Energia excedente:	682 kWh

#### Resultados:

Nova fatura energética:	443,04 € (1º ano)
Poupança:	134,45€ (40%)
Tempo de amortização:	11 anos
LCOE (a 20 anos):	0,1179 €/kWh

Uma análise comparativa destes três sistemas para o caso de um consumidor doméstico e perfil de carga típico permitem tirar as seguintes conclusões:

a) Para uma melhor otimização económica financeira é importante conhecer o perfil de consumo diário e anual porque os custos de geração fotovoltaico são sempre inferiores às tarifas de consumo (no caso do doméstico);

b) Quanto maior o grau de autoconsumo maior a rentabilidade financeira (menor tempo de amortização do investimento) devido à diferença entre a tarifa de venda da energia excedente e a tarifa de consumo;

c) O aumento do autoconsumo com a utilização de um sistema com capacidade de armazenamento não é, em geral, economicamente rentável devido ao elevado custo atual das baterias;

d) Para maximizar a eficiência económica financeira será necessário selecionar o melhor tipo de tarifário (simples, bi-horário, tri-horário).

O futuro objetivo chave na implementação de um sistema de autoconsumo será a maximização do autoconsumo. Para isso será necessário poder controlar as cargas de consumo e adequar os tarifários horários.

Soluções de monitorização de produção e consumo que permitem ativar e desativar cargas permitindo maximizar o autoconsumo.

É possível instalar elementos automáticos que ativem consumos “livres de horário” como por exemplo, o lava louças, aquecedores ou ar condicionado. No mercado existem produtos como o *Sunny Home Manager* da SMA [4] que permitem aproveitar os excessos de energia produzida durante o dia.

Através deste sistema poderíamos, por exemplo, automatizar a ligação do lava louças para que o excedente não seja injetado na rede. Desta forma, teríamos um consumo mais eficiente da energia e injetaríamos na rede a menor quantidade possível de energia.

Também se pode instalar um sistema de redução de potência, ainda que com isto não favoreçamos um consumo eficiente da energia. Segundo a figura 7, se o contador mede um fluxo baixo de corrente no edifício (pré fixado um limite no PLC) o PLC manda um sinal à Webbox (1-100% redução de potência).

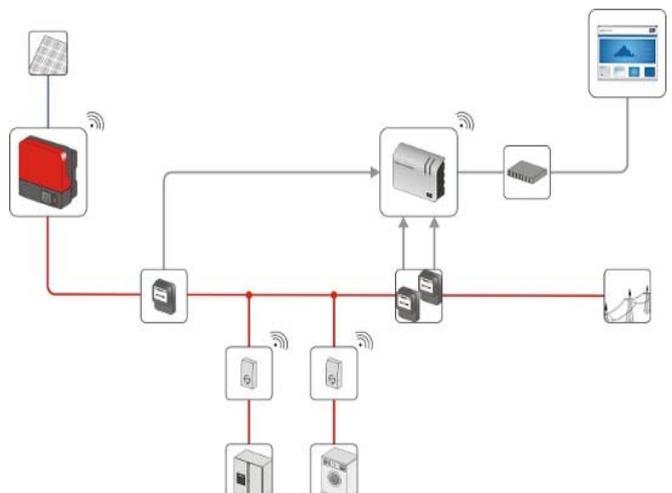


Figura 7. Solução *Sunny Home Manager* da SMA [4].

Os inversores reduzem a sua potência ativa. Tão rápido como o fluxo de corrente da vivenda supera o limite (por exemplo, a máxima potência do sistema fotovoltaico) o PLC já não volta a enviar o sinal de redução de potência. Este sistema já está disponível atualmente.

### 3.2 Consumidores industriais

Em seguida apresentamos a aplicação do autoconsumo fotovoltaico em consumidores industriais com um nível de tensão de MT. Nestes casos é necessário fazer uma análise detalhada do tarifário horário, diagrama de carga e dimensionar o sistema fotovoltaico de forma maximizar a eficiência energética. Devido às relativamente baixas tarifas de energia e de acesso à rede em MT, é necessário dimensionar um sistema fotovoltaico que não gere energia excedente. Em seguida apresentamos um estudo de caso para um consumidor industrial.

#### Dados do consumidor:

Localização:	Braga
Potência contratada:	180 kVA
Consumo Anual:	515,88 MWh
Valor da fatura	52400 €
Tarifa média efetiva:	0,1016 €/kWh

Para o dimensionamento da central foi feita uma análise do diagrama de carga e consumo anual para os diferentes horários tarifários (ver figura 8).

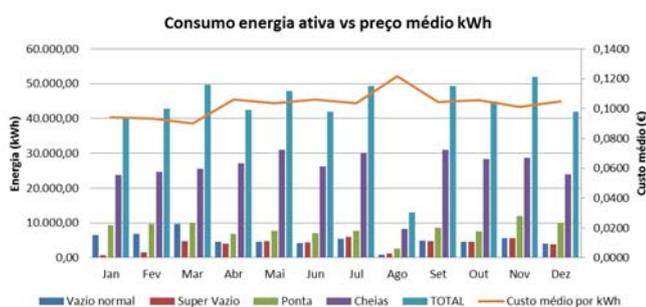


Figura 8. Variação do consumo anual para os 4 tarifários horários e a variação da tarifa média [6].

#### Dados do sistema fotovoltaico:

Potência instalada:	103,5kWp
Produção anual estimada:	144 MWh
Valor do investimento:	119.000 € (sem IVA)
Energia autoconsumida:	124 MWh (86,25%)
Energia excedente:	20 MWh (13,75%)
LCOE (20 anos + 7% rent.):	0,070 €/kWh

#### Resultados:

Nova fatura energética:	40.560 € (1º ano)
Tarifa média efetiva:	0,0786 €/kWh
Poupança:	11.840€ (21,5%)
Tempo de amortização:	10 anos

Para consumidores de MT com consumos médios a elevados (centenas de MWh) em principio não fará sentido a instalação de sistemas de armazenamento devido ao elevado custo que implicaria. Da análise dos resultados obtidos podemos concluir que a implementação da central fotovoltaica permite a redução do valor da fatura em 21,5% (referente a 2012) e uma redução da energia adquirida ao comercializador em 24%. Este valor pode ser aumentado através de uma melhor adaptação dos consumos na unidade industrial à produção fotovoltaica ao longo do dia. Em termos, económico-financeiros a energia elétrica fotovoltaica resulta numa aquisição de uma quantidade energia com um preço predefinido e previsível. É um processo semelhante a comprar energia a um preço fixo no mercado de “futuros” (OMIEP). Neste caso estaríamos a fazer de comparar cerca de 24% a um custo de geração (LCOE) de 0,07€/kWh. No valor de LCOE indicado está incluído uma taxa de rentabilidade bruta do capital investido de 7%. Mesmo considerando uma taxa de rentabilidade relativamente elevado, os custos com a aquisição de energia elétrica para este consumidor industrial de pequena média dimensão passa de uma tarifa média efetiva de 0,1016€/kWh para 0,0786€/kWh. O valor do investimento de 119.000€ (1,15€/Wp) corresponde a um valor que real de instalação em Agosto de 2012 para a instalação de uma unidade de miniprodução com ligação à rede. A energia excedente de cerca 13,75% deve-se aos dias em que não existe laboração na unidade de produção (fins de semana e período de férias no mês de agosto).

### 3.3 Consumidores de grande consumos

Para demonstrar que o fotovoltaico em regime de autoconsumo é uma alternativa muito interessante não só para o setor doméstico e para empresas ou consumidores de pequena média escala, apresentamos em seguida um estudo da viabilidade económico financeiro realizado pela empresa Paineis da Harmonia SA para o Estádio do Dragão. O Estádio do Dragão é um consumidor com consumos de médio a grande escala e com potências contratadas superiores a 1MW.

Para estes tipos de consumidores, a implementação do fotovoltaico em autoconsumo, exige uma análise técnica muito cuidadosa. Em termos de passos de análise e posterior dimensionamento da unidade de autoconsumo é necessário executar os seguintes:

1. Análise detalhe dos consumos diários e mensais do local de consumo.
2. Análise da fatura e tarifários existentes
3. Dimensionamento da unidade de autoconsumo tendo como base a maximização da utilização de energia gerada (injeção na rede zero).
4. Análise final da viabilidade económica financeira do projeto e o respetivo impacto nos custos de energia.

A distribuição dos consumos nos quatros horários tarifários (tetra horário) mostra que 75% é realizado em Ponta e Cheia. Partindo desta informação global pode-se desde já concluir que a implementação de uma unidade de fotovoltaica em autoconsumo é aplicável. Como é de esperar, num recinto desportivo complexo como é o caso do Estádio do Dragão, a variação diária e o consumo total pode ser dividido em três segmentos: i) dias com jogos ou eventos; ii) dos dias da semana uteis; iii) fins de semana e feriados. Na figura 9 apresenta-se o diagrama de carga para diferentes dias típicos.

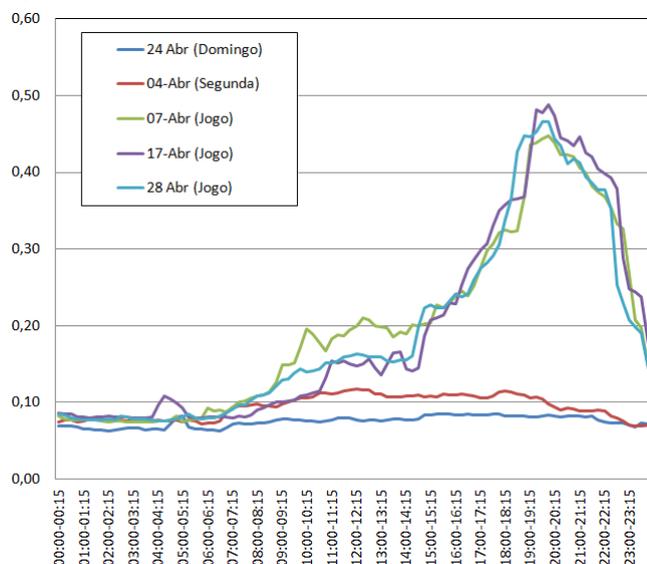


Figura 9. Diagramas de carga para diferentes dias tipos [6].

Dos diagramas de cargas apresentados verifica-se, como era de esperar, uma diferença significativa em termos de variação e valor absoluto do consumo entre dias com e sem de jogos. Verifica-se, que mesmo quando os jogos decorrem à noite, o consumo durante o dia em dias de jogo é superior em comparação com dias sem jogos. Com o objetivo de evitar a injeção de energia na rede (que seria completamente desprezada) dimensionou-se um sistema fotovoltaico com a seguinte configuração técnica:

#### Dados do sistema fotovoltaico:

Potência instalada: 690 kW/732kWp  
 Produção anual: 963 MWh (1º ano)  
 LCOE (20 anos): 0,06575 €/kWh

A central fotovoltaica tem uma potência nominal de 690 kW e uma potência instalada de 732 kWp. Os painéis são montados na cobertura do estádio com a configuração que se pode verificar na imagem 3D da figura 10. Como estamos a falar de uma central fotovoltaica em regime de autoconsumo a energia é injetada diretamente nos quadros de baixa tensão QBT existentes no Estádio do Dragão. A figura 11 apresenta o diagrama de carga para um dia com “consumo standard” (dia sem jogo) durante a semana (curva: azul) sem a implementação da central fotovoltaica e os diagramas de cargas para os meses de Janeiro, Fevereiro e Junho. Como se pode verificar, mesmo no mês de Agosto, com maior geração de energia, com o dimensionamento definido toda a energia será autoconsumida. Na tabela abaixo apresenta-se com detalhe a variação do consumo mensal com e sem autoconsumo (tendo por base 2011) bem como a respetiva geração de energia fotovoltaica.



Figura 10. Implementação em 3D da central fotovoltaica na cobertura do Estádio do Dragão [5].

Nos meses de verão (Junho, Julho, Agosto) a geração através do solar fotovoltaico representa em média 43% do consumo mensal no Estádio do Dragão. Em termos de média anual, a unidade de autoconsumo permite reduzir o consumo de energia elétrica da rede (comercializador) em 26,8%.

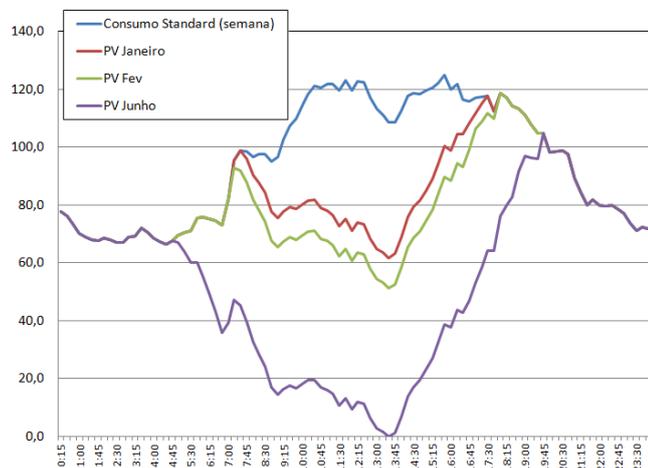


Figura 11. Variação mensal do consumo com e sem autoconsumo bem como a produção da central fotovoltaica [6].

Mês	Actual	Com auto consumo		
	Energia Consumida (kWh)	PV Ene (kWh)	Energia Consumida (kWh)	Poupança (%)
Jan	314.656	40.641	293.320	6,8%
Fev	311.607	45.711	235.796	24,3%
Mar	283.642	81.343	227.679	19,7%
Abr	318.729	92.726	207.124	35,0%
Mai	300.621	116.677	184.966	38,5%
Jun	300.664	125.267	159.854	46,8%
Jul	272.737	122.363	162.745	40,3%
Ago	318.462	118.187	176.078	44,7%
Set	300.332	88.899	210.951	29,8%
Out	320.942	63.404	252.997	21,2%
Nov	271.251	38.191	246.902	9,0%
Dez	279.823	29.536	272.107	2,8%
	<b>3.593.466</b>	<b>962.947</b>	<b>2.630.519</b>	<b>26,8%</b>

Tabela 1. Variação mensal do consumo com e sem autoconsumo bem como a produção da central fotovoltaica [6].

Numa análise económico financeira o custo nivelado da energia produzida (LCOE) para um período de vida útil da central fotovoltaica de 20 anos e uma taxa de rentabilidade bruta dos capitais investidos de 7% é igual a 65,75€/MWh.

Com base nas tarifas de energia e de acesso à rede, a redução de aquisição de energia resultará numa redução da fatura energia em 26%. O tempo de retorno do investimento será de 10 anos tendo em conta o valor total de investimento.

Este exemplo mostra que mesmo consumidores com médio a grande consumo, e que beneficiam de preços de eletricidade no mercado liberalizado baixas, a utilização de centrais fotovoltaicas em autoconsumo podem ser uma forma de reduzir a médio prazo os custos energéticos.

#### 4. Conclusão

Os casos de estudo aqui apresentados mostram claramente que a solução da utilização do solar fotovoltaico para a produção de energia elétrica em regime de autoconsumo é economicamente sustentável e interessante. A implementação de um projeto de autoconsumo vai exigir por parte dos agentes de mercado uma mudança de abordagem junto dos consumidores. O fotovoltaico vai passar de um investimento financeiro para principalmente uma medida de eficiência energética. Será necessário ter um conhecimento do perfil de consumo e avaliar com o consumidor a melhor solução técnica. Em vez da implementação soluções standard (soluções *copy - paste*) como acontece neste momentos com a micro e miniprodução, será necessário realizar um estudo e projetar soluções em que a relação custo/benefício tem de ser maximizada.

#### Bibliografia

- [1] Apresentação de Manuel Azevedo com título "A evolução do défice tarifário", na Conferência sobre Remuneração de Parcerias Público-Privadas, ISEP, 24 de maio de 2013
- [2] Páginas de internet: [www.solarshop.pt](http://www.solarshop.pt), [www.efimarket.pt](http://www.efimarket.pt)
- [3] Solon: [www.solon.com](http://www.solon.com)
- [4] SMA: Sunny Home Manager da SMA ([www.sma.de](http://www.sma.de))
- [5] Desenvolvido pela empresa Martifer Solar, SA para a empresa Painel da Harmonia, SA.
- [6] Informação prestada pela empresa Painel da Harmonia, SA

### Cursos de Pós-Graduações de Curta Duração

O Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, disponibiliza um conjunto de cursos de especialização de curta-duração destinados fundamentalmente aos alunos de cursos de engenharia, bacharéis, licenciados e mestres recém-formados na área da Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica, assim como quadros no ativo que pretendam atualizar conhecimentos ou adquirirem competências em áreas transversais da Engenharia Eletrotécnica.

Os cursos terão uma duração variável entre as 8 e as 16 horas, funcionarão à sexta-feira em horário pós-laboral, ou preferencialmente ao sábado de manhã. O requisito mínimo para frequentar estes cursos será o 12º ano completo, sendo recomendada a frequência de uma licenciatura ou mestrado em Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica.

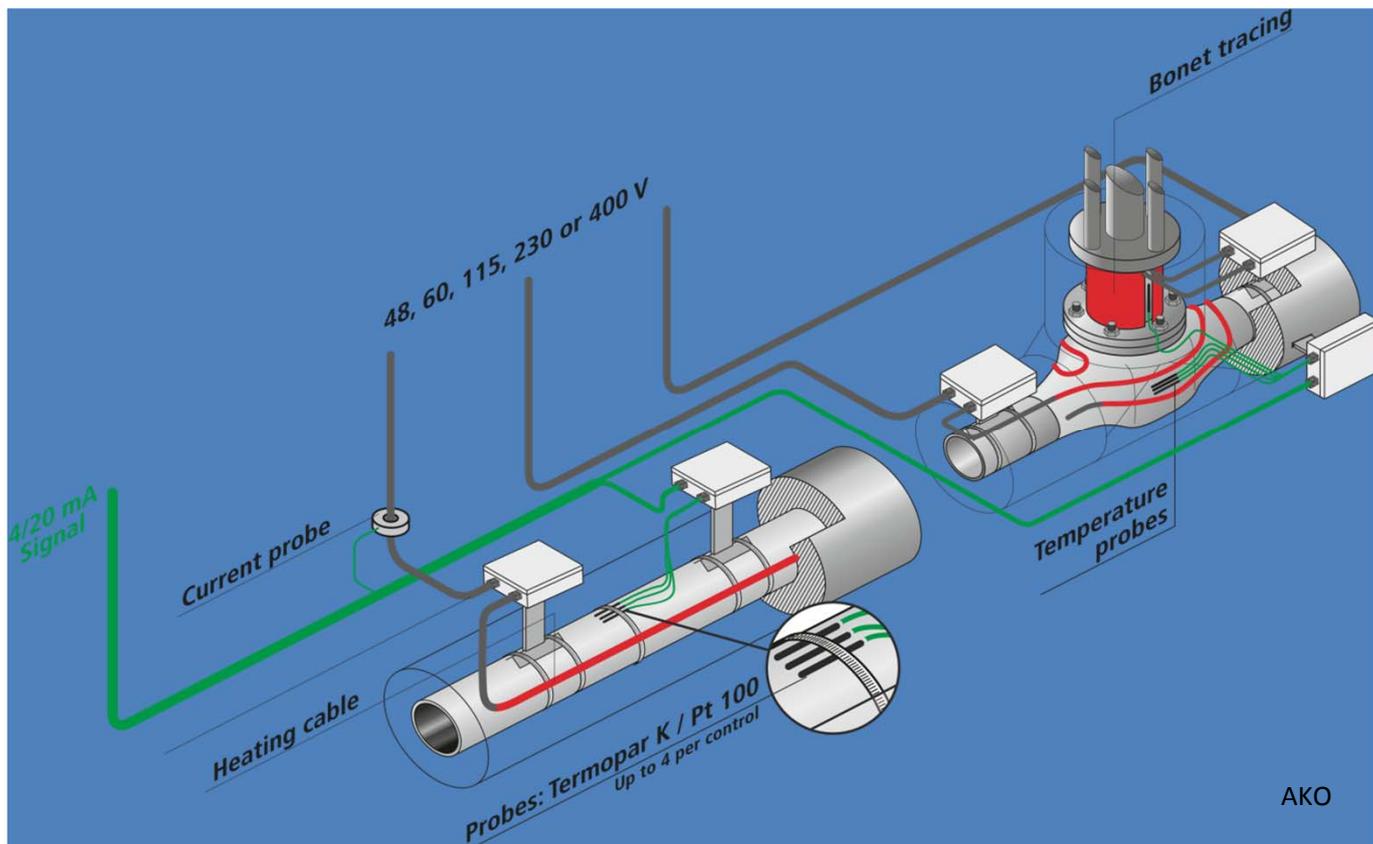
- Dispositivos Lógicos Programáveis (FPGAs)
- Máquinas Eléctricas Assíncronas de Indução
- Eficiência Energética na Iluminação Pública
- Máquinas Eléctricas Síncronas de Corrente Alternada
- Instrumentação e Medidas Eléctricas
- Projeto ITED de uma Moradia Unifamiliar
- Máquinas Eléctricas - Transformadores
- Projeto de Redes de Terra em Instalações de Baixa Tensão
- Máquinas Eléctricas de Corrente Contínua
- Verificação, Manutenção e Exploração Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 471, 4200 - 072 Porto  
Telefone: +351 228340500 Fax: +351 228321159

[www.dee.isep.ipp.pt](http://www.dee.isep.ipp.pt)



## TRAÇAGEM ELÉTRICA



AKO

## Resumo

Antes de surgir a traçagem elétrica os tubos e os depósitos eram aquecidos com tubos de vapor, gerado em caldeiras a nafta, o qual circulava em complicadas redes de tubos, instalados em paralelo com a tubagem a aquecer em alta temperatura.

Este sistema de pouca flexibilidade tornava as instalações mais complexas e aumentava os custos de investimento e de manutenção. Adicionalmente os sistemas requeriam um sistema complicado e caro de controlo pouco rigoroso da temperatura. Esta situação deu oportunidade ao desenvolvimento da traçagem elétrica.

Esta nova tecnologia é uma solução muito mais simples, mais eficaz, segura e mais barata para manter constante a temperatura em tubagens e depósitos.

## 1. Introdução

Neste artigo vamos explicar o que é a traçagem elétrica, quais as suas aplicações principais, as tecnologias disponíveis no mercado, como se projeta e se instala.

A traçagem elétrica surgiu porque há muitos processos e situações onde é importante manter uma temperatura constante.

A traçagem elétrica tem tido grandes avanços tecnológicos quer ao nível dos cabos resistivos quer ao nível dos sistemas de controlo.

Hoje em dia a traçagem elétrica passou a ser incluída nos projetos industriais, indispensável na resolução dos problemas do arrefecimento de tubos e depósitos onde a viscosidade dos produtos é afetada pelas variações da temperatura ambiente.

## 2. Problemas mais comuns de arrefecimento

Os problemas mais comuns de arrefecimento que necessitam de traçagem elétrica ocorrem na indústria e nas instalações de abastecimento de água em edifícios.

### 2.1. Na indústria

Tal como a cera líquida quente quando arrefece, há uma grande quantidade de fluidos de grande viscosidade que solidificam. Nestes casos é necessário aplicar energia calorífica para manter a fluidez e garantir que circulam facilmente sem bloquear as tubagens nas redes de abastecimento dos processos industriais.

Os problemas de arrefecimento dos tubos ocorrem normalmente nos períodos de não produtividade e portanto é necessário manter os tubos e os depósitos aquecidos para evitar congelamento.



Alguns exemplos de produtos onde é necessário manter a temperatura para controlar a viscosidade: chocolate, melão, massas, óleos alimentares e combustíveis, parafina, soda caustica, lixívia branqueadora de pasta de papel

### 2.2. Nos edifícios

Um dos problemas mais frequentes nos edifícios está relacionado com o arrefecimento e congelamento da água dentro dos tubos. Este problema é mais grave em zonas onde as condições meteorológicas são extremas. Um dos casos críticos são as redes de água para extinção de incêndios.

Há também riscos com derrocada de telhados, escorregamento de veículos em rampas de acesso e pistas de aeroportos devido a formação de gelo e queda de neve pondo em causa a segurança de pessoas e bens.



## 3. Problemas do arrefecimento?

Atualmente para a resolver os problemas de arrefecimento e congelamento de tubagens e depósitos recorre-se a traçagem elétrica que consiste em instalar cabos elétricos resistentes especiais para produzirem calor por efeito Joule. Estes cabos são colocados encostados aos tubos ou nas paredes dos depósitos, em toda a sua extensão, transferindo o calor para o tubo ou para o depósito repondo a energia perdida. Consegue-se deste modo uma temperatura constante do fluido que circula no tubo ou se encontra armazenado no depósito.

#### 4. Projetar um sistema de traçagem elétrica

Para projetar uma instalação de traçagem devemos dispor de toda a informação fornecida pelo cliente e visitar o local da instalação.

Podemos resumir o projeto em 3 fases

##### i. Recolha de informação junto do cliente

Necessidades térmicas, conhecimento do local e avaliação de riscos. Conhecimento das temperaturas requisitadas dos fluidos que vão circular nos tubos, temperaturas mínimas ambiente, instalação elétrica de alimentação e riscos ambientais.

##### ii. Escolha da tecnologia

Tipo de cabo de traçagem, controlo de temperatura, isolamento térmico e alimentação elétrica.

##### iii. Execução da instalação

Montagem dos cabos de traçagem, circuitos de alimentação elétrica, controlo de temperatura. Orçamento, execução da instalação, testes de isolamento e comissionamento.

#### 5. Cálculo das perdas térmicas

Pensemos em dois corpos a temperaturas diferentes que são colocados em contacto físico um com o outro. Nestas condições quando os dois corpos se tocam verifica-se um fluxo de calor entre o corpo mais quente e o mais frio. O fluxo termina quando ambos os corpos se encontram à mesma temperatura. Em equilíbrio térmico.

Para reduzir a perda de calor do corpo quente isola-se este com material de baixa condutividade térmica.

Para realizar o cálculo das perdas térmicas recorreremos às equações de transferência de calor (análogas à Lei de Ohm) para obter o valor da potência a instalar na traçagem elétrica.

##### 5.1. Perdas térmicas para um tubo

Considerando um tubo como o representado na figura 1, as perdas térmicas são dadas por:

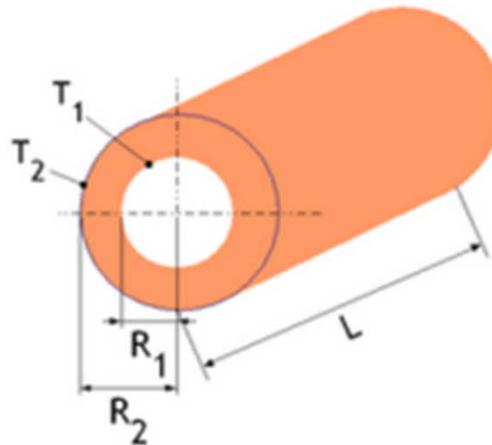


Figura 1. Perdas de calor através de um tubo

$$Q = \frac{\pi \cdot (T_1 - T_2)}{\frac{1}{2\lambda} \cdot L \cdot \ln\left(\frac{D + 2 \cdot e}{D}\right)} \quad (1)$$

Onde:

- Q Fluxo de Calor (W/m)
- T1 Temperatura interior do tubo
- T2 Temperatura exterior ambiente
- D Diâmetro do tubo
- e Espessura do isolamento do tubo (m)
- $\lambda$  Condutibilidade térmica  $\left(\frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right)$

## 5.2. Perdas térmicas para uma superfície plana

Considerando uma superfície plana como a representada na figura 2, as perdas térmicas são dadas por:

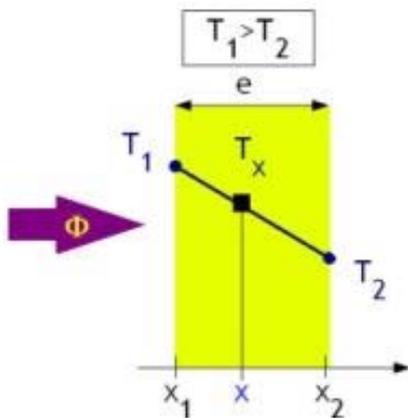


Figura 2. Perdas de calor através de uma superfície plana

$$Q = \frac{(T_1 - T_2) \cdot \lambda}{e} \quad (2)$$

Onde:

Q Fluxo de Calor (W/m<sup>2</sup>)

T1 Temperatura interior do tubo

T2 Temperatura exterior ambiente

$\lambda$  Condutibilidade térmica  $\left(\frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right)$

e Espessura do isolamento do tubo (m)

## 5.3. Softwares de apoio ao projeto

Hoje em dia os fabricantes de cabos de traçagem disponibilizam gratuitamente um software de cálculo das perdas térmicas para os casos típicos. Existem também tabelas para consulta onde se pode estimar com boa aproximação os valores das perdas térmicas para tubos com base no diâmetro, diferencial de temperatura e espessura de isolamento.

Compete ao projetista escolher o método de cálculo a seguir tendo em conta a dimensão da instalação, a qualidade pretendida e o grau de responsabilidade assumido perante o cliente.

## 6. Tipo de cabos

Os principais tipos de cabos utilizados na traçagem elétrica são os cabos auto-regulantes ou auto-limitados e os cabos de potência constante.

### 6.1. Cabo de traçagem auto-regulante ou auto-limitado

O cabo auto regulante é constituído por dois condutores de cobre paralelos entre os quais existe o material de resistência variável (semi-condutor).

Quando a resistência semi-condutora fica sujeita a uma tensão liberta calor na proporção da temperatura e segundo a sua curva característica de funcionamento.

Na figura 3 podemos ver um cabo de traçagem auto-regulante.

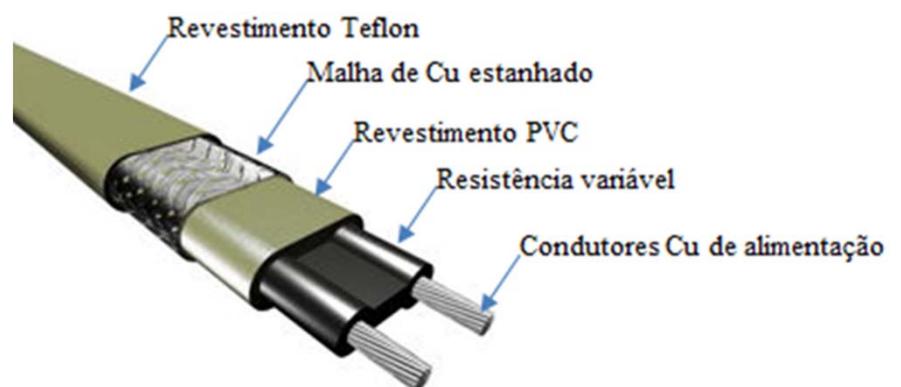


Figura 3. Cabo de traçagem auto-regulante

Neste tipo de cabo, quanto maior é a temperatura menor é a potencia desenvolvida pelo cabo.

**6.2. Cabo de traçagem de potência constante**

O cabo de potência constante (circuito paralelo) possui um circuito resistivo constituído por um fio cromoníquel ligado a dois condutores de alimentação. O fio resistivo forma uma resistência com comprimento modular que se repete. Este cabo de potência constante produz calor constante proporcional ao comprimento.

Na figura 4 podemos ver um cabo de traçagem de potência constante.

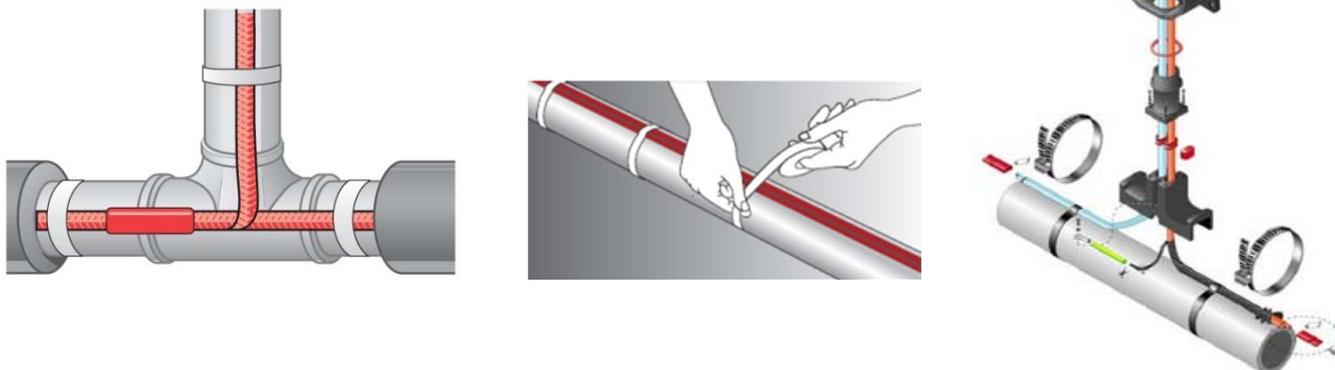


**Figura 4. Cabo de traçagem de potência constante**

**7. Instalação dos cabos**

Os cabos de traçagem são colocados enrolados nos tubos ou paralelamente a estes e fixados com abraçadeiras e fita adesiva de fibra de vidro.

A figura 5 mostra um exemplo de instalação dos cabos.



**Figura 5. Instalação de cabos de traçagem**

**8. Controlo da temperatura**

Os tubos devem manter a temperatura especificada. Para isso é instalado um controlador de temperatura que comanda o circuito elétrico de alimentação do cabo de traçagem.

No caso de uma instalação de grande dimensão ou muito emalhada o sistema de controlo é feito através de equipamento de monitorização e controlo mais avançado.

A figura 6 mostra um exemplo de controlador de temperatura de um sistema de traçagem elétrica.



**Figura 6. Controlador de temperatura**

## 9. Conclusão

A traçagem elétrica permite solucionar os problemas do arrefecimento evitando o bloqueio dos fluidos nos tubos, *pipe-lines* e depósitos.

Nos edifícios onde há risco de congelamento da água nos tubos, principalmente em tubagens das redes de extinção de incêndios é indispensável a instalação de um sistema de traçagem elétrica.

Os sistemas de traçagem são indispensáveis para melhorar os processos produtivos e a segurança dos bens e das pessoas e permitem evitar prejuízos e reduzir os riscos de acidentes em situações de queda de neve formação de gelo ou arrefecimento do tempo cada vez mais imprevisível nos tempos que correm.

Sendo a traçagem elétrica uma especialidade, embora muito presente nas instalações, pouco divulgada em termos de formação académica e literatura técnica, existem poucos profissionais com competência em técnicas da traçagem elétrica o que abre perspectivas de trabalho.

## 10. Referências bibliográficas

- [1] AKO
- [2] THERMON
- [3] HEAT TRACE
- [4] FLEXELEC
- [5] TECNITRACE



## POLUIÇÃO HARMÓNICA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

### 1. Introdução

Qualidade de Energia Elétrica (QEE) pode ser definida como a ausência relativa de perturbações que afetem a correta operação de um qualquer equipamento ou instalação elétrica.

As empresas distribuidoras de energia elétrica encaram hoje a QEE como um fator fundamental, sendo mesmo motivo de preocupação, dadas as necessidades dos consumidores atuais e as eventuais situações que podem conduzir a problemas de complexa resolução.

Com o evoluir da tecnologia, são atualmente muito utilizados equipamentos de controlo e potência baseados em eletrónica de estado sólido. Estes tipos de equipamentos, para além de “poluir” a rede elétrica, também são bastante sensíveis a fatores relacionados com a qualidade da energia elétrica.

Se inicialmente a qualidade da energia elétrica era considerada num domínio relativamente restrito, hoje esse domínio está severamente alargado. Assim, preocupações específicas apenas relativas à continuidade de serviço são hoje insuficientes para as necessidades dos consumidores atuais. Neste cenário, para além ter-se de garantir os devidos níveis de tensão e frequência no fornecimento de energia elétrica, também tem de ser devidamente avaliada a situação correspondente ao nível de poluição harmónica.

Embora na distribuição e transmissão de energia não sejam conhecidos problemas relevantes relacionados com a qualidade da energia, na indústria a situação é diferente. Associado a uma completa incerteza da causa, e por vezes do causador, da não existência de energia com qualidade, os prejuízos económicos resultantes são muito elevados, quer em termos de paragem de unidades de produção, quer em termos de equipamento danificado.

Apesar de este problema atingir de forma severa a generalidade do setor industrial, realçam-se alguns subsectores, hoje identificados como críticos:

- Indústria de semicondutores;
- Indústria de papel;
- Indústria automóvel (soldadura);
- Indústrias com consumo elevado de energia elétrica.

Em Portugal a maioria das empresas não têm as suas instalações elétricas preparadas para lidar com estes problemas e as respetivas consequências relativas à ausência de qualidade da energia elétrica. A ausência de indicadores da qualidade de energia e a incompleta monitorização da rede, torna muito difícil identificar a causa de uma diversidade de problemas resultantes da falta de qualidade da energia elétrica.

O facto das instalações elétricas não estarem em condições de fazer face aos problemas da qualidade de energia, isto não se deve necessariamente a erros na conceção inicial da instalação, mas devido a alterações nos tipos de equipamentos entretanto utilizados pelas empresas:

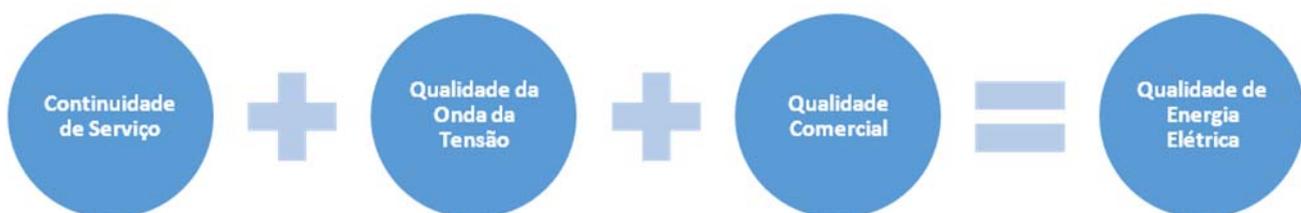
- Equipamentos mais sensíveis a perturbações, por incluírem sistemas de controlo baseados em componentes eletrónicos que não são concebidos para funcionarem em ambientes “poluídos”;
- Equipamentos poluidores da rede elétrica, em termos de geração e propagação de componentes harmónicas.

Os equipamentos deste último ponto relacionam-se com a utilização da eletrónica de potência em larga escala na indústria, como os conversores eletrónicos, sistemas de retificação, controladores lógicos programáveis (PLCs),

variadores de velocidade para motores de corrente contínua e corrente alternada, lâmpadas de descarga, etc. Em resultado disso, é possível observar-se uma crescente deterioração das formas de onda de corrente e tensão dos sistemas de energia elétrica. A deformação da forma de onda destas grandezas, que idealmente variam no tempo de forma sinusoidal, leva-nos à problemática das componentes harmónicas nas instalações elétricas em particular [1].

## 2. Qualidade de EE

Como atesta a norma EN 50160, a qualidade de energia elétrica é definida como a ausência de qualquer perturbação que afete a operação de um qualquer equipamento recetor. Sendo assim, considerando ainda este normativo, um problema de Qualidade da Energia caracteriza-se como qualquer distúrbio ou ocorrência manifestada nos níveis e em formas de onda de tensão ou corrente, que possam resultar em insuficiência, má operação, falha ou defeito permanente em equipamentos de um sistema elétrico.



**Figura 1. Percepção e Complexidade na Definição de QEE**

A definição apresentada na norma refere-se à qualidade da onda de tensão como sinónimo da qualidade da energia elétrica. Assim, esta pode ser descrita como a disponibilidade de energia elétrica com forma de onda sinusoidal pura, sem alterações na amplitude, emanando de uma fonte de potência infinita. De facto, do ponto de vista académico, qualquer desvio na característica destes parâmetros é considerado um problema envolvendo a QEE. Esta é apenas uma definição, que não sendo universal dá uma ideia rápida do que pretende refletir, limitando-se no entanto à qualidade da onda de tensão. Uma definição mais ampla, que tem em conta pontos adicionais da energia elétrica como produto e serviço, atende ao seguinte:

- Continuidade de serviço (Fiabilidade);

- Ausências de interrupções;
- Qualidade da onda;
- Amplitude constante com valor nominal;
- Frequência constante;
- Sistema de tensões equilibrado e simétrico;
- Formas de onda sinusoidais;
- Qualidade comercial;
- Atendimento (presencial ou telefónico);
- Informação disponibilizada (Contratos, opções, serviços, reclamações, faturação, etc.);
- Padrões para a qualidade comercial.

A degradação da QEE pode ocorrer devido a vários tipos de distúrbios elétricos. Estes distúrbios podem ter origem no fornecimento da energia através da rede elétrica ou no consumidor, dependendo dos equipamentos que este tenha instalado.

Os indicadores de qualidade são referidos em vários documentos para avaliar a qualidade da onda de tensão (NP EN 50160, normas CEI, IEEE, etc.). Os referidos pela NPEN50160 descrevem as características técnicas fundamentais da energia elétrica, como:

- Frequência;
- Amplitude da tensão de alimentação;
- Variações da tensão de alimentação;

- Variações rápidas da tensão de alimentação;
- Amplitude das variações rápidas;
- Severidade da tremulação (*flicker*);
- Cavas da tensão de alimentação;
- Interrupções breves da tensão de alimentação;
- Interrupções longas da tensão de alimentação;
- Sobretensões temporárias entre os condutores ativos e a terra;
- Sobretensões transitórias entre os condutores ativos e a terra;
- Desequilíbrio das tensões de alimentação;
- Tensões harmônicas;
- Tensões inter-harmônicas;
- Transmissão de sinais de informação na rede.

### 3. Harmônicas

O termo harmônico vem da física, mais especificamente do estudo dos movimentos ondulatórios. Quando uma partícula, ou uma onda, se propaga oscilando periodicamente em torno de uma posição de equilíbrio, esse movimento pode ser traduzido matematicamente por funções sinusoidais, denominando-se “movimento harmônico”.

Tecnicamente uma harmônica é uma componente de onda periódica cuja frequência é um múltiplo inteiro da frequência fundamental. Isso pode ser facilmente visualizado na figura 2. Nela, apresentam-se três formas de onda distintas. Uma onda sinusoidal considerada à frequência de (60 Hz) e duas outras representando determinadas ondas harmônicas. Como para a segunda e a terceira onda os ciclos repetem-se, respectivamente, 3 e 5 vezes no mesmo período de tempo em que a onda fundamental descreve apenas um ciclo, verifica-se que elas representam as harmônicas de 3ª e 5ª ordem (ou a 3ª e 5ª harmônicas) relativamente à onda fundamental. Consequentemente, oscilam com frequências de 180Hz e 300Hz. Raciocínio análogo pode ser aplicado a outras ondas sinusoidais cujas frequências sejam outros múltiplos da frequência da onda fundamental [4].

Cargas que solicitam uma corrente que não toma uma forma de onda sinusoidal no tempo são denominadas de cargas não lineares. Assim, do ponto de vista da rede, a corrente elétrica a fornecer é não sinusoidal, ou seja, apresenta-se de acordo com o teorema de Fourier, uma soma de ondas sinusoidais com uma frequência de valor múltiplo da componente fundamental (componentes harmônicas).

Quando existem cargas não lineares ligadas à rede elétrica a corrente que circula nas linhas contém componentes harmônicas, e as quedas de tensão provocadas por estas nas impedâncias das linhas faz com que as tensões de alimentação fiquem também distorcidas, originando os harmônicos de tensão, sendo estes o resultado do produto da corrente harmônica vezes a impedância harmônica.

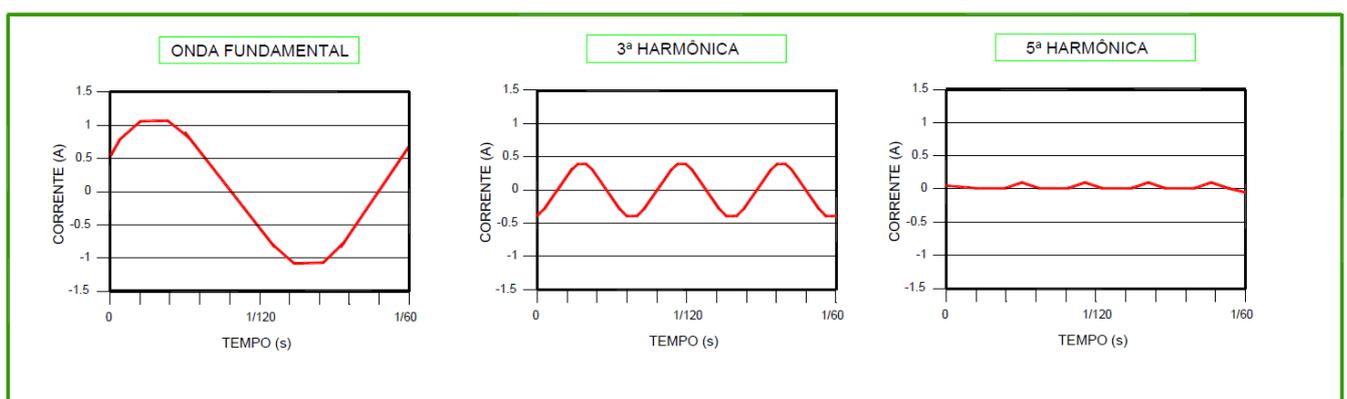


Figura 2. Exemplo de uma onda fundamental e da 3ª e 5ª harmônica [8]

Se pretender-se reduzir as harmónicas de tensão, uma das maneiras possíveis é reduzir a impedância harmónica da rede a montante.

Nas instalações industriais é relevante falar ainda das “inter-harmónicas”, que surgem quando há componentes de corrente que não são múltiplos inteiros da frequência da componente fundamental (50 Hz). Essas componentes de corrente podem ser produzidas por fornos a arco ou por ciclo-conversores, que são equipamentos que alimentados a 50 Hz permitem obter tensões e correntes de saída com uma frequência diferente.

### 3. Indicadores de medição

Uma medida muito usada da distorção harmónica é a Total Harmonic Distortion (THD). Esta é o quociente, expresso em percentagem, da raiz quadrada da soma dos quadrados das tensões eficazes de cada harmónica pelo valor eficaz da fundamental. O valor de THD é tanto maior quanto mais a forma de onda se afasta de uma senoide pura.

Considerando um sinal (pode ser a corrente ou a tensão), a taxa de distorção harmónica é definida pela fórmula abaixo:

$$THD \% = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N y_h^2}}{y_1} \quad (1)$$

Com a finalidade de conhecer a contribuição de cada harmónica, existe a distorção harmónica individual (DIT), segundo a expressão:

$$DIT = \frac{y_h}{y_1} \quad (2)$$

Fator de crista (FC) é a proporção entre o valor de pico de uma onda e o seu valor eficaz, considerando onda de corrente.

$$FC = \frac{I_{pico}}{I_{rms}} \quad (3)$$

Essa relação é igual a  $\sqrt{2}$  quando um sinal não possui distorção, ou seja, é perfeitamente sinusoidal.

Essa relação é igual a 1 quando um sinal não possui distorção, ou seja, é perfeitamente sinusoidal.

Observando-se estas expressões, verifica-se que para a determinação dos valores das distorções harmónicas totais e/ou individuais presentes em uma determinada instalação elétrica, é preciso que sejam determinados os valores de cada componente harmónica individualmente, ou seja, torna-se necessário a realização de medições específicas.

### 3. Causas

As “cargas lineares” são as que obedecem à Lei de Ohm. Caracterizam-se por absorver da rede elétrica correntes proporcionais à tensão a elas aplicada, preservando-se as formas de onda sinusoidais, ainda que possa haver desfasamentos angulares entre elas. Note-se que para um elemento reativo, condensador ou bobina, haverá um desfasamento entre a tensão e a corrente, mas o comportamento ainda será linear. Qualquer carga que solicita uma corrente que não toma uma forma de onda sinusoidal no tempo é denominada de carga não linear e, de acordo com o teorema de Fourier, apresentará uma soma de ondas sinusoidais com uma frequência de valor múltiplo da componente fundamental (componentes harmónicas).

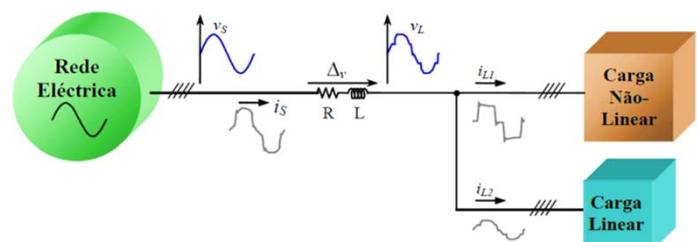


Figura 3. Harmónicas de Corrente/Tensão provocadas pela carga não linear [7]

Os tipos de cargas não lineares, fontes geradoras de componentes harmónicas presentes nos sistemas elétricos de potência, são bastante variadas, indo dos equipamentos dos sistemas produtores e fornecedores de energia, até aos consumidores, principalmente os industriais, que constituem uma parcela considerável da carga a ser alimentada, que inclui uma percentagem elevada da potência solicitada por cargas não lineares.

No passado, as distorções harmónicas nos sistemas de potência eram primordialmente associadas à concepção das máquinas eléctricas. Atualmente, com o uso generalizado de equipamentos electrónicos, nomeadamente os baseados em electrónica de potência (diodos, mosfets, tirístores, etc.) aumentou-se drasticamente as cargas não lineares que são alimentadas pelos sistemas eléctricos de energia.

Sob o ponto de vista da rede de alimentação, os conversores estáticos de potência (retificadores e inversores) constituem a fonte mais expressiva de distorção harmónica. De facto, nas atuais instalações eléctricas industriais, mais de metade da energia eléctrica em cada momento (potência eléctrica) passa por um dispositivo de electrónica de potência antes que seja finalmente utilizada. Todos estes dispositivos de electrónica de potência têm dois modos de funcionamento, condução que corresponde a um interruptor fechado ou bloqueio que corresponde a um interruptor aberto. A passagem de um estado para o outro é muito rápida, e em qualquer instante do sinal (através do controlo do semiconductor). Essas comutações rápidas de estado produzem uma corrente não sinusoidal, quando a tensão que alimenta os dispositivos é sinusoidal. Por sua vez, a circulação destas correntes não sinusoidais nas instalações e equipamentos eléctricos conduz a quedas de tensão com evolução igualmente não sinusoidal, que quando sobrepostas adequadamente com a tensão da rede a tornam também não sinusoidal.

Os conversores estáticos de potência podem ser resumidos em 3 grandes grupos:

- Conversores de alta potência, usados em transmissão DC e na indústria siderúrgica;
- Conversores de média potência, usados para o controlo de motores em indústrias e tração ferroviária;
- Conversores de baixa potência (nomeadamente os retificadores), alimentando cargas monofásicas, como aparelhos de televisão e carregadores de bateria.

Em adição a estes conversores, outras cargas não lineares como os compensadores estáticos reativos, os fornos eléctricos a arco, cargas típicas industriais, constituem as restantes principais fontes de harmónicas para os sistemas e instalações eléctricas. Em relação aos fornos a arco, equipamentos de solda (a arco voltaico no fundo) e à presença de ciclo-conversores (agora em desuso) verifica-se a presença de “inter-harmónicas” - são formas de ondas de tensões e correntes que apresentam componentes de frequência que não são múltiplos inteiros da frequência com a qual o sistema é suprido e designado a operar.

A figura 4 mostra a forma de onda de corrente absorvida por alguns tipos de cargas não lineares, tendo o espectro de distribuição em amplitude das harmónicas e a THD característica dessa forma de onda (corrente).

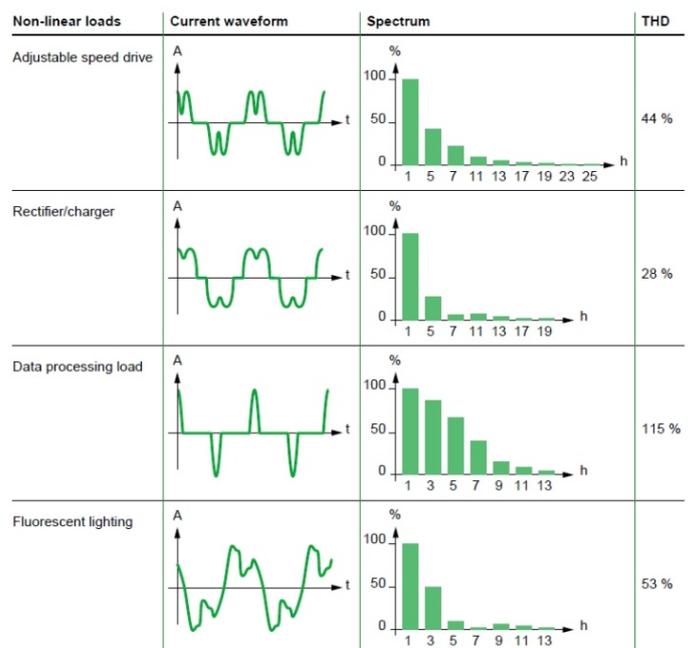


Figura 4. Cargas não lineares- Espectro e distorção harmónica [5,8]

#### 4. Consequências

##### a) Fator de Potência

Com a presença de harmónicas numa instalação, o fator de potência baixa, acarretando vários problemas. O impacto mais perceptível é o aumento das perdas na instalação e na rede eléctrica, devido ao trânsito de potência na rede, e como consequência direta a diminuição da sua eficiência. Na definição habitual de fator de potência note-se que apenas é

válida para formas de onda sinusoidais, ou seja, sem a presença de componentes harmónicas.

Definição habitual para ondas sinusoidais:

$$FP = \frac{Pot^3, \text{ Ativa carga } (W)}{Pot^3, \text{ Aparente fornecida pelo gerador } (VA)} = \frac{Pot^3, \text{ Ativa carga } (W)}{Pot^3, \text{ Aparente carga } (VA)} = \cos(\varphi) \quad (4)$$

Definição geral para qualquer forma de onda:

$$FP = \frac{Potência \text{ Ativa carga } (W)}{Potência \text{ Aparente fornecida pelo gerador } (VA)} = \cos(\varphi) \quad (5)$$

Do desenvolvimento matemático, a partir da definição do fator de potência e dos valores eficazes da tensão e corrente decompostas em série de Fourier, pode-se chegar à seguinte expressão:

$$FP = \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + THD^2}} \quad (6)$$

Deste modo verifica-se que um elevado conteúdo de componentes harmónicas prejudica o FP das instalações (maior THD). Um baixo fator de potência, como é visto por parte da rede quando existe um conteúdo de harmónicas elevado, resulta no aumento na corrente total circulante nas redes de distribuição de energia eléctrica, podendo sobrecarregar as linhas de transmissão e transformadores, prejudicando a estabilidade e aproveitamento dos sistemas eléctricos, acarretando problemas, tais como [6]:

- Perdas na rede e na instalação;
- Subutilização da capacidade instalada;
- Custos tarifários;
- (...).

#### b) Máquinas Eléctricas

Os motores são sensíveis a distorções da tensão, ou seja, quando uma onda de tensão distorcida excita um motor, correntes de altas frequências estão a ser injetadas no estator. Por este facto, vão surgir componentes harmónicas de corrente que podem causar inúmeros problemas, como

aquecimento, vibrações, binários pulsantes ou ruído.

Consequentemente, o aumento da temperatura dos motores reduzirá o tempo de vida médio dos mesmos. Como exemplo: nos alternadores, as harmónicas de corrente provocam perdas óhmicas suplementares nos enrolamentos principais e nos enrolamentos amortecedores. Por outro lado, a interação entre correntes harmónicas e o campo magnético fundamental, pode originar binários oscilatórios que provocam vibrações no veio dos alternadores e, consequentemente, o aumento da fadiga mecânica das máquinas.

Nos motores assíncronos ocorrem aumentos das perdas por efeito Joule, com o conseqüente sobreaquecimento dos enrolamentos estáticos, além de que uma distribuição assimétrica da corrente induzida nas barras rotóricas provoca vibrações e o aparecimento de binários de torção no veio da máquina.

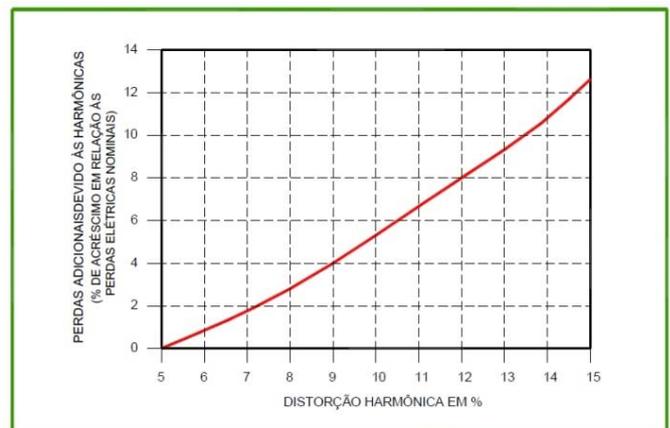


Figura 5. Perdas eléctricas adicionais dos motores de indução [8]

#### 5. Situação no mercado

Atualmente, existem empresas especializadas no setor que apresentam além de uma gama de produtos padronizada, um serviço personalizado que permite estudos e análise da qualidade de energia eléctrica de uma qualquer instalação particular, permitindo conceber uma solução mais eficaz para o cliente, incluindo em muitos casos sistemas de compensação do fator de potência para ambientes harmonicamente poluídos, quando o sistema ideal de compensação da distorção harmónica for do ponto de vista económico pouco atrativo.

Existem diversas técnicas para reduzir as componentes harmônicas de tensão e/ou corrente. De um modo global podem ser agrupadas nas estratégias assim caracterizadas:

- Uso de filtros passivos conectado em paralelo e/ou em série com o sistema elétrico;

Os conversores estáticos de potência podem ser resumidos em 3 grandes grupos:

- Conversores de alta potência, usados em transmissão DC e na indústria siderúrgica;
- Aumento da quantidade de pulsos em unidades conversoras, com o uso de transformadores desfasadores;
- Técnicas de compensação de fluxo magnético;
- Filtros ativos de potência ligados em paralelo e/ou em série com o sistema elétrico.

A escolha de um ou outro procedimento, ou mesmo a associação de soluções, deve levar em conta a análise dos seguintes aspectos:

- Conhecimento do sistema de alimentação do ponto de vista da concessionária: impedância de curto-circuito, nível de tensão e legislação quanto aos níveis de distorções harmônicas permitidos;
- Conhecimento do sistema consumidor: tipos de cargas instaladas, potência envolvida, problemas que ocorrem devido às harmônicas, perda de energia, diminuição do fator de potência real;
- Local da instalação do dispositivo para redução de harmônicas;
- Desempenho e capacidade nominal de tensão/corrente do dispositivo;

- Custo inicial de compra e custo da energia consumida no próprio dispositivo;
- Efeitos colaterais prejudiciais sobre o sistema de alimentação: o fator de potência em situações de carga nominal pode alterar-se em condições de carga baixa, modificação do nível e da distorção de tensão ou de corrente, alteração do nível de curto-circuito para a terra, mudança ou possibilidade de ressonância em outras frequências harmônicas. Em decorrência desses fenômenos, pode haver possíveis efeitos nocivos sobre outras cargas consumidoras adjacentes;
- Efeitos colaterais prejudiciais ao funcionamento das cargas elétricas envolvidas: aumento da distorção, abaixamento e elevação na tensão de alimentação da carga;
- Influências nocivas das variações do sistema sobre o dispositivo utilizado: alterações da impedância do sistema, correntes harmônicas de cargas consumidoras adjacentes podem entrar pela alimentação, o sistema pode desequilibrar-se em tensão, a distorção de tensão e o seu nível na barra de alimentação podem variar devido a fatores externos;
- Influência da carga sobre a técnica utilizada: a variação da potência solicitada pela carga e a presença de desequilíbrios podem alterar o funcionamento do dispositivo empregado para a redução de harmônicas.

A figura 6 demonstra que todas estas estratégias tendem a convergir para a atenuação máxima do problema, devendo ser combinadas sempre que possível, notando a importância do papel de todos os intervenientes, desde os fabricantes até aos utilizadores.



Figura 6. Convergência das estratégias

#### 4. Caso Prático

Foi analisada uma instalação com base em dados obtidos através de equipamentos de medida instalados para o efeito. A amostragem de dados foi realizada num período de 2 dias. Na instalação em causa sabe-se que proliferam computadores pessoais e PLCs. Os dados que são apresentados, gráficos e tabelas, foram obtidos com recurso a uma aplicação informática que permite a visualização gráfica e tratamento de bases de dados. Os dados foram recolhidos registados e armazenados no equipamento de medida, um analisador de energia com aplicação informática.



Figura 7. Analisador de energia [2]

Nas figuras abaixo apresentam-se os dados que serviram para a análise deste caso, recolhidos entre as 02h15 e as 14h15 de 19-09-2013:

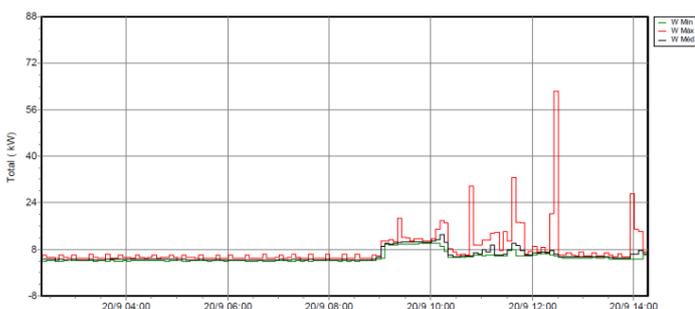


Figura 8. Potência Consumida

As distorções harmónicas são muito equiparadas nas 3 fases, razão pela qual só se inclui, na figura 9, os referentes à fase 1.

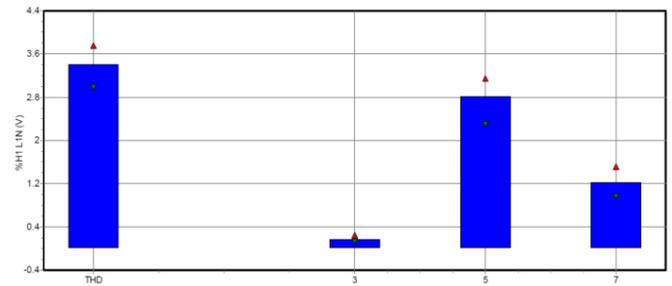


Figura 9. Distorção Harmónica de Tensão, L1N

A distorção harmónica também se manifesta no condutor de neutro, sendo a sua tensão mais de 3 vezes superior à tensão da frequência fundamental, ainda que a tensão do neutro obviamente não apresente valores muito elevados. As figuras 10 e 11 permitem identificar os valores apresentados.

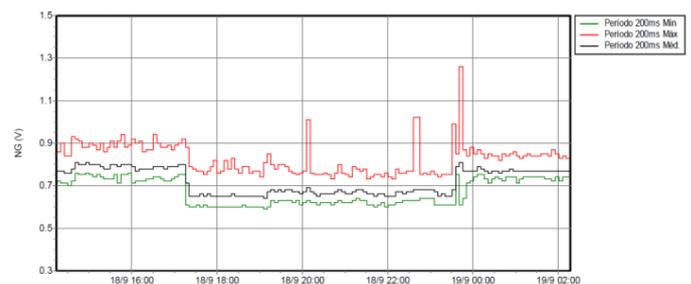


Figura 10. Tensão e Corrente

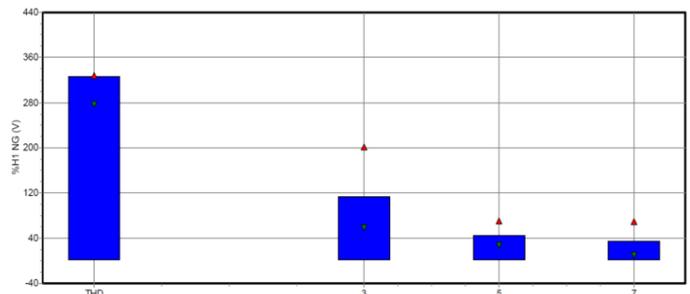


Figura 11. Distorção Harmónica de Tensão, NG

Como já foi referido, as componentes harmónicas são muito difíceis de combater, daí que apenas as mais importantes, ao nível da sua perturbação para os equipamentos, são alvo de atenção com vista à sua compensação. Nos dados das figuras 9 e 10 verifica-se a existência de perturbações referentes às harmónicas ímpares de 3, 5 e 7ª ordem, sendo, por isso, importante a sua eliminação quando existam em valor percentual considerado grave, tendo em conta as normas em vigor e os custos que podem provocar.

Segundo a NP EN 50160, o valor DTH total e individual nesta instalação e no período do registo não é preocupante, em virtude do seu valor ser inferior a 8 e 5%, respetivamente. No entanto, poderá agravar-se, pelo que, para o bom funcionamento da instalação e respetivas cargas, é recomendável a supervisão por medição e análise contínua.



**Figura 12. Centrais Monitorização DE QEE, CM3000/4000 [4]**

Para a medição e análise de forma continuada, foram utilizados os equipamentos das figuras 7 e 12. Graças às suas funcionalidades, que incluem a deteção de fenómenos transitórios, pode-se resolver rapidamente os problemas associados à qualidade de energia, nomeadamente os relacionados com as componentes harmónicas.

Apesar dos dados registados não o evidenciarem, pode-se afirmar que existirão momentos na exploração desta instalação, ainda que pontuais e em determinadas horas de maior consumo de energia, em que as componentes harmónicas terão uma presença mais acentuada relativamente à que foi registada no período escolhido.

Atendendo que os custos de não produção são elevados, propôs-se como solução para o caso que é apresentado, além da supervisão por monitorização contínua, a compensação global a jusante do quadro geral com filtros ativos. Este equipamento compensará a distorção harmónica até ao limite do valor nominal, em qualquer frequência em que esta esteja presente, pelo que poderá começar-se por instalar um equipamento de entrada de gama 20 Amperes, garantindo na prática a eliminação na instalação de perturbações harmónicas durante a sua exploração.

A solução proposta vem de encontro às soluções mais comuns e eficazes disponíveis no mercado. Contudo, deve-se notar que é sempre aconselhado o dimensionamento do filtro adequado para cada caso específico, pois cada instalação tem as suas próprias características, assim como a rede que a alimenta.

Este será seguramente um investimento com um tempo de “Payback” reduzido, mesmo que apenas se contabilizem as perdas nos transformadores e condutores da instalação elétrica. Contudo, se adicionalmente forem também considerados os ganhos das avarias que serão evitadas nos equipamentos, será potencialmente fácil ao técnico responsável pela instalação convencer os órgãos de gestão na adoção destas soluções e na compra do respetivo equipamento.

## 6. Conclusão

Para a correta compreensão da problemática das perturbações harmónicas, à semelhança de grande parte de outras áreas da engenharia, o tratamento matemático é bastante relevante. As séries de Fourier são ajuda fundamental no conceito de definir e quantificar o que são as componentes fundamental e harmónicas.

O tema das “Perturbações Harmónicas” é complexo e extenso, conduzindo na maioria das vezes ao seu desconhecimento e há ausência de estudos detalhados, particularmente na fase de elaboração dos projetos das instalações elétricas. Os problemas, regra geral, surgem depois da entrada em serviço das instalações elétricas, sendo bastante mais complexa a análise e economicamente mais severas as consequências.

As soluções mais adotadas para minimizar os efeitos nefastos das distorções provocados pelas componentes harmónicas consistem geralmente na instalação de reactâncias, filtros passivos e filtros condicionadores ativos, na utilização de transformadores de isolamento, no reposicionamento e/ou alteração da potência de condensadores estáticos, na elevação da capacidade do sistema de alimentação, entre outras.

A solução para uma determinada instalação é tão ou mais difícil quanto menor a quantidade de dados disponíveis para a análise da rede em questão. É muito importante a correta monitorização e análise tanto em termos de qualidade como de quantidade de dados obtidos.

De salientar que medidas, como por exemplo o correto dimensionamento de condutores (fases, neutro e terra), a separação de malhas de terra, a inclusão do "Fator K" (fator depreciativo determinado de acordo com a taxa de distorção harmónica espectável) no dimensionamento de transformadores para Postos de Transformação privados e públicos, assim como a implementação de baterias de condensadores para correção do fator de potência, devidamente dimensionadas para a taxa de distorção da instalação, são factores que não devem ser descurados no projeto de uma instalação elétrica, seja projeto de construção ou requalificação.

Neste documento, é evidenciado que as unidades industriais ou comerciais com forte utilização de equipamentos baseados em eletrónica de potência, tais como conversores de frequência, reactâncias eletrónicas, fontes comutadas, entre outros, são equipamentos passíveis de apresentar uma forte componente harmónica. Nestas unidades deve-se considerar sempre os efeitos das perturbações harmónicas, implementando medidas para o seu controlo e monitorização, de forma a limitar as eventuais perdas de produção e os respetivos custos associados a este problema.

## Bibliografia

- [1] Martinho, Edson, "Distúrbios da Energia Elétrica", Editora Érica, São Paulo, 2012, ISBN 978-85-365-0231-1.
- [2] Sankaran, C., "PowerQuality - CRC Press", Estados Unidos da América, 2002, ISBN 0-8493-1040-7.
- [3] Moreno, H., "Harmónicas nas Instalações Elétricas", Instituto Brasileiro do Cobre, São Paulo, 2001.
- [4] Schneider Electric / Procobre, "Workshop Instalações Elétricas de Baixa Tensão: Qualidade de Energia Elétrica", <http://www.schneider-electric.com.br/documents/cadernos-technicos/harmon.pdf>, consultado a 22 de Dezembro de 2013.
- [5] Ferracci, Philippe - Cahiers Techniques - Schneider Electric's "Collection technique", Grenoble, 2000.
- [6] SchneiderElectric, "Harmonics mitigation and solutions" [http://www.schneider-electric.cn/medias/solutions/downloads/377ed18\\_harmonics\\_mitigation\\_solutions.pdf](http://www.schneider-electric.cn/medias/solutions/downloads/377ed18_harmonics_mitigation_solutions.pdf), consultado a 28 de Dezembro de 2013.
- [7] Martins, Júlio, João, A., "Qualidade da Energia Elétrica" Revista o Eletricista, nº 9, 3º trimestre de 2004, ano 3, pp. 66-71.
- [8] Isoni, Marcos, "Distúrbios Harmônicas – Uma Revisão de Conceitos Gerais", consultado a 11 de Dezembro de 2013.
- [9] Schneider Electric, "Cahier technique nº 199", 2000,

## ITED – 3ª EDIÇÃO 2015: MANUAL EVOLUTIVO E RECONSTRUTIVO



## 1. Introdução

Ao longo das últimas décadas Portugal tem assistido a um abrandamento na construção civil e, naturalmente, na construção de edifício novo. Porém, subsiste a necessidade de requalificar os edifícios já existentes que serão, indubitavelmente, o grande nicho de negócio nas décadas vindouras.

Paralelamente, a legislação e as especificações e prescrições técnicas das diversas instalações específicas, designadamente as Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), devem convergir para a harmonização com as Normas Europeias e adaptadas à realidade económica do país.

Assim, é com naturalidade que se prevê uma nova edição do Manual ITED (a 3ª Edição) para o próximo ano de 2015 que vise fundamentalmente, a atualização das especificações e prescrições técnicas à realidade tecnológica atual (e futura), à normalização europeia e uma convergência com a real situação económica portuguesa.

O presente artigo propõe, de uma forma sucinta, evidenciar as principais alterações decorrentes da proposta do novo enquadramento das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifício (ITED) a ser criada pela 3ª Edição do respetivo Manual.

Este artigo é baseado exclusivamente no documento de proposta da 3ª Edição do Manual ITED que esteve em consulta pública pela Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) em:  
<http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=331642&theMeMenu=1#horizontalMenuArea> (online em abril de 2014).

## 2. Caracterização das ITED

O futuro Manual ITED deverá estar de acordo com o estabelecido no Decreto-Lei n.º 123/2009, de 21 de maio, alterado pela

Lei n.º 47/2013, de 10 de julho, que estabelece o regime jurídico da instalação das ITED.

Em todos os edifícios novos ou a reconstruir é **obrigatória** a instalação das infraestruturas necessárias para a instalação dos diversos equipamentos, cabos e outros dispositivos, bem como armários e caixas de entrada para ligação a sistemas de acesso via rádio, sendo, também, obrigatória a instalação das infraestruturas de redes de cabos, para ligação física às redes públicas de telecomunicações. Estas infraestruturas devem permitir o acesso ao serviço fixo telefónico, distribuição de sinais sonoros e televisivos do tipo A – TDT por via terrestre (MATV), tipo B – TDT por via satélite (SMATV) e distribuição por cabo (CATV).

A instalação das infraestruturas das ITED deve obedecer a um projeto técnico especializado, realizado por um projetista devidamente credenciado, inscrito na respetiva Ordem (Ordem dos Engenheiros, ou Ordem dos Engenheiros Técnicos).

## 3. Fronteiras das ITED

As Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios iniciam-se na caixa de visita multioperador (CVM), de construção obrigatória por cada edifício e situada no exterior dos edifícios, e termina na tomada de telecomunicações (TT).

No caso de uma moradia unifamiliar, apenas se presencia uma rede individual que se inicia na CVM e termina na TT.

No caso de um edifício com mais de duas frações novo a construir, existe uma rede coletiva, que se situa entre a CVM e o armário de telecomunicações interior (ATI), e uma rede individual entre o ATI e a TT.

No caso de edifícios com mais de duas frações, já construídos e alvo de remodelação, a rede coletiva é definida entre a CVM e um ponto de transição individual (PTI) – que é utilizado nas frações construídos do tipo residencial, como

elemento de interligação nas três tecnologias, entre os cabos provenientes da rede coletiva (ou de operador), e os cabos que se dirigem ao interior da fração – e uma rede individual entre o eventual PTI existente e a TT.

No que diz respeito às redes de tubagens a sua fronteira é constituída por dois pontos, os quais fazem parte das ITED: a CVM e a passagem aérea de topo (PAT). Relativamente à fronteira das redes de cabos é realizada entre os secundários dos repartidores gerais (RG), localizados no armário de telecomunicações de edifício (ATE) e entre os secundários dos repartidores de cliente (RC), localizados no ATI, no caso específico da moradia unifamiliar.

#### 4. Caracterização dos edifícios

A nova proposta do Manual ITED efetua uma caracterização dos tipos de edifícios mais alinhada com as Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), ou seja, os edifícios são caracterizados pelo uso a que se destinam, nomeadamente:

- Residencial;
- Escritórios;
- Comércio;
- Indústria;
- Edifícios especiais (património classificado, armazéns, parques estacionamento, escolas, lar idosos, sala espetáculos e reuniões públicas, hotelaria, centros comerciais, gares de transporte, edifícios desportivos e de lazer, museus, bibliotecas e arquivos, edifícios mistos e edifícios que pela sua dimensão ou complexidade tecnológica, possam ser considerados).

#### 5. Características técnicas

As novas infraestruturas de telecomunicações em edifícios conduzem a uma procura de uma maior qualidade dos serviços prestados aos utilizadores. Assim, com vista a

promover ao aperfeiçoamento tecnológico das instalações são estabelecidas especificações técnicas genéricas de materiais, dispositivos, tipos de ligação e categorias. Com efeito, as necessidades de acesso dos utilizadores a serviços de telecomunicações a largas de banda cada vez maiores conduziram à subdivisão por frequências de trabalho e pelos diversos tipos de cablagem, nomeadamente:

- Cabos de par de cobre (PC);
- Cabo coaxial (CC);
- Fibra ótica (FO).

No que diz respeito à cablagem PC, a categoria dos elementos deve ser escolhida em função da classe de ligação que se pretende para o canal (classe de ligação E). Assim, a classe de ligação E só pode ser suportada com componentes de Categoria 6, como mínimo, nas ITED.

No caso concreto dos CC a utilizar nas ITED devem ser, no mínimo, da classe de ligação TCD-C-H para frequências até 3GHz, com isolamento em PVC para instalações interiores e Polietileno com negro de fumo e características anti radiação ultra violeta (UV), para instalações no exterior.

Relativamente aos cabos de FO estes devem ser do tipo monomodo, sendo as únicas que podem ser instaladas nas ITED. Todos os dispositivos a instalar na rede de FO devem ser compatíveis com a terminação em conetores SC/APC, em tomadas simples ou duplas.

Poderão igualmente usar-se cabos mistos, ou híbridos, que são conjuntos de dois ou mais cabos, de iguais ou diferentes tecnologias, cujas bainhas exteriores se encontram continuamente solidárias.

Relativamente às tubagens para aplicação nas ITED deverão apresentar as seguintes características:

- Material isolante rígido, com paredes interiores lisas;
- Material isolante maleável, com paredes interiores lisas ou enrugadas;

- Material isolante flexível ou maleável, tipo anelado, com paredes interiores enrugadas;
- Material isolante flexível, com paredes interiores lisas;
- Metálico rígido, com paredes interiores lisas e paredes exteriores lisas ou corrugadas.

Os diâmetros externos, ou comerciais típicos dos tubos a aplicar serão de 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 e 110mm.

Os tubos com diâmetro comercial inferior a 20mm não são suscetíveis de instalar nas ITED, sendo por isso proibida a sua instalação.

Ainda nos que respeita às tubagens, não serão permitidos a instalação de tubos pré-cablados, dado não existir a garantia de que será possível o enfiamento de novos cabos, ou a retirada dos cabos existentes.

Para o dimensionamento dos tubos, tanto para as redes coletivas como para as individuais, deve ser utilizada a fórmula de cálculo do diâmetro externo mínimo (1), em função dos diâmetros dos cabos a instalar.

$$D_{\text{tubo}} \geq 2 \times \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (1)$$

Em que  $D_{\text{tubo}}$  representa o diâmetro exterior do tubo (mm) e  $d_n$  o diâmetro externo do cabo "n" (mm).

A CVM será de construção obrigatória em todos os edifícios estabelecendo, assim, a fronteira entre as ITED e as redes públicas de comunicações eletrónicas (ou as infraestruturas de telecomunicações em urbanizações). Será expressamente proibida a partilha da CVM por vários edifícios. Como proposta, as dimensões mínimas permitidas para a CVM serão de 300x300x300mm.

A tubagem de ligação entre a CVM e o ATE/ATI obedece à consulta de uma tabela própria que reporta a número e diâmetro da tubagem em função do número de frações e tipo de edifício.

No que diz respeito à rede de CATV, esta deverá ser dimensionada para operar na via direta e na via de retorno, ou seja:

- A via direta deve operar entre 88 MHz e 862 MHz;
- A via de retorno deve operar entre 5 MHz e 65 MHz.

Deverão ser calculadas, por fração, o valor das atenuações e os valores de "Tilt", ou "inclinação", para as ligações entre o secundário de RG-CC e as respetivas TT. Os cálculos efetuados deverão ser incluídos no projeto das ITED.

No que respeita à cablagem de FO, o projeto deste tipo de rede deverá incluir informação referente:

- Perdas nas ligações da parte coletiva, resultantes das ligações permanentes, incluindo as respetivas conexões;
- Perdas nas ligações das partes individuais resultantes das ligações permanentes e respetivas conexões, caso se verifiquem;
- Comprimentos de todas as ligações permanentes, entre o RG-FO e as TT, caso existam.

As perdas totais podem ser calculadas tendo em conta a estrutura adotada, quer para a rede coletiva quer para a rede individual, considerando a forma de conectorização e de ligação das fibras, somando todas as fontes de atenuação. A perda total, em decibéis (dB), é dada pela equação 2.

$$P_{\text{total}} = P_{\text{CN}} + P_{\text{J}} + P_{\text{CB}} \quad (2)$$

Em que P representa o valor, respetivamente, das perdas totais, nos conectores, nas junções e no cabo. Os valores típicos de atenuação, a considerar em cada um dos casos, devem ser obtidos junto dos fabricantes. Na falta dos valores de perdas nos conectores, deve considerar-se o valor de referência de 0,5dB, como perda máxima para cada conector. Por omissão, deve considerar-se 0,1dB como perda por cada junção. Todos os cálculos deverão ser efetuados para os comprimentos de onda de 1310nm e 1550nm.

No caso das soluções de projeto, dever-se-á consultar o Manual ITED para verificação do estabelecimento das condições mínimas. Entenda-se que a observância das condições mínimas não mitiga de nenhuma forma soluções mais evoluídas consideradas por dono de obra e/ou projetista.

A título de exemplo, num edifício novo residencial dever-se-á considerar como mínimo:

- As redes de cabos seguem a topologia de distribuição em estrela;
- A rede S/MATV pode apresentar uma topologia alternativa à distribuição em estrela;
- A rede coletiva de cabos coaxiais ascendente utiliza apenas um cabo por fração, para S/MATV ou CATV;
- Nas salas, quartos e cozinha, com exceção da divisão de instalação da ZAP, é obrigatória a instalação de uma tomada mista (PC+CC). Em alternativa à tomada mista podem ser instaladas duas tomadas, uma coaxial e outra RJ45, desde que não distem uma da outra mais de 20cm;
- Nas kitchenettes, casas de banho, halls, arrecadações, varandas, marquises, ou similares, não é obrigatória a instalação de TT.
- Nas divisões com área inferior a 6m<sup>2</sup> não é obrigatória a instalação de TT.
- A zona de acesso privilegiado (ZAP – 2 tomadas RJ45 + 2 tomadas CC + **reserva** para 2 tomadas FO, sem instalação de cablagem) é de instalação obrigatória nos edifícios residenciais. As tomadas de fibra ótica não são de instalação obrigatória. No entanto, a ZAP deve apresentar espaço de reserva para a instalação de duas tomadas de fibra ótica e prever tubagem exclusiva, com ligação ao ATI, para 2 fibras.

- É recomendada a instalação de pelo menos uma tomada de pares de cobre nos parqueamentos e garagens.
- Nas moradias unifamiliares, não é obrigatória a instalação de cabos entre a CVM e o ATI. Caso se opte por essa instalação, deve ser instalada uma caixa de entrada de moradia unifamiliar (CEMU), entre a CVM e o ATI, para instalação dos dispositivos de terminação da cablagem proveniente do ATI.

No que respeita à rede de tubagem para edifícios residenciais novos, dever-se-á considerar como mínimo:

- **PC** – Coluna montante com 1 tubo de Ø40 mm;
- **CC** – Coluna montante com 1 tubo de Ø40 mm;
- **FO** – Coluna montante com 1 tubo de Ø40 mm;
- **Rede Coletiva** – 1 caixa de coluna em todos os pisos com fogos, comum às 3 tecnologias. Dimensões internas mínimas: 250mmx250 mm, com o mínimo de 100 mm de profundidade e ligação a cada ATI através de 1 tubo de Ø40 mm.
- **Rede individual** – O dimensionamento das condutas deve ser efetuado através das fórmulas respetivas. Nas situações em que um fogo se desenvolve por vários pisos, só é obrigatória a instalação de uma caixa de coluna num dos pisos. O tubo reservado à instalação de FO, entre o ATI e a ZAP, só é obrigatório quando o projetista não optar pela instalação imediata das 2 tomadas de fibra ótica na ZAP, devidamente cabladas, caso em que a tubagem pode ser partilhada pelas 3 tecnologias.
- **Moradia** – A tubagem é partilhada por todos os tipos de cabos. A ligação entre CVM e ATI com 1 tubo de Ø40 mm. A ligação à PAT será realizada por 1 tubo de Ø40 mm, com ligação direta ao ATI. Poder-se-ão usar tubos de Ø20 mm. Prever tubo de reserva de Ø25

mm, entre o ATI e a ZAP, para uso exclusivo dos cabos de FO que possam vir a ser instalados no futuro. Poderá ser considerada a possibilidade de colocação de uma caixa de passagem (CP), entre a CVM e o ATI, para facilitar a passagem de cabos.

As regras mínimas referentes aos restantes tipo de edifícios deverão ser consultados na proposta do Manual ITED (capítulo 4).

A próxima edição do Manual ITED dará um especial destaque à requalificação do edificado já existente e a sua devida reconversão e adaptação às tecnologias atualmente exigidas. Assim, são claramente distinguidas 6 situações alusivas ao tipo de infraestrutura de telecomunicações que os edifícios poderão comportar, designadamente edifícios do tipo:

- **Pré-RITA** – tipicamente sem tubagem nem cablagem;
- **Pré-RITA** – Com alguma tubagem e cablagem;
- **RITA** – em conformidade com o extinto regulamento RITA;
- **ITED 1** – em conformidade com a 1ª Edição das ITED;
- **ITED 2** – em conformidade com a 2ª Edição das ITED;
- **Sujeitos a obras de ampliação** – tipicamente edifícios em que existe alteração na área ou no volume das áreas cobertas, nomeadamente, em adicionar frações ou divisões.

Assim, para cada tipo de edifício alvo de remodelação e com necessidade obrigatória de apresentação de um projeto de licenciamento ITED 3, dever-se-á observar o disposto referente aos requisitos mínimos obrigatórios a cumprir tanto para a rede de tubagens como de cablagens, em conformidade com o capítulo 4 da proposta da nova edição do Manual ITED.

No caso concreto dos ascensores, estes devem contemplar um cabo PC do RG-PC, em categoria 6 e terminando numa tomada RJ45. Note-se que se houver mais que um ascensor

apenas será exigido a colocação de uma única tomada. No caso dos edifícios que já possuam ascensor e que sejam alvo de requalificação das suas infraestruturas de telecomunicações, poder-se-á prever a colocação de um sistema baseado em comunicações móveis, de forma a assegurar as comunicações dos ascensores. Dever-se-á garantir a alimentação do módulo de comunicações em caso de falha de alimentação normal da rede de energia elétrica, de forma a garantir a sua operacionalidade.

À semelhança das edições anteriores, a nova edição do Manual ITED caracterizará exaustivamente toda a documentação que fará parte integrante do projeto de licenciamento das comunicações eletrónicas, assim como o capítulo referente às condições técnicas de instalação e ensaios exigidos por cada tipo de tecnologia.

É especificado com elevado grau de detalhe às ligações e execução das terras das ITED de forma a garantir o melhor escoamento de ruído com perfeita sintonia de proteção de pessoas. É, ainda, apresentado o conceito MICE e a respetiva classificação dos índices de forma a auxiliar os projetistas e instaladores na definição, identificação e seleção dos materiais utilizáveis, para diferentes níveis de exigência ambiental, consoante o tipo de utilização de um determinado espaço.

É também apresentado um capítulo referente à promoção da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) que visa melhorar as condições e o ambiente de trabalho, com vista à eliminação dos acidentes de trabalho e das doenças profissionais.

Os sistemas inteligentes para uso exclusivo dos edifícios (domótica, videoportaria e sistemas de segurança) são alvo de uma caracterização geral, apresentando-se o seu âmbito de aplicação e definições técnicas, abrindo ainda a oportunidade de implementação de equipamentos e dispositivos com diferentes protocolos de comunicação, como por exemplo, com comunicação baseada em *internet protocol* (IP) e conseqüente crescimento da utilização da tecnologia *Power over Ethernet* (PoE) em ambiente residencial, empresarial e industrial, para alimentar

dispositivos remotos através do cabo de pares de cobre utilizado para suportar da transmissão de dados

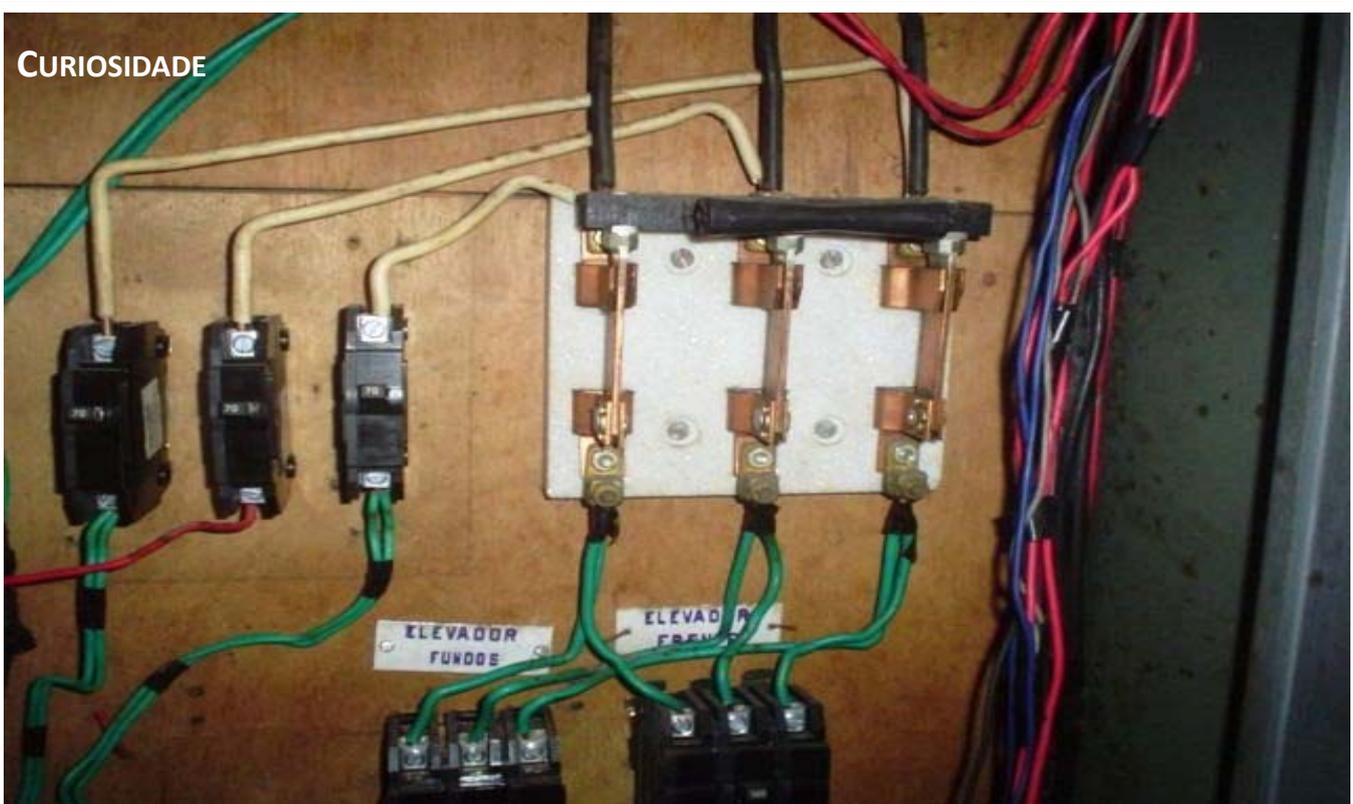
## 6. Considerações finais

As Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios e respetiva legislação, não são especificações fixas ao longo do tempo. Ao invés, as soluções técnicas adotadas para cada um dos projetos, a par das evoluções tecnológicas, contribuem para que ao nível das ITED haja uma constante atualização de conhecimento e soluções técnicas. Todo este processo é, pois, dinâmico requerendo, por isso, uma constante necessidade de formação nos domínios das ITED.

A presente crise económica que abalou uma parte significativa dos países do mundo (incluindo-se aqui Portugal com um impacto extremamente grande...), pondera a utilização de requisitos técnicos que sejam “sensíveis” ao momento crítico que a economia portuguesa atravessa. Assim, requer-se uma legislação eu se adapte à economia de escala, por um lado, mas sem colocar em prejuízo as instalações das futuras comunicações eletrónicas dos edifícios, por outro.

Uma vez mais, a ANACOM dá um “passo à frente” na evolução das especificações e prescrições técnicas das ITED com o lançamento da proposta da 3ª Edição do Manual ITED, conjugando numa mesma equação, a responsabilidade dos diferentes atores intervenientes, os requisitos mínimos de qualidades das diversas tecnologias, a salvaguarda do património enquanto apto à receção de serviços de telecomunicações, a atualização com a normalização europeia e o especial interesse pela dinamização e crescimento económico do país. Quão grande “lição”, a ANACOM, uma vez mais, dá a outras especialidades da eletrotecnia que no seu lobby profundamente enraizado, coloca, muitas vezes, interesses pessoais e marginais, à frente de um bem comum.

A elaboração deste artigo surge no seguimento de uma nova publicação da Revista técnica “Neutro à Terra”, do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto e visa, fundamentalmente, contribuir para o enriquecimento do conhecimento das competências no âmbito de atuação dos futuros projetos ITED.



## INCÊNDIO

## UM RISCO CONSTANTE COM ELEVADO POTENCIAL DE PERIGO



## 1 Generalidades

Desde a idade média, quando ardiam cidades inteiras, a humanidade tem aprendido muito e tem desenvolvido constantes esforços para evitar e circunscrever os incêndios. Estes esforços, no entanto, foram compensados pelo surgir de outras fontes de ignição e da crescente cargas combustíveis.

Hoje, praticamente todos os lares e empresas possuem computadores, televisores, lâmpadas halógenas, máquinas de café e outros aparelhos elétricos, bem como equipamentos de aquecimento e de ar condicionado, etc. A maioria destes dispositivos incluem uma unidade de alimentação e outros módulos eletrônicos, constituindo, assim, potenciais fontes de ignição.

Mas os incêndios também podem ser estabelecidas de forma intencional. A percentagem de incêndios de origem criminosa já é de 25 a 40%, e os valores estão a aumentar [1]. Os incêndios provocados intencionalmente propagam-se frequentemente muito mais rapidamente tornando o seu combate extremamente difícil. Em média, esses tipo de incêndios são três vezes mais dispendiosos que a média das ocorrências dos incêndio[2].

Numa sociedade afluyente, os edifícios são frequentemente mobilados com tecidos, carpetes, etc. Além disso, a utilização de materiais mais económicos, projetados para processos fáceis e moldáveis com materiais sintéticos, está permanentemente a aumentar. Além do aumento da carga combustível, essas substâncias são na sua maioria altamente inflamáveis e reagem como aceleradores dos incêndios. Este efeito é muito mais fatal do que o revelaria a mera carga combustível.

A conflagração libera aproximadamente tanta energia quanto uma central nuclear - tais conflagrações pode chegar a várias centenas de MW até alguns GW. Um incêndio limitado a um papel durante o qual 3g de papel são queimadas por segundo já gera 40kW e uma altura de 0,8m chama.

Além do calor, cada incêndio, seja ele grande ou pequeno, produz resíduos tóxicos e gases de fumos altamente tóxicos. Esses gases contêm, entre outras substâncias, o monóxido de carbono, o gás de ácido clorídrico, gás clórico, vários compostos de enxofre, óxidos de nitrogênio (NOx), o gás de ácido cianídrico e muitas outras substâncias altamente tóxicas, mesmo fosfênio. A perda de vidas humanas e prejuízos financeiros causados direta ou indiretamente pelos fumos de gases é elevada.

Por toda a Europa, mais de 4000 pessoas morrem a cada ano em ocorrências com causas em incêndio [3] - a maioria delas por intoxicação de fumos. Contudo é difícil avaliar o número aproximado de pessoas feridas - pode ascender a dez vezes mais de feridos graves e centenas de vezes em feridos ligeiros. No total, isso equivale a cerca de meio milhão de pessoas que são vítimas de incêndios todos os anos, e que, em parte, sofrem danos permanentes.

As despesas com danos diretamente relacionados com incêndios na Europa atingem de 1 a 3 por cento de um décimo PIB, isto significa que os danos diretamente causados por incêndios na Europa Ocidental representa mais de 15 mil milhões de euros. Consecutivamente os danos indiretos podem ser dez vezes mais elevados. Fazendo a comparação: O limite superior das despesas dos agregados familiares da UE-25 em 2005 era de cerca de 120 mil milhões de euros. As verificações mostraram que a maior parte destes danos são causados por gases nos fumos e os seus constituintes corrosivos. Os danos causados pelo fumo é maior em cerca de dez a cem vezes do que os danos pelo fogo real. Aproximadamente um terço dos danos dos fumos pode ser rastreada até ao ácido clorídrico (HCl), libertado pelo fogo, o que resulta em corrosão das instalações e dos dispositivos.

Para uma empresa particular pode ser fatal. De acordo com estimativas de especialistas [7], uma conflagração de um incêndio nas instalações de uma empresa pode ter os seguintes efeitos:

- Cerca de um terço das empresas em causa, os danos de causados diretamente pelo incêndio resultam em falência.
- Outro terço das empresas em causa, a perda de clientes resulta em falência num prazo de três anos.
- O restante um terço muitas vezes tem de se fundir com outras empresas ou necessita de ser vendido.

Às vezes, porém, a empresa tem robustez para subsistir.

Os danos causados pelos incêndios mostra que a prevenção de incêndios, a deteção de incêndios e o combate aos incêndios são temas que devem ser abordados com especial atenção.

A figura 1 mostra algumas das centrais de deteção de incêndios da SIEMENS.



Figura 1. Centrais de deteção de incêndio Siemens

## 2. Conceito de proteção integral contra incêndios

A implementação da cadeia de medidas de "prevenção - deteção - combate - aprendizagem" pode ser representado como um circuito fechado, como o representado na figura 2.

Se os danos não podem ser prevenidos, o combate a incêndios entra em ação. É crucial que a proteção preventiva contra incêndios que garanta um alarme precoce e que a propagação geográfica do incêndio possa ser limitada.

Cada ocorrência deve ser prevista e estimada. Se o seu alcance for bastante reduzido, as medidas a serem introduzidas são limitadas à própria empresa.

Em caso de incêndios, a sociedade é a principal interessada em evitá-los no futuro. A experiência adquirida com essas ocorrências podem, assim, ser integradas nos regulamentos de proteção contra incêndios.

Estas duas formas de atuar garantem que as ocorrências se tornam menos frequentes e que as restantes ocorrências serão menos prejudiciais e menos urgentes.

## 3. Proteção técnica contra incêndios

A proteção técnica de incêndios compreende equipamentos

e sistemas que servem para a segurança pessoal e mitigação de danos em caso de incêndio.

### 3.1. Definições

Uma "instalação" é a coletividade de todos os dispositivos instalados num edifício, dispositivos que interagem de modo que o objetivo do sistema possam ser cumpridos. Por exemplo, em instalações de deteção de gás, os detetores de gás, as unidades de controlo e os dispositivos de alarme interagem para alertar e proteger as pessoas dos gases.

Um "sistema" é a coletividade de todos os produtos necessários para configurar uma determinada instalação, harmonizado pelo fornecedor do sistema para que eles interagem sem problemas. A comunicação fácil entre detetores e unidade de controlo, por exemplo, devem ser sincronizados.

Um "produto" é um dispositivo individual utilizado num sistema ou numa instalação.

O sistema é composto por componentes de um ou vários produtos.

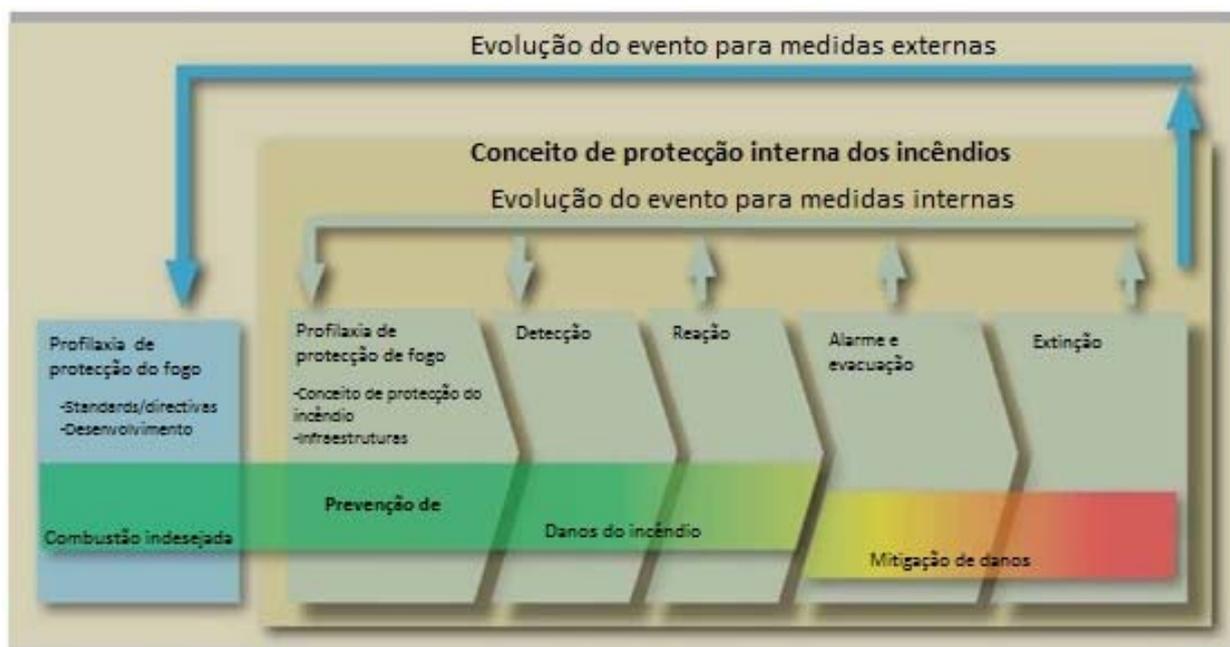


Figura 2. Conceito de proteção integral contra incêndios

### 3.2. Sistemas de aviso de gás

Os sistemas de aviso de gás detetam concentrações perigosas de gases ou vapores no ambiente. Em caso de perigo, eles controlam automaticamente:

- Dispositivos de alarme acústicos e visuais para alertar as pessoas;
- Chamada para as pessoas de controlo e responsáveis do edifício;
- Sistemas de ventilação, sistemas de alimentação de gás, bombas, motores e válvulas.

### 3.3. Sistemas de deteção de incêndio

Sistemas de deteção automática de incêndio permitem uma deteção precoce de incêndios e a inicialização de funções de controlo pré-programadas. Isto inclui:

- Alertar as pessoas nas zonas de perigo;
- Chamada para a extinção de incêndio e dos meios de intervenção;
- Ativação dos sistemas para limitar a propagação do fogo e do fumo, por exemplo, fechar portas corta-fogo e registos corta-fogo;
- Ativação dos sistemas de extração de fumos e calor;
- Desligar sistemas técnicos (equipamentos) das fontes de alimentação;
- Controlo dos sistemas de automação de edifícios, especialmente sistemas de aquecimento, de ventilação e elevadores;
- Ligar a iluminação de emergência;
- Ativação dos sistemas de evacuação;

- Ativação de sistemas de extinção fixos.

Com um sistema de deteção de incêndio não automático, os alarmes são acionados manualmente. A presença de pessoas é um pré-requisito para se iniciar um alarme.

Um sistema de deteção de incêndio não automático pode também ser parte de um sistema de deteção de incêndios automático. No entanto, as funções de controlo ativadas manualmente são idênticas aos dos sistemas automáticos de deteção de incêndio.

O "alarme falso" é um alarme que foi acionado sem a ocorrência de um incêndio.

A prática na deteção de incêndios tem revelado que os falsos alarmes causam problemas graves.

Em toda a Europa, cerca de 90 a 95% de todos os alarmes acionados por sistemas de deteção de incêndio são falsos alarmes. O seu significado pode ser representado com mais de 200.000 tentativas desnecessárias dos bombeiros na Alemanha [8], em grande parte devido a falsos alarmes.

A figura 3 mostra uma solução de extinção de incêndios num *datacenter*.



Figura 3. Soluções para *datacenters*

### 3.4. Sistemas de combate a incêndios

Os dispositivos de extinção e as instalações de extinção para o combate ao manual ao incêndio são meios para acelerar e facilitar o combate do incêndio no local. Isto inclui:

- Hidrantes de parede;
- Colunas de extinção a água (seco / húmido);
- Hidrantes;
- Botões de alarme manual.

Elevadores de incêndio servem para o transporte de bombeiros e dos seus equipamentos, bem como para salvar pessoas com deficiência. Existem exigências especiais para os elevadores de incêndio, que geralmente também são utilizados normalmente como meio de transporte habitual.

Meios de comunicação de emergência permitem a comunicação dos bombeiros uns com os outros, bem como com os responsáveis do edifício. Normalmente, os sistemas de telefone bombeiros são utilizados para esse fim e são mais comuns nos Estados Unidos.

### 3.5. Sistemas de Extinção de Incêndio

Em caso de um elevado risco - principalmente em bens valiosos - pode ser instalado um sistema fixo de extinção automática.

Existem sistemas de extinção a água, espuma, pó e gás.

A base de cada tipo de sistema de extinção pode ser dividido em diferentes subsistemas e variantes, em parte, com base em diferentes princípios.

A figura 4 mostra um exemplo de um sistema de extinção de incêndios.



Figura 4. Sistema de extinção de incêndios compacto

## 4. Detecção de incêndios

### 4.1. Introdução

A incumbência de um sistema de deteção automática de incêndio é detetar um incêndio o mais cedo possível, para ativar o alarme e as funções de controlo pré-programadas. A experiência em sistemas de deteção de incêndio permite que a deteção de incêndio atue mais cedo e assim minimizar os danos que poderão ser causados pelo incêndio. Através de uma escolha ideal dos produtos, juntamente com o conhecimento adequado, é possível criar sistemas que praticamente excluem os falsos alarmes.

Um sistema de deteção de incêndio consiste na unidade de controlo, os periféricos, tais como detetores de incêndio e os contactos, assim como os dispositivos de alarme e de controlo que são ativados pela unidade de controlo.

Para a seleção, definição e localização dos detetores de incêndio, é fundamental considerar - além da presença do risco predominante - o tipo de fogo expectável, a altura da sala, as condições ambientais tais como mudanças de ambiente e possíveis fenómenos enganosos. Em áreas de elevado risco, os detetores de incêndio multisensor, com processamento de sinal baseado no conhecimento e na experiência, são utilizados com mais frequência. Para riscos médios e inferiores os detetores de fumo, geralmente são aplicados detetores óticos com processamento de sinal convencional (tecnologia algorítmica).

O conhecimento e a experiência, da Siemens, nos detetores de incêndio permitem uma configuração exata do comportamento do detector que satisfaça as condições ambientais e os fenómenos enganosos prevalentes. Um detector de incêndio em um quarto de hospital deve responder de uma forma completamente diferente de um detector de incêndio numa fundição.

Quando se projetam os detetores de incêndio, deve-se ter a certeza quais os fenómenos de incêndio (fumo, calor, radiação, gás) que abrangem os detetores de incêndio, dando especial atenção à construção de teto (por exemplo, as vigas do teto, telhado especial ou formas de teto), e às possíveis divisões por recantos nas paredes, móveis, equipamentos ou acessórios.

Nos espaços onde ocorrem elevados fenómenos enganosos, a ideal disposição dos detetores de incêndio é de principal importância. Mesmo pequenas mudanças na posição do detector pode trazer melhorias significativas na imunidade aos fenómenos enganosos, sem reduzir a confiabilidade de detecção.

Para selecionar a unidade de controlo da detecção de incêndio deve ser tida em consideração a facilidade na utilização, um elevado grau de flexibilidade e um grau muito elevado de funcionamento sem falhas. A unidade de controlo é o ponto de interação entre as pessoas e o sistema, deve portanto, representar o alarme e a falha de processamento de forma fácil e intuitiva.

A elevada flexibilidade no funcionamento em rede e uma parametrização que facilite as extensões ou adaptações do funcionamento do sistema, para as mudanças dos requisitos do cliente.

A operacionalidade de um sistema de detecção de incêndio é fundamental, razão pela qual uma fonte de alimentação para emergência é uma função integrada de operação, que são um requisito obrigatório, tornando possíveis os alarmes de incêndio, mesmo em caso de uma falha de um módulo ou de energia.

Por razões económicas, a tecnologia de um sistema de detecção de incêndios, é escolhida de acordo com os requisitos e a situação de risco específica. Para um prédio de escritórios, um sistema de detecção de incêndio com botoneiras manuais e detetores óticos de fumo com processamento de sinal normal é normalmente suficiente, mas se é as instalações de produção de uma indústria química deve ser protegida, por exemplo, pela utilização da tecnologia avançada.

Com um portfólio abrangente de produtos, detetores de incêndio altamente confiáveis com tecnologia multissensorial e com a utilização de uma lógica excepcional, alta flexibilidade da unidade de controlo de detecção de incêndio e sua ligação aos sistemas de gestão de perigos, são temas a ter em conta na escolha de um sistema de detecção de incêndio.

#### 4.2. Fundamentos do fogo

O conhecimento da eclosão de um incêndio e seu desenvolvimento é decisiva para a prevenção e combate aos incêndios.

Para garantir uma detecção rápida e fiável, em caso de incêndio, é também importante se estar familiarizado com os diferentes fenómenos do incêndio e os possíveis tipos de fogo.

Os quatro temas seguintes serão tratados em detalhe adiante:

- Eclosão de um incêndio
- Desenvolvimento de um incêndio
- Fenômenos de fogo
- Tipos de fogo

### 4.3. Eclosão de um incêndio

Para o desencadear de incêndio deve estar disponível o material combustível (carburante) e um agente oxidante (geralmente oxigénio).

O nosso ambiente é, em grande parte, composto por materiais combustíveis - e oxigênio disponível é quase sempre suficiente.

Existe contudo uma outra condição que deve ser cumprida para um fogo se iniciar: A energia de ignição deve ser a força condutora para iniciar a oxidação.

As fontes de energia para a ignição são múltiplas: descarga elétrica (por exemplo, raios), curto-circuito, faíscas, superfícies quentes (lâmpadas, equipamentos de aquecimento, etc), a exposição direta às chamas ou feixe de luz, para citar apenas os mais importantes.

Se ocorre um incêndio, este fornece a energia necessária para manter o processo de combustão.

Um fogo ocorre, portanto, pela interação de combustível, oxigênio e calor (energia), conforme representado na figura 5.



Figura 5. Triângulo do fogo

### 4.4. Desenvolvimento de um incêndio

Além dos processos de tipo explosão, fogo normalmente desenvolve-se mais ou menos rapidamente, dependendo do material combustível.

Quando o combustível e o oxigênio disponíveis são suficientes para o início do desenvolvimento de um incêndio, a sua amplitude determinada pela energia disponível.

Especialmente o fogo flamejante libera uma grande quantidade de energia, resultando num crescimento exponencial do incêndio nesta fase, conforme representado na figura 6.

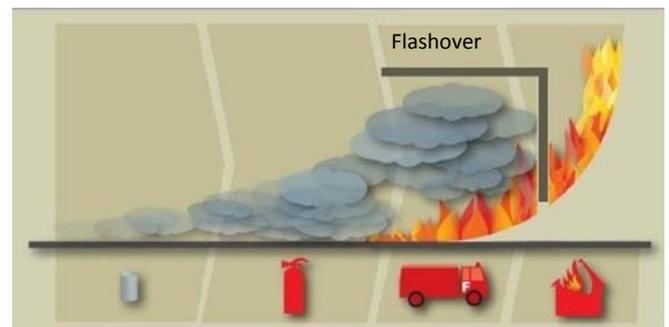


Figura 6. Desenvolvimento típico de um incêndio

Como representado na Figura 6, a maioria dos incêndios passa pelas seguintes fases e eventos:

- **Fase inicial**

O fogo incipiente pode ser extinto com alguns decilitros de água; ocorre pouco fumo visível, mas são criados especialmente aerossóis invisíveis.

- **Fase Latente**

Nesta fase, o fogo pode ser extinto por meio de um extintor de incêndio ou de um agente extintor similar. Surge fumo visível e parcialmente denso. Frequentemente a combustão é incompleta, razão pela qual, bastante quantidade de CO (tóxico) é produzido nesta fase.

- **Fase ardente**

Estamos diante de um fogo aberto que deve ser extinto pelos bombeiros. Como a energia disponível é suficiente, o processo de combustão é bastante completa, resultando numa maior produção de CO<sub>2</sub>.

- **Flashover**

A transição entre um fogo flamejante em chama e um fogo total é chamado *flashover*. Esta é a propagação explosiva do fogo, que acontece exatamente no ponto em que os gases e aerossóis produzidos durante as fases anteriores inflamam e levam o fogo a todas as partes atravessadas pelos gases dos fumos.

- **Fogo Total**

Nesta fase, o fogo atingiu as partes maiores do edifício. Na maioria dos casos, o edifício ou o sector do incêndio não podem ser salvos e os corpos de bombeiros concentram os seus esforços na proteção dos edifícios vizinhos e nos sectores do incêndio.

Por estas razões a deteção de incêndios deve ocorrer o mais cedo possível, de modo que a intervenção possa começar antes do *flashover*. Incêndios incipientes, devem ser detetados, o mais tardar, na fase precoce ou na fase latente, de modo que haja tempo suficiente para a intervenção. O problema é que a fase precoce e a fase de combustão lenta pode ser completamente diferente na intensidade e na duração. Alguns fogos latentes podem estar a arder por horas ou até mesmo dias, antes que ocorra um fogo com chama.

Nos incêndios em líquidos, não há fase latente; eles desenvolvem-se diretamente para as chamas. Com tais incêndios, o tempo de intervenção é extremamente curto. Normalmente os danos apenas podem ser limitados por um sistema de extinção automática. Claro, existem outras possibilidades, tais como medidas construtivas, para retardar a propagação do incêndio, prolongando assim o tempo de intervenção - mas isso geralmente é muito caro.

Da análise ao desenvolvimento típico de um incêndio, podemos concluir que quanto mais cedo for detetado um incêndio, mais tempo há para ser combatido, logo menos danos. A deteção precoce é possível, portanto, é a chave para minimizar os danos e ganhar tempo precioso para a intervenção.

#### 4.5. Fenómenos do incêndio

Os fenómenos do incêndio são valores físicos que estão sujeitas a mudança mensurável durante o desenvolvimento de um incêndio (por exemplo, o aumento da temperatura, de obscurecimento ou chamas).

Os processos dos materiais em combustão podem ser vistos principalmente a partir da perspectiva de uma conversão de energia e de substâncias. A conversão energética liberta energia para o meio ambiente.

A conversão produz substancialmente - dependendo das substâncias presentes no incêndio - produtos em qualquer estado físico, variando de não-tóxicos para os altamente tóxicos.

A conversão energética libera energia por radiação e por convecção.

A gama de radiação libertada durante um incêndio pode ser dividido, por comprimento de onda, em radiação ultravioleta (UV), luz visível e infravermelha (IR).

Liberação de energia por convecção realiza-se essencialmente através do meio ambiente. Em primeiro lugar, a energia cinética das moléculas de ar aumenta, resultando num aumento da temperatura. A expansão associada conduz a um fluxo de ar ascendente. Devido a este fluxo, o ar mais frio, por consequência o oxigénio, é conduzido para o foco do incêndio. Esses processos também podem levar a flutuações de pressão periódicas que são compreendidos com o som em determinadas faixas de frequência (por exemplo, o estalido típico de um incêndio).

A conversão de substâncias que ocorrem em caso de incêndio é caracterizada por as várias reações químicas que podem ocorrer no centro do incêndio, de acordo com as substâncias presentes.

A conversão substancial de um incêndio é determinado pelas diferentes reações químicas que se podem passar num incêndio. A conversão de produtos sólidos ou líquidos tendem a permanecer na base do incêndio (por exemplo, as cinzas) ou são distribuídos para o ambiente diretamente pelo incêndio. Neste último caso, eles formam um denominado aerossol, que são finamente distribuídas, misturadas com meio ambiente, em forma sólidas ou líquidas. A conversão de produtos gasosos espalham-se sempre pelo ar.

## 5. Tipos de fogo

Os fenômenos que ocorrem com um fogo latente ou chama diferem em termos de tipo e intensidade.

A principal propriedade da pirólise do fogo é que ele não se desenvolve independente, mas requer o fornecimento contínuo de nova energia. O incêndio pode ser extinto por cessação do fornecimento de energia. A propagação do tipo de fogo é assim limitada à dimensão da fonte de calor, razão pela qual também se pode falar de sobreaquecimento acompanhada da decomposição química. Assim que a temperatura de ignição é atingida, o incêndio desenvolve-se para uma incandescência ou mesmo uma chama.

O fogo brilhante é um processo independente. Nas brilhantes e elevadas temperaturas são produzidas partículas produzidas que são relativamente pequenas. As partículas visíveis são apenas uma pequena parte do espectro de partículas produzidas. Típico para um fogo de incandescência são incêndios incipientes em fardos feno ou algodão.

Característico para as chamas - com a exceção de incêndios em álcool - é a produção de fuligem, ou seja, fumo negro. Embora também aqui, a maior parte das partículas produzidas está na gama das não-visíveis.

Estudos têm mostrado que, em quase todos os casos,

incluindo a fase inicial e fase de combustão lenta, são produzidas mais partículas invisíveis do que os visíveis.

Resumindo, podemos afirmar que grandes volumes de aerossóis voláteis do fogo são produzidos em quase todos os incêndios hostis. O fumo tornou-se assim o fenômeno mais importante de um incêndio para uma detecção precoce. Dependendo do tamanho e concentração de aerossóis no incêndio, estes podem ser visíveis ou invisíveis. Em geral, os aerossóis dos incêndios são de 10 a 10.000 vezes o tamanho das moléculas de gás.

## 6. Sistema de Detecção de Incêndio

### 6.1. Introdução

A principal tarefa de um sistema de detecção automático de incêndio é identificar de forma confiável um incêndio e o mais cedo possível, para ativar os alarmes e as funções de controlo pré-programadas.

A periferia compreende todos os elementos de campo que obtém a informação do estado real no local, que é transmitido para a unidade de controlo sob a forma de níveis de perigo.

A inteligência, os detetores automáticos de incêndio, detetam e analisam os diferentes fenômenos de incêndio no local e automaticamente reportam os perigos existentes, para a unidade de controlo.

Os botões de alarme manual servem para a ativação direta do alarme pelas pessoas presentes na zona em perigo.

Os contatos automáticos (por exemplo, para ativação de um sistema de extinção de *sprinkler*) transmitem um alarme de incêndio de forma indireta.

O sistema de detecção de incêndio é monitorizado, controlado e operado pela unidade de controlo, que avalia as mensagens de perigo a partir dos dispositivos periféricos e ativa os alarmes e o controlo do incêndio das instalações. Além disso, ela serve para a operação do próprio sistema de detecção de incêndios.

As medidas desencadeadas pela unidade de controlo servem para alarme e intervenção. Dispositivos de alarme visual e acústico informam as pessoas no edifício e chama para os responsáveis pela segurança e combate ao incêndio. Os comandos ativam os sistemas de extração de fumos e sistemas fixos de extinção. A orientação dos caminhos de saída e os sistemas de evacuação por voz, evacua as pessoas do edifício em segurança.

A figura 7 mostra um esquema simplificado da arquitetura de um sistema de deteção automática de incêndios (SADI).

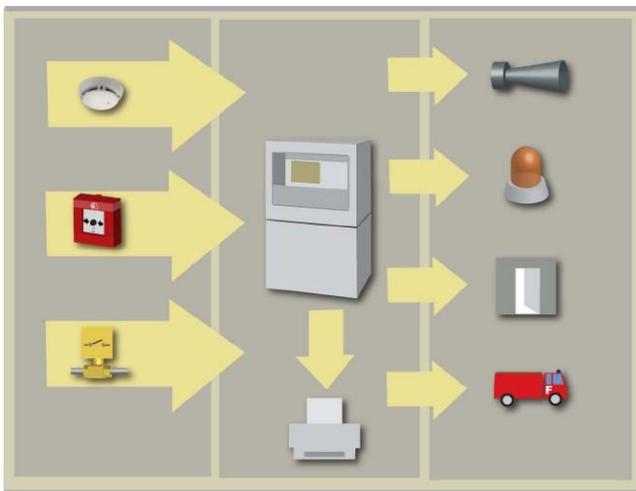


Figura 7. Arquitetura geral de um SADI

## 6.2. Seleção correta do detetor de incêndio

A seleção de ótimas de um detetor de incêndio é com base nos fenómenos de incêndio esperados, produzidos por um fogo incipiente. Para um edifício de escritórios, são selecionados preferencialmente os detetores de fumo, como neste caso os fogos irão produzir fumo claramente visível tanto na fase incipiente e na posterior. Numa área de armazenamento, aonde são armazenados combustíveis de líquidos, os detetores de chama e/ou detetores de térmicos, seria a escolha certa.

Para se ser capaz de detetar com segurança todos os incêndios incipientes, pode ser necessário combinar diferentes tipos de detetores de incêndio.

A figura 8 mostra o comportamento de resposta dos detetores de incêndio aos diferentes teste de fogo da EN54.

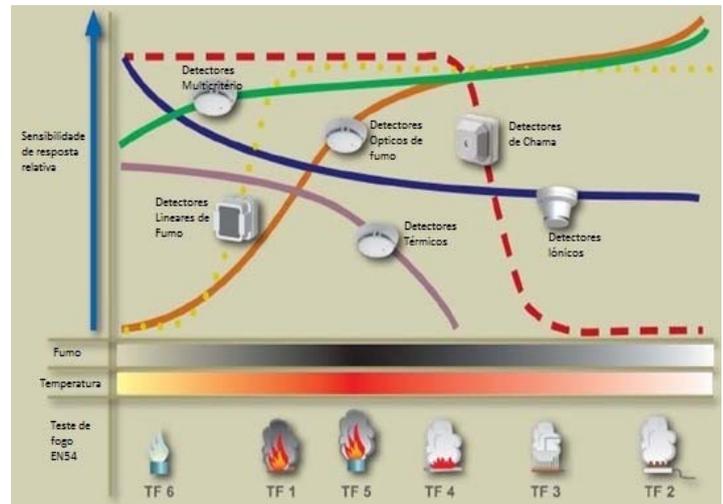


Figura 8. Comportamento de resposta dos detetores de incêndio aos diferentes teste de fogo da EN54

## 6.3. Tipos de detetores

### 6.3.1. Síntese

Um detetor de incêndio deve ser capaz de detetar precocemente e de forma confiável no mínimo um dos fenómenos de fogo que podem ser esperados. A altura do espaço, as condições ambientais e possíveis fenómenos enganosos devem ser tidos em conta. O impacto de fenómenos enganosos sobre o comportamento da deteção podem ser reduzidos através de medidas como o posicionamento correto, a configurações adequada dos detetores ou separação estrutural nos compartimento de incêndio.

Para selecionar o melhor e o mais adequado detetor de incêndio, os riscos e os custos também desempenham um papel importante.

Se uma área monitorizada com elevado risco de incêndio e em que podem ocorrer fortes fenómenos enganosos, as interrupções de funcionamento devem ser evitadas de qualquer forma, mas a deteção de incêndio deve ser tão precoce, confiável e imune aos enganos quanto possível.

Este é o caso com as instalações de soldadura automática, por exemplo. Nessas áreas, são utilizados diferentes tipos de detetores de incêndio, que são muitas vezes combinados, por exemplo, detetores de incêndio multisensor e detetores de chama. Num edifício de escritórios com proibição de fumar, o uso de detetores de fumos é completamente suficiente.

Para uma utilização em ambientes sujos ou áreas de risco de explosão, detetores de incêndio devem atender a requisitos especiais concebidos para as respectivas áreas.

### 6.3.2. Tecnologias de deteção

#### i) Tecnologia algorítmica

Os detetores de incêndio com base na tecnologia algorítmica realizam análises complexas ao sinal em curtos intervalos e processam grandes volumes de dados. Eles estão equipados com um microprocessador. Os sinais dos sensores são divididos em componentes matemáticas e são compensados com os algoritmos definidos e programados (regras matemáticas). A característica destes algoritmos é definida pela sua parametrização. A comparação dos valores calculados com os valores predefinidos fornecidos no detetor, resulta no correspondente do nível de perigo.

Os detetores de incêndio com tecnologia algorítmica não garantem automaticamente um comportamento excelente na deteção, pois é afetada pela forma como os sinais do sensor são discriminados, pelas aplicações das regras matemáticas, pelos conjuntos de parâmetros disponíveis e pela comparação com os valores predefinidos fornecidos no detetor. Este é o lugar onde o conhecimento entra em jogo. Os detetores que utilizam a tecnologia algorítmica tem as seguintes propriedades:

- Os sinais dos sensores de deteção: comportamento é dinâmico e apenas é possível quando o sinal de progressão é observado e comparado ao longo do período total de tempo em que o respectivo fenómeno é eficaz.
- A progressão do sinal é a junção dos seguintes fatores determinantes:
  - Sinal do sensor: A intensidade do sinal (amplitude)
  - Taxa de variação: A variação do sinal no sensor
  - Flutuação: As mudanças bruscas do sinal no sensor
- As regras matemáticas: As regras matemáticas devem ser estabelecidas de tal forma que, em combinação com os conjuntos de parâmetros disponíveis, permitam todos os tipos de desenvolvimento de incêndio.
- Os parâmetros de ajuste: Os parâmetros de ajuste é um conjunto de dados que tem um impacto sobre o regras matemáticas e sobre as comparações com os valores padrão. Ao se definir um respectivo conjunto de parâmetros, as regras matemáticas fixas são especificamente definidas para os fenómenos de incêndio e para as condições ambientais que podem ser esperadas, sendo que os resultados são comparados com os padrões correspondentes. Se um detetor de incêndio está instalado em uma sala de produção, um ajuste nos parâmetros deve ser definido para aferir as mudanças bruscas, normalmente causadas por fenómenos enganosos, como sendo relativamente insignificante. Se o mesmo detetor de incêndio está instalado em um quarto de hospital, no entanto, um conjunto de parâmetros devem ser selecionados que responder às rápidas mudanças dos sinais do sensor, garantindo o mais cedo possível o alarme de incêndio. Com o conhecimento e a experiência aplicada aos detetores pode ser escolhida uma grande variedade de conjuntos nos parâmetros, sendo eles adequados para todos os tipos de aplicações especiais.
- A comparação com os valores predefinidos fornecidos no detetor: Os valores predefinidos fornecidos nos detetores são baseados num grande número de fogos reais, refletindo as características de muitos tipos diferentes de incêndios.

A comparação entre os valores calculados e os resultados dos valores do nível de predefinidos (por exemplo, 1=risco possível, 2=perigo, 3=alarme). As avaliações adicionais permitem informações sobre o estado do detetor (por exemplo, de sujidade ou falha, nível de diagnóstico).

## ii) ASATECHNOLOGY™ (Análise avançada de sinais)

ASATECHNOLOGY™ é a continuação do desenvolvimento da tecnologia algorítmica. O comportamento de deteção pode ser adaptada a cada aplicação em causa, devido aos conjuntos de parâmetros correspondentes. A principal diferença entre esta tecnologia e a tecnologia algorítmica é a interpretação em tempo real da situação e, com base nisso, o impacto dinâmico do conjunto de parâmetros selecionados. Os parâmetros individuais dos conjuntos de parâmetros selecionados já não são estáticos; são modificados de acordo com os sinais dos sensores. O campo de aplicação do detetor é aumentado, o que é equivalente a uma dinâmica de deteção maior. Em caso de incêndio, um detetor baseado na ASATECHNOLOGY™ responde de forma mais sensível. Em caso de engano, é mais robusto do que um detetor usando o tecnologia algorítmica. O resultado, é uma deteção de incêndio sem precedentes, combinado com uma imunidade inimitável ao engano.

### 6.3.3. Detetores de fumo do tipo pontuais

Os detetores de fumos do tipo pontuais são utilizados em áreas onde se espera que os incêndios incipientes produzam fumo e onde poucos ou nenhuns fenómenos enganosos possam ocorrer. Os detetores de fumo de luz difusa são particularmente adequados para a deteção de partículas de fumo na luz, enquanto que o vigor dos detetores de fumo por ionização reside na deteção de pequenas partículas de fumo escuras. Como é utilizada uma fonte de radiação radioativa e devido aos problemas resultantes da eliminação, os detetores de ionização são utilizados cada vez com menos frequência.

As áreas típicas para aplicação dos detetores de fumo do tipo pontuais são:

- Locais onde é proibido fumar;
- Hospitais e lares de idosos;
- Escritórios;
- Museus e salas de exposição
- Salas de armazenamento de papel, eletrônicos de consumo, etc
- Instalações de produção de produtos eletrônicos;
- Salas de computadores/*datacenters* (em combinação com um sistema de aspiração);
- Salas de comunicação.

A figura 9 mostra um detetor ótico de fumos.



Figura 9. Detetor ótico de fumos

### 6.3.4. Detetores térmicos do tipo pontuais

Os detetores térmicos do tipo pontuais são utilizados em áreas onde a incêndios incipientes geram muito calor. Os detetores térmicos somente devem ser utilizados em áreas, onde existem fenómenos relacionados com o processo de fenómenos enganosos, tais como concentrações de aerossóis intensivos que tornam a utilização de outros detetores impossível.

As áreas de aplicação típicas para detetores térmicos do tipo pontuais são:

- Cozinhas de cantinas com tetos baixos
- Interligação em instalações de refrigeração, onde existe uma névoa que é produzida pela condensação
- Salas de armazenamento de líquidos combustíveis, produzem pouco fumo em caso de incêndio (principalmente em combinação com detetores de chama)

A figura 10 mostra um detetor térmico.



**Figura 10. Detetor térmico**

### 6.3.5. Detetores multisensor do tipo pontual

A utilização dos detetores de incêndio multisensor é porque detetam simultaneamente fumo e o constante aumento do calor. Devido à interligação inteligente dos sinais no sensor, tais detetores são caracterizadas por deteção precoce e altamente fiável do incêndio.

Eles são aplicados em todas as áreas onde a deteção precoce e elevada resistência aos fenómenos enganosos são de maior importância.

As áreas de aplicação típicas para os detetores de incêndio multisensor são:

- Escritórios, salas de conferência, quartos de hotel, restaurantes, etc, onde é permitido fumar;
- Quartos com *kitchenettes* em lares de idosos;

- Salas de produção, onde podem ocorrer fenómenos enganosos;
- Instalações de estacionamento para veículos a motor ou locomotivas diesel;
- Todos os tipos de edifícios de armazenamento (indústrias de abastecimento de alimentos e animais, instalações de refrigeração);
- Cozinhas de cantinas com tetos mais altos do que 3m;
- Discotecas e outros centros de eventos em que os aerossóis artificiais podem ser libertados.

A figura 11 mostra um detetor multicritério.



**Figura 11. Detetor multicritério**

### 6.3.6. Detetores lineares de fumos

Os detetores lineares de fumo são utilizados em áreas em que se espera que os incêndios incipientes produzam fumos e onde detetores de fumos do tipo pontual não podem ser utilizados.

As áreas de aplicação típicas para detetores lineares de fumos são:

- Espaços muito altos (átrios, hangares);
- Grandes salões em que a manutenção dos detetores do tipo pontual seria mais difícil ou mais cara do que o de detetores lineares de fumo;
- Áreas operacionais com forte risco de sujidade dos detetores do tipo pontual (serrações);

- Edifícios históricos em que os detetores pontuais não são desejados por razões estéticas.

A figura 12 mostra um detetor linear de fumos.



**Figura 12. Detetor linear de fumos**

### 6.3.7. Detetores de fumo por aspiração

Os detetores de fumo por aspiração são utilizados sempre que os incêndios produzam fumos e devam ser detetados o mais cedo possível, sendo que os detetores do tipo pontuais não são muito insensíveis ou não são suficientemente robustos contra a sujidade.

As áreas de típicas de aplicação para os detetores de fumo por aspiração são:

- Espaços com uma elevada concentração de propriedade valiosa onde mesmo pequenas concentrações de aerossóis devem ser detetadas (espaços de servidores, instalações de produção de chips);
- Salas muito altas onde a concentração de fumos abaixo do teto é fortemente diluído devido ao grande volume (átrios, hangares);
- Grandes salões em que a manutenção dos detetores do tipo pontual seria mais difícil, ou onde os detetores do tipo pontual seria essencialmente mais caro do que a deteção de fumos por aspiração;
- Áreas onde os detetores do tipo pontual são propensos a sujidade operacional (instalações de reciclagem, indústria de veículos pesados);

- Locais onde fortes fenómenos enganosos, tais como a previsão de condensação da humidade (áreas de entrada das instalações de refrigeração);

- Edifícios históricos em que os detetores de pontuais não são aconselhados por razões estéticas;

- Áreas com maior risco de vandalismo (Ex. prisões).

A figura 13 mostra um detetor linear de fumos.



**Figura 13. Central de aspiração**

### 6.3.8. Os detetores de chamas

Os detetores de chamas são utilizados em áreas onde chamas podem ocorrer muito rapidamente e na monitorização de grandes áreas abertas.

As áreas de aplicação típicas para detetores de chama são:

- Instalações de armazenagem de combustíveis líquidos;
- Armazéns abertas ou plataformas de carga;
- Áreas de tanques de óleo ou combustíveis;
- Oficinas de pintura;
- Bancos de ensaio de motores;
- Instalações de reciclagem.

A figura 14 mostra um detetor de chamas.



**Figura 14. Detetor de chamas**

## 7. Conclusão

Para se avaliar um sistema de deteção de incêndio, a qualidade requerida em relação ao comportamento de deteção e a confiabilidade da deteção deve ser claramente a prioridade. Só desta forma pode o objetivo da proteção definida ser alcançada, definindo o grau necessário de segurança pessoal, danos mitigação sobre imóveis e bens, bem como a limitação de interrupções operacionais e danos ambientais.

A facilidade de utilização, funções e integração adicional num sistema super coordenados são aspetos adicionais que devem ser tomados em consideração e para a avaliação. Com estes pontos, os custos adicionais que incorrem, na melhor das hipóteses, tem de ser comparados com o aumento de produtividade que podem ser atingidos. Esta pode estar sob a forma de ganhos de tempo, por exemplo, por uma melhor visão geral do sistema ou maior flexibilidade.

Durante a fase de projeto, é praticamente impossível determinar exatamente os custos totais de um sistema de deteção de incêndio. O resultado pode ser mais ou menos preciso, dependendo como os diferentes aspetos são considerados. É importante que a determinação dos custos globais, para além dos meros custos de aquisição, se leve em conta a manutenção, a extensibilidade e os custos de extensão, bem como possibilidades de modernização.

Uma vida útil mais longa já levou a uma excelente rentabilidade, para muitos sistemas de deteção de incêndio, apesar de seus custos de aquisição serem inicialmente mais elevados.

É obrigatório ter em consideração esses fatores, para que uma avaliação mais ou menos correta possa ser efetuada. Só assim podem os custos globais ser determinados com a maior precisão possível, o que deve ser um pré-requisito para a escolha do sistema mais eficiente em termos de custos a longo prazo. Investir num sistema de deteção de incêndio com deteção de alta confiabilidade, alta flexibilidade e modernização conceito bem pensado paga-se.

## Investimento inteligente paga-se!

## 8. Referências bibliográficas

- [1] Gustav Hamilton: This is Risk Management, page 21
- [2] 10 years average according to the building insurance of the canton of Zurich, Switzerland, 2003
- [3] The Geneva Association Risk & Insurance Economics, Geneva: World Fire Statistics 2003, page 5
- [4] The Geneva Association Risk & Insurance Economics, Geneva: World Fire Statistics 2003, page 4
- [5] According to the German vfdb, "Arbeitsgruppe Brandforschung", total cost of German fire damages is higher than 6 billion €
- [6] German FVLR, "Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA", D-32758 Detmold: "Brand Aktuell", No. 16/03
- [7] E.g.: US property insurer Allendale Mutual and FVLR, „Fachverband Lichtkuppel“, "Lichtband und RWA", "Brand Aktuell", Nr. 16/03
- [8] Report No. 9, International Technical Committee for Preventive Fire Protection and Extinguishing

S+

SCHMITT+SOHN  
ELEVADORES

# ELEVADORES

O elevador modificou a arquitectura. E a arquitectura por sua vez inspirou-nos a criar um design inovador. Claro na forma e na função. Qualidade máxima para uma arquitectura exigente.



[www.schmitt-elevadores.com](http://www.schmitt-elevadores.com)



## MANUAL DE BOAS PRÁTICAS PARA CADASTRO DE IP

Nos últimos meses o CPI (Centro Português de Iluminação) tem realizado uma série de seminários, por todo o País, para divulgar o seu último documento, recentemente impresso, "Manual de Boas práticas para Cadastro de IP".

É pertinente perguntar porque é que havendo iluminação pública há mais de 100 anos em Portugal, se lembra agora o CPI da criação de um "Manual de Boas práticas para Cadastro de IP".

As razões para a criação de um documento sobre um tema aparentemente fácil e óbvio são muitas, como veremos mais adiante.

A crise económica que abraçou o país a partir de 2010 demonstrou que as opções políticas energéticas em Iluminação Pública (IP) não são sustentáveis face aos custos operacionais inerentes.

Neste sentido, e nesse mesmo ano, a Secretaria de Estado de Economia e Energia convidou-me para integrar um grupo de trabalho para a criação do Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública (DREEIP) com intuito de dotar os Municípios/Decisores de um instrumento que aponte para soluções sustentáveis do ponto de vista de eficiência energética na iluminação, independentemente da fonte ou da tecnologia utilizada.

Apesar de estar em vigor a portaria 454 de Maio de 2001 que no seu anexo 1 define níveis e uniformidade a projetar nas vias, a verdade é que as tecnologias, as tendências de projeto evoluíram, a maneira como encaramos o espaço urbano também, os utilizadores estão mais sensíveis à qualidade e eficiência de iluminação e a crise económica obriga-nos a repensar todo o sistema.

Terminado o DREEIP coube-me a mim a divulgação dos objetivos do mesmo, contando para o efeito com o apoio da RNAE e de vários Municípios.

No decurso destas conferências tive a oportunidade de contactar de perto com muitas entidades e ESE's que direta ou indiretamente, estavam à procura de soluções sustentáveis para sistemas de iluminação pública (IP).

Estes agentes em coordenação com as entidades responsáveis pela gestão dos sistemas de Iluminação Pública procuravam recorrer a mecanismos de financiamento que lhes permitissem implementar algumas medidas de eficiência energética que visassem conduzir à redução de consumos energéticos na Iluminação Pública.

Os contactos permitiram verificar que, na maioria das situações, esses financiamentos quando avançaram foram afetos a investimentos avulsos ou em vias de, sem que as entidades gestoras efetuassem uma prévia avaliação do estado de conservação e operacional dos sistemas de Iluminação Pública, por forma a poderem descortinar quais as situações a corrigir e canalizar os investimentos para métodos e tecnologia de uma forma mais assertiva.

Algumas dessas entidades apresentavam, no decurso destas conferências, casos práticos de cadastros de IP pouco esclarecedores, para todos os gostos e feitios, quase todos sem atualização, portanto radiografias, com nº e tipos de atributos diferentes, mais ou menos precisos, não integrados num SIG, nalguns casos sem potência das lâmpadas, identificação dos modelos, estado de conservação dos equipamentos de IP, georreferenciados em alguns casos com recurso a GPS de navegação e não de aquisição, manejados por pessoas sem experiência e nalguns casos com equipas sem a presença de eletrotécnicos e de geógrafos.

Outros utilizavam o cadastro fornecido pela concessionária que, no meu entender, pode ser complementar mas não é suficiente como base para quem tem de gerir e decidir sobre um espaço urbano, pois este cadastro é realizado pela concessionária com atributos adaptados às suas necessidades de gestão de rede.

Constatei também que muitas das pessoas que andavam no terreno me punham questões que revelavam um grande desconhecimento do sistema de IP, nomeadamente geógrafos que me davam a conhecer a sua dificuldade em caracterizar o sistema elétrico de IP, o que é perfeitamente normal dada a sua especialidade e à necessidade de haver equipas multidisciplinares no terreno.



**Figura 1. Exemplo de excerto de um ortofotomapa de grande resolução**

Por outro lado, é bom lembrar que a maioria dos contratos de concessão acabam entre 2015 e 2021 e é necessário que as autarquias tenham o sistema de IP cadastrado para uma possível negociação em futuras concessões.

Resumindo, não sabemos quantos pontos de luz temos em Portugal, nem quanto ao tipo, funcional ou decorativa, potência, estado real de conservação, nem quanto à justificação da potência, localização ou até à própria necessidade de existirem em alguns locais.

Em muitos casos não sabemos o que está ligado à IP, como outdoors, cabines telefónicas, paragens de autocarro, etc. Foram-se ligando, ao abrigo de protocolos, mas não se registaram ou atualizaram.

Há circuitos IP ligados a armários de BT e sem contagem, há circuitos que englobam pontos de luz de dois municípios ou entidades diferentes embora a contagem pertença apenas a um deles.

Os cadastros que existem são insuficientes para um correto planeamento de um sistema IP eficiente e para planearmos, precisamos de conhecer o que existe, como existe e o porquê da sua existência.

Para que as entidades gestoras estejam municiadas de informação sobre o estado do seu sistema de IP é fundamental a existência de um Cadastro de Iluminação Pública, bem como a implementação de medidas e práticas que conduzam à sua permanente atualização, caso contrário o cadastro perderá toda a sua potencialidade como ferramenta base de gestão. A necessidade de uma atualização constante e articulada com todos os intervenientes no sistema deverá ser um procedimento a adotar entre as partes.

É neste sentido que o CPI sentiu a necessidade da elaboração deste documento, de modo a criar um Manual de Referência para as boas práticas a adotar na implementação de um Cadastro de Iluminação Pública.

Este documento tem como metas ajudar as entidades gestoras e demais atores neste processo na elaboração do Cadastro da Iluminação Pública, explicitando as metodologias e modelos de dados (organização, classes de objetos e atributos) que deverão ser contemplados.

Apenas com um cadastro da Iluminação Pública de qualidade e integrado será possível tomar medidas de gestão conscientes e conducentes a uma efetiva eficiência energética na Iluminação Pública.

Falando agora do manual, o CPI considera que a implementação de um Cadastro de Iluminação Pública deve obedecer aos seguintes objetivos:

- Ser uma fonte de informação credível e rigorosa;
- Dar a conhecer a infraestrutura a todos os níveis de operacionalidade;

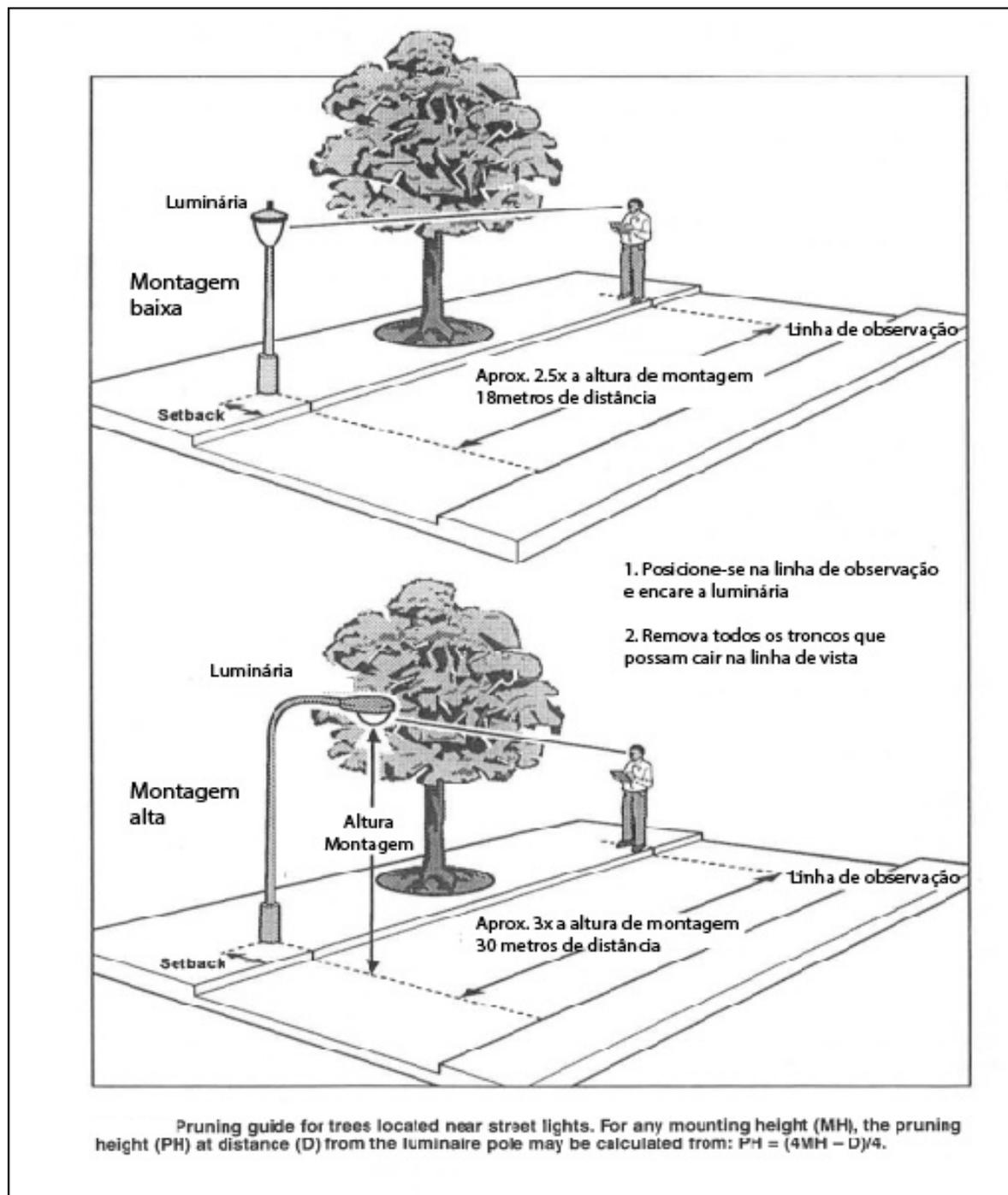


Figura 2. Exemplo de obstrução, que deve ser registrado no cadastro.

• Constituir-se como um suporte de dados e ferramenta de informação para diversas atividades que dependem de um cadastro rigoroso, nomeadamente:

- Planeamento e projeto;
- Análise e diagnóstico;
- Monitorização e avaliação de desempenho;
- Planeamento e ordenamento de território;

• Constituir-se como uma ferramenta para a gestão integrada dos sistemas de IP.

Para atingir tais objetivos, é importante interiorizar que um cadastro de IP tem que ter não só atividades de georreferenciação, como comumente é assumido, mas também de inventariação, numeração, identificação de elementos da rede e respetivas características técnicas, incluindo aspetos construtivos e de instalação, estado de conservação, modo de ligação, comportamento

Deste modo, a realização de um cadastro técnico de iluminação pública terá que passar por quatro componentes fundamentais, que são:

#### **Caracterização técnica**

- Caracterização da designação dos equipamentos e aparelhos – que inclui referências aos modelos, marcas, tipos, fabricantes, etc...
- Caracterização física dos equipamentos – que inclui formas, materiais, alturas, comprimentos, dimensões, etc...
- Caracterização de parâmetros energéticos associados aos equipamentos e instalações – que inclui potências, correntes, luminâncias, cor da luz, etc...

#### **Caracterização construtiva e de funcionamento**

- Caracterização do modo de instalação da rede – que inclui aspetos de natureza civil como assentamento/fixação dos apoios, o tipo de instalação dos circuitos (aéreos, subterrâneos,...), as características construtivas das instalações,...
- Caracterização do modo de estruturação da rede – que inclui a identificação dos circuitos e sua extensão, as características elétricas (potências, correntes e outros parâmetros),...
- Caracterização do modo de ligação da rede – que inclui a criação de parâmetros de relação entre os circuitos as instalações e os Pontos de luz,...
- Caracterização da função das entidades em relação ao espaço e o meio envolvente – que inclui as características associadas com a conjugação e interação com o meio (vias, zonas, caracterização funcional)...

#### **Caracterização do estado de conservação**

- Caracterização de aspetos relacionados com manutenção dos equipamentos e infraestruturas de rede – que inclui danos nos equipamentos, desgastes, obstrução,...

#### **Georreferenciação**

Posicionamento rigoroso dos elementos e equipamentos de rede, bem como todos os elementos que interagem com os sistemas de iluminação pública – que inclui a georreferenciação das instalações, pontos de luz, vias, limites de zonas..

Essas 4 componentes derivam de duas atividades fundamentais para a realização de um cadastro:

- Levantamentos de Campo
- Tratamento de dados

Uma vez concluído o trabalho de execução de cadastro, e para ser possível gerir adequadamente a Iluminação Pública, poderão ainda ser consideradas mais duas fases complementares:

#### **Fase 1 – Integração de informação proveniente de outros sistemas, nomeadamente:**

- Faturação e consumos registados;
- Sistemas automáticos de monitorização/medição implementados nas instalações: medições de parâmetros lumínicos, energéticos e do meio ambiental;
- Contratos associados à conservação e manutenção;
- Condições de segurança da rede.

#### **Fase 2 - Análise e diagnóstico da situação atual**

- Cruzamento da informação recolhida com a legislação vigente aplicável ao país em matéria de iluminação exterior, ou outra aceitável;
- Análise cruzada com outra informação integrada;
- Estudos de diagnóstico do sistema de IP.

Para um correto levantamento de campo, o CPI no seu manual define quais os atributos que deve ter uma equipa técnica e as características dos equipamentos que servirão de suporte a todo o levantamento de campo:

### Equipa técnica

Recomenda-se que as equipas que realizam os trabalhos de levantamento cadastral sejam multidisciplinares, capazes de reconhecer com facilidade os elementos da rede de Iluminação Pública e as diversas tipologias de equipamentos.

Essas equipas devem ter sensibilidade para o modo de funcionamento da rede elétrica, conhecimento das características elétricas e capacidade de manusear os diversos tipos de equipamentos de medição. Devem igualmente ser capazes de interpretar os resultados das medições, por forma a assegurar a fiabilidade dos dados recolhidos e oferecer a garantia de qualidade da informação cadastral.

Os elementos das equipas devem ser detentores de formação de base em segurança e riscos inerente a toda a atividade a desenvolver, para não colocarem em causa a sua integridade física e da instalação / sistema de Iluminação Pública, bem como a de terceiros.

Os levantamentos que impliquem medições e manobras em PT e armários deverão ser realizados por técnicos devidamente habilitados para trabalhos em tensão. Deverão estar igualmente munidos de equipamentos de proteção individual (EPI).

### Equipamentos

Para a realização dos trabalhos inerentes às atividades de tratamento de dados deverão ser disponibilizados os equipamentos e outros recursos informáticos compatíveis com os sistemas a utilizar, nomeadamente versões de software, capacidade de armazenamento de dados e ligações de rede sempre tal se justifique.

Nos equipamentos o manual subdivide duas categorias:

#### 1 - Instrumentos de Georreferenciação e medidas de distâncias

Os recursos e meios a utilizar para a georreferenciação das entidades podem ser vários, sendo que estes deverão garantir as precisões que geralmente estão associadas a cadastro de infraestruturas, que de uma forma genérica se enquadram nas escalas planimétricas entre 1:1000 e 1:2000

e cujas precisões recomendadas se situam nos 30cm.

São sugeridos os seguintes instrumentos:

- 1– GPS
- 2– Estação Topográfica Total
- 3– Base cartográfica existente
- 4– Distanciómetros

#### 2- Instrumentos de medida de parâmetros elétricos e lumínicos

Para obter valores reais em detrimento de valores por estimativa devem ser utilizados equipamentos de medição de parâmetros elétricos e lumínicos. Estes equipamentos deverão ser selecionados tendo em conta a sua adequação aos trabalhos a realizar e devem estar nas devidas condições de utilização e calibração nos termos das Normais Nacionais.

Neste contexto, os equipamentos fundamentais para a operacionalização dos trabalhos de aquisição de dados durante a atividade de campo serão:

- 1 – Multímetro;
- 2 – Luxímetro;

Como base de suporte às equipas responsáveis pela realização do cadastro o manual define uma série de entidades mínimas, etapas para o levantamento das mesmas, anexos que incluem registos fotográficos dos objetos a cadastrar, de modo a ajudar à caracterização e identificação dos mesmos e o anexo 5, que é um ficheiro Excel que serve de suporte ao levantamento no terreno e que deve ser descarregado do site do CPI: [www.cpi-luz.pt](http://www.cpi-luz.pt).

Finalmente, para se ter um cadastro atualizado e para que o mesmo constitua uma ferramenta fundamental e credível para as entidades gestoras de um sistema IP, o CPI considera que é necessária a criação de um gestor do sistema que fará a ponte com o concessionário, outros departamentos envolvidos na gestão do espaço urbano, equipas projetistas, etc.

Entende-se que para desempenhar esse papel a qualificação mais óbvia será a de alguém com grandes conhecimentos de eletrotecnia e luminotecnia mais concretamente um engenheiro eletrotécnico.

O CPI considera que um cadastro desenvolvido de acordo com o Manual permitirá:

- Um conhecimento aprofundado de toda a infraestrutura
- Diagnosticar e avaliar todo o sistema de IP
- Ter uma base de desenvolvimento para um plano diretor de IP
- Facilitar a introdução de sistemas inteligentes de gestão de IP
- Fazer com que a iluminação pública possa constituir um instrumento de desenvolvimento, conforto, segurança e atratividade de uma área, de uma cidade, ou de uma região, ao mesmo tempo que potencia a perceção ambiental e influencia o comportamento humano, de um modo eficiente.

O manual está à venda em versão impressa e pode ser encomendado através do site do CPI com um preço para sócios e outro para não sócios, incluindo já ambas despesas de envio.

Fizeram parte do grupo de trabalho que criou este manual os seguintes elementos: Alberto Van Zeller, Vice-presidente do CPI e coordenador do grupo; os geógrafos Hugo Jorge, Sandra Cunha e João Melo, António Gomes, da Divisão de IP da CM de Lisboa; Paulo Nogueira, da Adene; e José Carlos Teixeira, Professor Universitário e especialista em sistemas de integração e avaliação.



## Manual de boas práticas para cadastro da IP

Outubro 2013



## PRÉDIOS INTELIGENTES.

### GREEN BUILDINGS

**Resumo** - Este artigo apresenta alguns dos benefícios e a aplicabilidade da automação predial e residencial, cuja denominação atual é Domótica. Esta tecnologia permite a integração dos serviços e tecnologias, aplicados a residências, escritórios, flats, apartamentos e casas com o propósito de automatizá-los buscando sempre como resultado principal um maior conforto, economia de energia elétrica, redução no consumo de recursos hídricos, segurança dos usuários e um gerenciamento mais centralizado e efetivo, integrando todas as soluções de automação. Serão apresentadas as várias classes de aplicação para a criação dos chamados “prédios inteligentes”, assim como as diversas tecnologias desenvolvidas para esta finalidade.

Palavras Chave — Green building, sistemas automáticos de ambientes, supervisão remota.

#### 1. Introdução

Este trabalho realiza uma revisão sobre os principais assuntos relacionados à automação residencial, mais especificamente aplicada a prédios inteligentes (Green Building). Serão vistas também, revisões sobre as principais tecnologias utilizadas na construção destes edifícios.

A “Domótica” é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle / automação).

Quando a “Domótica” surgiu, nos anos 80, pretendia-se controlar a iluminação, climatização, a segurança e a interligação entre os 3 elementos [1].

Atualmente a automação residencial ainda é considerada de alto custo, principalmente para a classe média, onde soluções de automação residencial são consideradas artigos de luxo para a maioria das pessoas, diferente de classes mais privilegiadas, onde a automação anda sendo bem vista e

bastante utilizada em residências e edifícios com altos padrões de luxo, onde se aliam tecnologia, conforto e segurança[2].

A Automação, de uma forma geral, pode ser definida como a substituição do trabalho humano por uma máquina, ou seja, é o controle de uma máquina ou sistema de forma automática, com a mínima ou sem nenhuma intervenção do homem [1]. Automação também é um sinônimo de integração, ou seja, a junção de vários sistemas isolados de um ambiente (industrial, predial, residencial) em um único sistema. A definição de automação varia com esses ambientes, e desta forma, existem vários tipos de automação, entre os quais podemos citar: Automação Industrial, Automação Predial, Automação Residencial, Automação Comercial, Automação Bancária, entre outras [3].

Procurando aumentar a produtividade e qualidade de seus produtos, na década de 1960 o setor industrial começou a desenvolver máquinas para executar tarefas que até então eram executadas pela mão humana. Porém, tais máquinas eram dotadas de uma infinidade de relés e fios, que acabavam se tornando um grande problema, pois se tornavam sistemas altamente complexos e de difícil manutenção. A fim de eliminar essa infinidade de relés e fios, em 1968, *Richard Morley*, engenheiro da Indústria *General Motors*, cria um sistema capaz de resolver tal problema. Nasce então, o primeiro CLP da história, um sistema que tinha como especificação permitir a flexibilidade e facilidade de montagem em máquinas, manutenção facilitada, ser totalmente programável e uma total adaptação ao ambiente industrial [KOPELVSKI, 2010]. Segundo Paulo Henrique Pinto, consultor na área de automação industrial, o Controlador Lógico Programável – CLP – nasceu dentro da *General Motors*, em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle dos painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Tais mudanças implicavam em altos gastos de tempo e dinheiro [PINTO, 2008].

Com o crescente avanço tecnológico e a consolidação da automação industrial, o comércio foi o próximo seguimento contemplado com as tecnologias de automação na década de 1980. Inicialmente, a automação começou a ser implantada em edifícios comerciais - edifícios dotados de sistemas automatizados destinados ao controle de ar condicionado, controle de acesso, segurança patrimonial e ao atendimento de serviços de comunicação. Estes edifícios começaram a ser chamados de Edifícios Inteligentes e conseqüentemente a automação passou a se denominar de Automação Predial [PINHEIRO, 2004].

## 2. Objetivos

A automação residencial está dividida em três graus ou classes de integração, que podem determinar o grau de automação de uma edificação:

- a) Classe 1 – Sistemas Autônomos;
- b) Classe 2 – Sistemas Integrados;
- c) Classe 3 – Sistemas Complexos.

Classe 1: São sistemas capazes de executar um controle liga e desliga de um dispositivo ou subsistema de forma autônoma, através de uma configuração pré-definida em seu controlador e não possuem a capacidade de comunicação com outros dispositivos ou subsistemas existentes na mesma instalação. Como esse sistema é independente, cada

equipamento tem seu controle próprio, não existindo assim a possibilidade de se inserir controles avançados como mudar canais de uma televisão ou faixas em um *CD-Player* [4].

Classe 2: São sistemas que possuem centrais de controle. Múltiplos subsistemas de automação são integrados a um único controlador, permitindo a comunicação entre dispositivos e assim o controle e gerenciamento de toda sua residência que, por exemplo, pode ser feito através de uma IHM em um ponto específico da casa. Este tipo de sistema permite a integração e uma ampla gama de benefícios aos usuários, garantindo máxima eficiência no aproveitamento dos recursos utilizados [4].

Classe 3: São sistemas capazes de executar funções que há pouco tempo pareciam ser futuristas, como por exemplo, controlar e gerenciar toda residência através de um computador ou telefone celular que tenha acesso a *Internet*. Nesse tipo de sistema, se torna possível a integração de todos os subsistemas de uma residência, como *Home Theater*, sinais de áudio e vídeo de vários ambientes, cenários de iluminação, condicionamento de ar e climatização, entre outros. Sendo assim, para que haja total integração, de uma forma simples e com o menor custo possível, é necessário prever todo o cabeamento da residência antes de sua construção, ou seja, ainda em fase de projeto [4].

**Tabela 1. Tecnologias sem fio e características associadas.**

Tecnologia	Serviços	Área de cobertura	Limitações/ Custo	Exemplo
Celular	Voz e dados através de telefones portáteis	Contínua	Largura de banda muito baixa	Telefones celulares, PAD's e Palm Pilots
WLAN	LAN tradicional com interface sem fio	Somente ambientes locais	Alcance limitado	NCR's Wave LAN e ALTAIR
GPS	Determina posição tridimensional e velocidade	Qualquer lugar do mundo	Custo elevado	GNSS, NAVSTAR e GLONASS
PC por Satélite	para mensagens	Quase todo o mundo	Custo elevado por caracter	Iridium e Teledesic
Redes Ad Hoc	Grupo de pessoas que compartilham dados	Similar a LAN	Alcance limitado	Bluetooth
Redes Sensores	Sensores pequenos sem fio	Pequena	Alcance limitado	Plantas de fábricas, robótica

Visando a automação predial, o foco de classe a se utilizar é a classe 3, contudo existem sistemas que podem utilizar a classe 2 e a classe 1. E existem alguns casos especiais onde podemos encontrar sistemas que foram construídos com suporte a mais de uma classe, aumentando a robustez do sistema.

Na computação móvel sem fio o usuário tem acesso contínuo às informações através de uma rede específica de comunicação. Sendo apropriado para situações onde não se podem ter conexões físicas com fios e se faz necessário o acesso imediato à informação.

Existem variadas tecnologias sem fio. As principais e suas características estão listadas na tabela 1. Esta tabela descreve a existência de diferentes tecnologias, e as variações de e desempenho [5].

### 3. Materiais e Métodos

A construção de um prédio inteligente envolve a automação da maior quantidade de sistemas possíveis. Portanto existem soluções para cada subsistema presente nestas edificações. Dentre as possibilidades destacam-se: gestão energética, controle da climatização, controle de consumo elétrico, gestão de tarefas, conforto, automatização do controle de luzes, automatização de sistemas/instalações/equipamentos, integração de diferentes equipamentos em um único, integração de dados, áudio, vídeo e voz, proteção patrimonial e pessoal, sistemas de segurança (câmeras, alarmes, etc), emergência médica e assistência à distância, abertura e fechamento de portas, janelas e cortinas, entre outras [6].

Este mercado vem crescendo desde a década de 90. Em 2007 foi feito um levantamento do panorama americano e uma estimativa mundial do potencial financeiro deste mercado. Como resultado foi concluído que existe um crescimento aproximado de 20% a cada ano, e que houve uma movimentação de aproximadamente 250 bilhões de dólares nos *EUA* e de 1 trilhão em todo o mundo. Com este volume financeiro grandes empresas entraram na disputa tecnologia.

Existem alguns padrões consolidados neste mercado, que desenvolvem soluções, como o home plug alliance, o x10 e diversos dispositivos que se utilizam de protocolos conhecidos como: RS232, RS485, CAN, FieldBus, Ethernet (Rede local), Wifi (Rede local), Bluetooth (Alguns hardwares) ... etc [7].

### 4. Metodologia

Ao contrário da crença popular os prédios inteligentes não são mais um item luxuoso e sim uma necessidade. Com o aumento da população mundial tem-se aproximadamente 80% das pessoas morando em grandes centros onde se encontra cada vez mais construções prediais de grande porte.

Um estudo feito em 2007 nos *EUA* aponta dados assustadores: Os prédios são responsáveis por 70% dos gastos de toda a energia produzida no país, consomem 40% de toda a matéria prima existente e são responsáveis por 32% da emissão de CO2 e outros gases poluentes.

Este panorama foi o impulsionador industrial para soluções de automação. Os *green buildings* como são conhecidos os prédios inteligentes, levam este nome não porque possuem soluções com relação ao meio ambiente e sim porque se utilizam de um vidro verde especialmente desenvolvido para melhor aproveitamento de luz externa e reflexão de calor, resultando em menor consumo energético em lâmpadas e ar condicionado. Este é o item principal para a automação predial e resulta em: passagem de 70% da luz externa e apenas 28% do calor. A figura 1 mostra um prédio com este vidro.



Figura 1. Vidro verde utilizado nos Green build.

Além deste item encontramos temos: Água: a água resultante do funcionamento de sistemas de ar-condicionado mais modernos é reaproveitada, assim como a água da chuva, para uso em irrigações e fontes. Energia: O gás natural, menos poluente que o diesel, move os geradores de energia que funcionam durante os blecautes. Ar: Computadores monitoram as variações de temperatura e ajustam o clima de cada ambiente de acordo com as previsões para diminuir o gasto de energia. Iluminação: Sistemas inteligentes preveem situações e controlam a intensidade da luz automaticamente. Quando um funcionário entra no prédio, o sistema o identifica e acende automaticamente as luzes das salas que serão utilizadas. Reciclagem: Além da coleta seletiva de lixo, prédios modernos utilizam compactadores para diminuir o volume produzido. Antichamas: Materiais antichamas são utilizados em janelas, pisos e móveis para diminuir as chances de acidentes. Rede: Câmaras instaladas nas entradas e nos acessos de cada andar formam o circuito integrado de TV, que grava a movimentação das pessoas e pode ser usado na investigação de crimes. Alarme: Alarmes de incêndio e sensores que detetam fumaça estão presentes e para garantir a segurança em caso de acidente. Espaço: As lajes entre cada andar ganham resistência para permitir a eliminação de colunas no ambiente de trabalho e o melhor aproveitamento de espaço. Adaptação: Pisos e forros modulares permitem que a configuração dos andares seja modificada de acordo com as necessidades, sem exigir reformas. Laser: O prédio é projetado para abrigar academias, restaurantes e áreas de lazer, reunindo diversos serviços em um mesmo lugar. Rede: A internet sem fio está presente não só nos ambientes corporativos, mas também em restaurantes e áreas de lazer. Conectividade: Elevadores mais modernos contam com telas de LCD que exibem vídeos e notícias, atualizadas em tempo real. Identidade: Cada usuário do prédio tem um registro no sistema que reconhece as áreas que a pessoa pode frequentar e programa ar-condicionado e iluminação de acordo com a rotina em questão.

## 5. Conclusão

Através da estrutura oferecida pelos prédios inteligentes é possível reduzir de forma muito significativa o consumo de energia elétrica de água, além de trazer benefício aos usuários destes prédios, benefícios estes relacionados a segurança e conforto.

O desenvolvimento da Domótica aplicada a construção de prédios inteligentes mostra-se como um processo irreversível e crescente, diante da demanda mundial para economia de energia elétrica e de recursos hídricos cada vez mais escassos.

## REFERÊNCIAS

1. Ribeiro, M. A. "Automação Industrial". 4ª. Ed. SALVADOR, Tek Treinamento & Consultoria LTDA, 1999.
2. Silva, I. V. F., Carvalho, S. S. "Domótica: uma abordagem sobre redes, protocolos e soluções microprocessadas de baixo custo." Ciência da Computação, UFPE.
3. Pinheiro, J. M. S. "Automação Predial". 2004
4. NETO, A. D. L.; MENON, R. O. "Monitoramento e Controle Residencial via Software" 2004.
5. R. Malladi e D. P. Agrawal (2003) "Current and future applications of mobile and wireless networks", Communications of the ACM, vol. 45, n. 10, p. 144-146.
6. "Exposure in wireless sensor networks: theory and practical solutions", Wireless Networks, Kluwer Academic Publishers, vol. 8, n. 5, p. 443-454.
7. W.B. Heinzelmann, A.P. Chandrakasan, H. Balakrishnan (2002) "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks" In IEEE Transaction on Wireless Communications, vol. 1, n. 4, p. 660-670.

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Alberto Van Zeller**

Curso de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Últimos 25 anos dedicados à especialização em iluminação, frequentando cursos e seminários promovidos pela IESNA e Lighting Research Center nos USA, últimos dos quais em Fevereiro deste ano em Sta Clara/California sobre tecnologia LED. Membro da Comissão Técnica Europeia de Normalização para Luminárias, Balastros, Lâmpadas e Condensadores (CTE34A,B,C e D), entre 1989 e 1994. Vice-Presidente para a área técnica do Centro Português de Iluminação (CPI). Membro da Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). Membro do Comité Espanhol de Iluminação (CEI). Membro do Grupo de Trabalho que elaborou o Documento de Referência de Eficiência Energética para Iluminação pública (DREEIP), sob coordenação do Ministério de Economia e Inovação (MEI). Consultor para a área de iluminação pública da Agência para a Energia (ADENE). Country manager do Grupo Indal em Portugal, entre 2000 e 2012.. Country manager da Aura Light em Portugal, desde 2012.



A Aura Light foi fundada em 1930 na Suécia e desenvolve e fornece, soluções de iluminação sustentáveis para clientes profissionais, permitindo-lhes reduzir os custos, o consumo de energia e o impacto ambiental.



**Diogo Maximino Ribeiro da Silva**

**1120105@isep.ipp.pt**

Aluno de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.



**Frederico Miguel Cardoso Rosa**

**frederico.rosa@siemens.com**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Politécnico de Leiria em 2005, formação em RCCTE pelo Instituto da Soldadura e Qualidade, em 2008, Pós Graduação em Gestão e Eficiência Energética pelo Instituto da Soldadura e Qualidade em 2009, *Executive Education Program: Silicon Valley Immersion pela University of San Francisco*, em 2012, MBA - *Master of Business Administration* pelo Instituto Superior de Economia e Gestão, em 2013.

Como experiência profissional de 2004 a 2008 na Siemens, Automation and Drives, como responsável de promoção na zona centro do país. De 2008 a 2010 na Honeywell Portugal, Honeywell Building Solutions, como responsável em Portugal pelo desenvolvimento de Soluções em Edifícios. Desde 2010, na Siemens SA, Building Technologies, como responsável pela rede de parceiros e gestor do canal de produto de deteção de incêndio e sistemas de gestão técnica, em Portugal.



**José António Beleza Carvalho**

**jbc@isep.ipp.pt**

Nasceu no Porto em 1959. Obteve o grau de B.Sc em engenharia eletrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, em 1986, e o grau de M.Sc e Ph.D. em engenharia eletrotécnica na especialidade de sistemas de energia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1993 e 1999, respetivamente.

Atualmente, é Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Diretor do Departamento.



**José Rodrigo Pereira**

**rodrigo.pereira@sapo.pt**

José Rodrigo de Oliveira Pereira, aluno da Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto, tendo conclusão prevista no ano letivo de 2013/2014. Desde abril de 2004 é trabalhador independente, sendo a área de intervenção principal a instalação, manutenção preventiva e corretiva de armazéns automáticos, também representando em Portugal o serviço técnico da aplicação informática WMS (*Warehouse Management System*) - PULises da empresa Catalã - SEIDOR SA.

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Manuel Maria Pereira de Azevedo**

**mpa@isep.ipp.pt**

Doutorado em Física, na área da Física do Estado Sólido pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Licenciado (Diplom-Physiker) em Física Aplicada pela Universidade de Duisburg-Essen na Alemanha, Professor Coordenador no Instituto Superior de Engenharia do Porto no Departamento de Física. Foi Professor Auxiliar Convidado na Universidade de Aveiro, Assistente Convidado na Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica do Porto, Bolseiro de Doutoramento da FCT (programa PRAXIS XXI), Diretor Geral da empresa Goosun, Lda, produtora de painéis fotovoltaicos em Santa Maria da feira e Diretor Técnico na empresa EARTHLIFE, SA, promotora de parques fotovoltaicos.



**Mário Fernando Soares de Almeida**

**marioalmeida06@gmail.com**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Finalista de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Ramo de Energia e especialização em Instalações Elétricas. Inscrito na Ordem dos Engenheiros. Certificado pela EIBA em sistemas de domótica KNX (siemens - instabus).

Sócio fundador da empresa TECNITRACE LDA, onde exerce funções de direção técnica e comercial desde 1991. Dirigiu diversos trabalhos técnicos de instalações de traçagem, instalações elétricas, de aquecimento e domótica, e de instrumentação e controlo de sistemas. Representante especialista em sistemas de Traçagem Elétrica da empresa FLEXELEC. Especializado em material de corte comando, proteção automação e domótica da SIEMENS, como técnico vendedor. Colaborou na empresa Alemã BARTEC, fabricante de material elétrico ATEX. Colaborou na empresa INAPAL, fornecedora de Armários de distribuição para a rede de BT da EDP. Trabalhou no gabinete de Projetos e Fiscalização de Obras na empresa PIBETA.



**Paulo Denis Garcez da Luz**

**garcez@utfpr.edu.br**

Graduação em Engenharia Industrial Elétrica - Eletrônica / Telec pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2001) e mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2008). Atualmente é professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Engenharia Biomédica, atuando principalmente nos seguintes temas: ambiente hospitalar, redes de sensores, monitoramento remoto e sistema de monitoramento em tempo real.



**Roberto Ribeiro Neli**

**neli@utfpr.edu.br**

Doutor em Engenharia Elétrica pela UNICAMP (2012) e mestre em Engenharia Elétrica pela UNICAMP (2002). Possui graduação em Engenharia Eletrônica e atualmente é professor de microeletrônica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Circuitos Elétricos, Magnéticos e Eletrônicos, atuando principalmente nos seguintes temas: sensor, bolômetro sem resfriamento, infravermelho e microeletrônica. Tem experiência na área de refrigeração e controle de sistemas refrigerados.



**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.

## DADOS SOBRE CONSULTAS DA REVISTA:

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

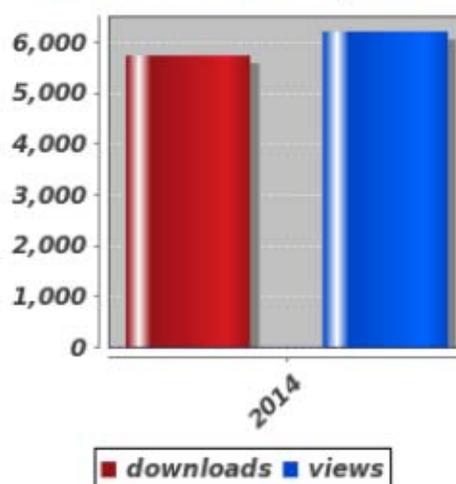
### Visualização de páginas por país

Portugal	10669
Brasil	774
Estados Unidos	423
Alemanha	201
Angola	94
Rússia	88
Andorra	50
França	49
Reino Unido	46
Espanha	38

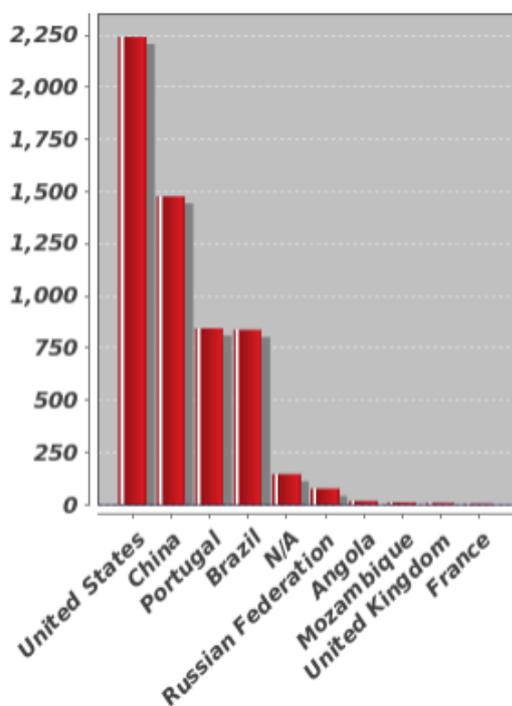
**RECIPP** | REpositório Científico do Instituto Politécnico do Porto



Downloads e Consultas por ano



Downloads por país (top 10)



Consultas por país (top 10)

