

Ascensores

Optimização Energética

1. ENQUADRAMENTO

Segundo um estudo recente da União Europeia¹, o sector dos edifícios será responsável por cerca de 40% do consumo total de energia neste espaço geográfico.

Cerca de 70% do consumo de energia deste sector verificar-se-á nos edifícios residenciais.

Em Portugal, mais de 28% da energia final e 60% da energia eléctrica é consumida em edifícios.

Por forma a dar cumprimento ao Protocolo de Kyoto, no qual se definiu uma drástica redução da emissão de CO₂, a Comunidade Europeia emanou várias directivas que se relacionam directa ou indirectamente com a temática da utilização de energia.

As mais importantes são entre outras, a Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002 - “EPB - Energy

Performance of Buildings” (Desempenho Energético de Edifícios)², transposta parcialmente para o direito nacional pelo Decreto-Lei nº 78/2006 de 04 de Abril, e a Directiva 2005/32/CE de 06 de Julho de 2005 - “EuP - Energy Using Products” (Requisitos de concepção ecológica dos produtos que consomem energia)³.

Os ascensores não são referidos explicitamente nestas duas directivas, quando se aborda a temática do aumento da eficiência energética.

Na Directiva EPB são referidos essencialmente equipamentos técnicos dos edifícios como sistemas de aquecimento, climatização e iluminação, bem como sistemas de isolamento térmico dos edifícios.

Na EuP, por sua vez, também não se indicam especificamente os ascensores, embora sejam referidos por exemplo motores eléctricos, que fazem parte integrante de um ascensor.

¹ Ver Directiva 2002/91/CE de 16.12.2002.

² O objectivo desta directiva passa pela promoção da melhoria do desempenho energético dos edifícios na Comunidade, tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais, bem como as exigências em matéria de clima interior e a rentabilidade económica. Esta Directiva estabelece requisitos em termos de:

- a) enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios;
- b) aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético de novos edifícios;
- c) aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação;
- d) certificação energética dos edifícios;
- e) inspecção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos.

O Decreto-Lei nº 78/2006 de 04 de Abril - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar (SCE), transpõe parcialmente para a ordem jurídica nacional esta directiva comunitária, tendo como finalidade assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas em:

- a) Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) - Decreto-Lei 80/2006 de 04 de Abril, e
- b) Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) - Decreto-Lei 79/2006 de 04 de Abril.

³ Esta directiva cria um quadro de definição dos requisitos comunitários de concepção ecológica dos produtos consumidores de energia com o objectivo de garantir a livre circulação destes produtos nos mercados internos.

Prevê ainda a definição de requisitos a observar pelos produtos consumidores de energia abrangidos por medidas de execução, com vista à sua colocação no mercado e/ou colocação em serviço. Contribui para o desenvolvimento sustentável, na medida em que aumenta a eficiência energética e o nível de protecção do ambiente, e permite ao mesmo tempo aumentar a segurança do fornecimento de energia.

Nota: a presente directiva não é aplicável a meios de transporte de pessoas ou mercadorias.

De acordo com um estudo da S.A.F.E – “Agência Suíça para a Utilização Eficiente da Energia”, realizado em 2005, os ascensores podem representar uma parte significativa do consumo de energia num edifício (o consumo energético de um ascensor poder representar em média 5% do consumo total de energia de um edifício de escritórios). Na Suíça estima-se que o somatório do consumo de energia dos cerca de 150.000 ascensores instalados represente cerca de 0,5% do total de 280 GWh de consumo energético do país.

A redução do consumo de energia nos edifícios poderá ser obtida através da melhoria das características construtivas, reduzindo dessa forma as necessidades energéticas, através de medidas de gestão da procura, no sentido de reduzir os consumos na utilização e através do recurso a equipamentos energeticamente mais eficientes.

No preâmbulo da Directiva EuP refere-se que “a melhoria da eficiência energética – de que uma das opções disponíveis consiste na utilização final mais eficiente da electricidade – é considerada um contributo importante para a realização dos objectivos de redução das emissões de gases com efeito de estufa na Comunidade.”

Daí que seja importante estudar também a optimização energética de ascensores.

No presente artigo será apresentado um resumo do estudo sobre o consumo energético realizado a uma amostra composta por 20 ascensores eléctricos instalados pela Schmitt-Elevadores, Lda. em Portugal.

Para a determinação do consumo anual de energia a partir dos dados obtidos, foi utilizado um modelo, desenvolvido com base na norma alemã VDI 4707:2009⁴.

Com base nos dados obtidos foram então identificadas diversas hipóteses de optimização, que poderão e deverão ser implementadas.

2. O MODELO DE APOIO PARA A DETERMINAÇÃO DO CONSUMO ANUAL

Com o objectivo de desenvolver sugestões de optimização energética num dado ascensor já existente, com base no consumo energético medido, optou-se por recorrer à norma alemã VDI 4707:2009, publicada em Março de 2009 pela Associação dos Engenheiros Alemães (*Verein Deutscher Ingenieure*). É assim possível realizar uma avaliação e classificação universal e transparente da eficiência energética de ascensores, com base em critérios standardizados.

2.1 Objectivos da norma

1. Permitir uma avaliação e classificação universal e transparente da eficiência energética de ascensores, baseada em métodos de cálculo e teste dos seus consumos energéticos;
2. Disponibilizar a construtores civis, arquitectos, projectistas, empresas instaladoras e de manutenção de ascensores e a operadores um enquadramento que lhes permita incluir a procura de energia de ascensores na sua avaliação da eficiência energética do edifício e assim seleccionar os equipamentos mais adequados;
3. Servir de base para um *rating* energético de ascensores no âmbito da eficiência energética total do edifício, dando origem à elaboração de um certificado energético.

2.2 Âmbito da norma

A Norma VDI 4707:2009 aplica-se à avaliação e classificação de novos ascensores de pessoas e de cargas, quanto à sua eficiência energética. Pode igualmente ser utilizada para a:

- a. determinação da eficiência energética de ascensores já instalados;
- b. comprovação dos parâmetros fornecidos pelos fabricantes de ascensores;
- c. determinação do consumo energético estimado.

⁴ Para uma descrição mais detalhada consultar o ponto 2.

2.3 Valores característicos

A necessidade energética, isto é, o valor esperado de consumo de energia, calculado com base em determinadas premissas, pode ser caracterizada com base na:

1. Necessidade energética de *stand-by* e
2. Necessidade energética de manobra.

A necessidade energética de *stand-by* é a necessidade energética total do ascensor, quando este se encontra em modo *stand-by*, isto é, quando o sistema de tracção se encontra desligado.

Só serão consideradas as partes do equipamento eléctrico e os componentes que contribuem para a prontidão de reacção e de funcionamento do ascensor (por exemplo, a iluminação da casa de máquinas e da caixa do ascensor não são consideradas).

A necessidade energética de manobra é a necessidade energética total do ascensor durante a manobra para um ciclo de manobras previamente definido e com uma determinada carga específica.

O valor resultante da necessidade energética específica em $\text{mWh}/(\text{kg}\cdot\text{m})$ está relacionada com a distância percorrida em metros e com a carga nominal em kg.

A utilização de cargas distintas da carga nominal para cálculo da necessidade energética específica devem ser documentadas.

Estes valores de necessidade energética específica podem ser utilizados para comparar a eficiência energética de diferentes ascensores.

Dependendo dos valores de necessidade energética, os ascensores são divididos em classes de necessidade energética de *stand-by* e de manobra.

Estes dois valores de necessidade energética determinam a classe de eficiência energética do ascensor, dependendo da sua intensidade de utilização.

Existem sete classes de necessidade energética e de eficiência energética, representadas pelas letras A a G. A classe A representa a menor necessidade energética, e logo a melhor eficiência energética.

A necessidade energética global de um ascensor depende, para além da sua concepção, especialmente da sua utilização. Dependente do tipo de edifício, da utilização do ascensor e do número de passageiros, são definidas 5 categorias de utilização que diferem entre si devido ao tempo médio de manobra diário. Dependendo da parcela temporal entre a necessidade energética de *stand-by* e de manobra, podem ser calculadas várias classes de eficiência energética para as 5 categorias de utilização.

Na tabela 1 seguinte são apresentadas as 5 categorias de utilização, os tempos médios de manobra e de *stand-by*, bem como exemplos de ascensores que se enquadram nessas categorias.

2.4 Determinação das especificações e dos valores característicos

As necessidades energéticas de *stand-by* podem ser determinadas por medição ou pela soma dos valores de necessidades energéticas individuais, desde que suficientemente conhecidos.

As necessidades energéticas de *stand-by* são determinadas 5 minutos após a conclusão da última manobra.

As necessidades energéticas de manobra são determinadas para manobras de referência utilizando-se cargas individuais com referência à carga nominal de acordo com a seguinte tabela 2.

Tabela 1 - Categorias de Utilização

Categoria de Utilização	1	2	3	4	5
Intensidade de Utilização	Muito baixa	Baixa	Média	Elevada	Muito elevada
Frequência de Utilização	Muito rara	Rara	Pontualmente	Elevada	Muito elevada
Tempo Médio de Manobra (horas / por dia)	0,2 ($\leq 0,3$)	0,5 ($>0,3-1$)	1,5 ($>1-2$)	3($>2-4,5$)	6($>4,5$)
Tempo Médio de Stand-by (horas / por dia)	23,8	23,5	22,5	21	18
Tipo de Edifício e de Utilização	Edifício de habitação com até 6 apartamentos	Edifício de habitação com até 20 apartamentos	Edifício de habitação com até 50 apartamentos	Edifício de habitação com mais de 50 apartamentos	
	Pequeno edifício de escritórios e de serviços com pouco movimento	Pequeno edifício de escritórios e de serviços com 2 a 5 pisos	Pequeno edifício de escritórios e de serviços com até 10 pisos	Pequeno edifício de escritórios e de serviços em altura com mais de 10 pisos	Pequeno edifício de escritórios e de serviços em altura com mais de 100 m
		Pequeno hotel	Hotel de dimensão média	Grande hotel	
				Hospital de pequena ou média dimensão	Grande Hospital
		Ascensor de carga com pouco movimento	Ascensor de carga com movimento médio	Ascensor de carga integrado no processo produtivo com 1 turno	Ascensor de carga integrado no processo produtivo com vários turnos

As manobras de referência são constituídas pelo seguinte ciclo de manobra:

1. Início da manobra de referência com a porta do ascensor aberta;
2. Fechar a porta do ascensor;
3. Viagem para cima ou para baixo utilizando todo o curso do ascensor;
4. Abrir e fechar imediatamente a porta do ascensor;
5. Viagem para baixo ou para cima utilizando todo o curso do ascensor;
6. Abrir a porta;
7. Fim da manobra de referência.

As manobras de referência são somadas de acordo com o rácio temporal indicado na tabela 1.

Para ascensores com uma massa de contrapeso igual ao peso da cabina mais 40% ou 50% da carga nominal, ou para ascensores com uma massa de compensação inferior a 30% do peso da cabina ou para ascensores sem qualquer compensação, as manobras de referência podem ser

realizadas com uma cabina vazia.

Para corrigir os valores em relação ao espectro de cargas apresentados na tabela em cima, as necessidades energéticas de manobra determinadas com a cabina vazia são multiplicados pelos seguintes factores de carga:

- 0,7 para ascensores com contrapeso (peso da cabina mais 40% ou 50% da carga nominal);
- 1,2 para ascensores sem qualquer compensação ou com uma compensação até 30% do peso da cabina;

Nota: o factor de carga não é utilizado quando as necessidades energéticas de manobra são determinadas tomando por base o espectro de cargas indicado na tabela 2.

Tabela 2 - Espectro de Cargas

Carga em % da carga nominal	% de Manobras
0%	50%
20%	30%
50%	10%
75%	10%
100%	0%

As necessidades energéticas de manobra podem ser determinadas por medição ou pelo somatório de valores conhecidos de necessidades energéticas individuais.

As necessidades energéticas de manobra em Watt-hora (Wh) determinadas nas manobras de referência são divididas pela carga nominal da cabina e pela distância percorrida durante a manobra de referência. Para garantir uma boa qualidade de dados, as manobras de referência deverão ser realizadas diversas vezes.

As medições dos valores de consumo de energia devem ser feitas a seguir ao interruptor principal do circuito de potência e a seguir ao interruptor para os circuitos de iluminação.

A iluminação da casa de máquinas e da caixa do ascensor não serão consideradas, para a determinação do consumo de energia.

Dever-se-ão ter em conta também para efeitos de medição os circuitos eléctricos de interligação de ascensores em grupo, devendo-se somar esses valores aos consumos em stand-by (proporcionalmente para cada ascensor do grupo).

Para além dos circuitos e das cargas já mencionadas, podem existir ainda outros circuitos independentes para alimentar cargas necessárias para o funcionamento do ascensor (por exemplo aquecimento ou arrefecimento). Os valores de consumo de energia para estas cargas têm de ser igualmente determinados e documentados separadamente.

As medições devem ocorrer em condições reais de funcionamento do ascensor, não se podendo desligar quaisquer cargas, que normalmente estejam activas durante o normal funcionamento do ascensor.

As necessidades energéticas esperadas para operação de um ascensor podem ser projectadas calculando as necessidades energéticas por ano usando os valores de necessidade energética de *stand-by* e de manobra de acordo com a parcela temporal na categoria de utilização do ascensor, as

necessidades energéticas por dia e os dias de operação por ano.

Procedimento de cálculo:

1. Carga nominal Q em kg
2. Necessidade energética $P_{stand-by}$ em W
3. Necessidade energética $E_{manobra}$ em mWh/(kg.m)
4. Tempo de utilização $t_{manobra}$ em horas por dia
5. Distância percorrida $s_{nominal}$ em m durante o tempo de utilização por dia
6. $S_{nominal} = V_{nominal} \times t_{manobra}$ [1]

$$E_{stand-by} = P_{stand-by} \times t_{stand-by} \quad [2]$$

Obtém-se assim a necessidade energética diária:

$$E_{manobra} = E_{manobra,especifico} \times S_{nominal} \times Q \quad [3]$$

$$E_{dia} = E_{stand-by} + E_{manobra} \quad [4]$$

As necessidades energéticas nominais anuais são dadas por:

$$E_{Ano} = E_{dia} \times 365 \quad [6]$$

2.5 Necessidades energéticas e classes de eficiência energética

Ao ascensor é atribuído uma classe de necessidade energética tomando por base as tabelas 1 e 2, e de acordo com as necessidades energéticas de *stand-by* e de manobra.

As classes de eficiência energética para um ascensor são determinadas a partir dos valores de consumo de energia em *stand-by* e em manobra, projectando a potência em *stand-by* e a necessidade energética em manobra com os tempos médios de *stand-by* e viagem para a obtenção do consumo diário, de acordo com a tabela 1 e dividindo o valor obtido pelo número de metros percorridos e pela carga nominal.

Obtém-se assim a energia necessária total específica para o ascensor.

Para a atribuição das necessidades específicas de energia a classes de eficiência energética, os valores limite para a manobra e para as necessidades de *stand-by* pertencentes a uma mesma classe são combinados de acordo com as tabelas 3 e 4 utilizando-se a seguinte equação:

$$E_{Ascensor,max} = E_{manobra,max} + \frac{P_{stand-by,max} \times t_{stand-by} \times 1000}{Q \times v_{nominal} \times t_{manobra} \times 3600} \quad [7]$$

$P_{stand-by}$ deverá ser indicado em mW e $t_{manobra}$ em h.

Tabela 3 - Classes de necessidade energética – *stand-by*

Classes de necessidades energéticas – stand-by							
Potência /Output (W)	≤50	≤100	≤200	≤400	≤800	≤1600	>1600
Classe	A	B	C	D	E	F	G

Tabela 4 - Classes de eficiência energética - manobra

Classes de necessidades energéticas – manobra							
Consumo energético específico (mWh/(kg.m))	≤ 0,56	≤ 0,84	≤ 1,26	≤ 1,89	≤ 2,80	≤ 4,20	> 4,20
Classe	A	B	C	D	E	F	G

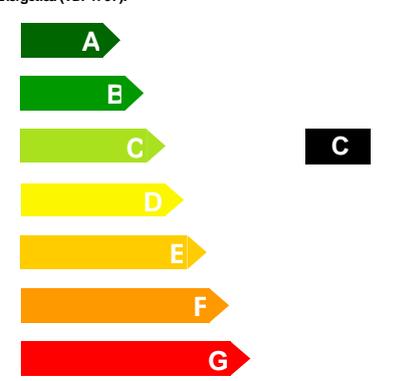
2.6 Certificado Energético

Os valores característicos poderão ser entregues pelo fabricante ao construtor ou utilizador do ascensor no âmbito de um orçamento. Se não foi indicada nenhuma categoria de utilização, o fabricante poderá apresentar valores característicos para diferentes categorias. Estes valores podem ser apresentados num certificado energético.

Na figura 1 apresenta-se um exemplo de um certificado energético para um ascensor já existente:

Certificado Energético para Ascensores segundo a norma VDI 4707 (Versão 03-2009)

SCHMITT+SOHN
ELEVADORES

Número Ascensor: VN106072 Tipo de Ascensor: Sem casa de máquinas, suspensão central Descrição: Edifício Douro Local de Instalação: Rua da Boavista, 232 Cód. Postal: 4150-322 Porto Carga Nominal: 630 kg Velocidade: 1,0 m/s Curso: 15,00 m Nº Pisos: 6		Dias utilização: 365 Factor de carga: 0,7		Classe de Eficiência Energética (VDI 4707): 	
Valores medidos: Potência em stand-by: 54,00 W Necessidade energética para uma manobra de referência seg. VDI 4707: 36,50 Wh		Necessidade Energética de Stand-by (VDI 4707): ≤ 100 W (Classe B) 414 kWh		Necessidade Energética de Manobra (VDI 4707): ≤ 1,89 mWh/(m.kg) (Classe D) 3357 kWh	
Intensidade de Utilização: elevada - elevada		Categoria de Utilização (VDI 4707): 4		Necessidades energéticas anuais nominais de circuitos independentes: 3771 kWh 365 Dias de operação por ano	
Tempo médio de Manobra (horas por dia): 3 (> 2 ... 4,5)		Tempo médio de stand-by (horas por dia): 21		Tipo de Edifício e de utilização típica: Edifício de habitação com mais de 50 apartamentos; Edifício de escritórios em altura com mais de 10 pisos; Grande Hotel; Hospital de pequena ou média dimensão; Ascensor de carga integrado no processo produtivo com um turno	

Certificado elaborado em

28-06-2009

por

Nome

Assinatura e carimbo da empresa

Figura 1 – O Certificado Energético

3. IDENTIFICAÇÃO DE HIPÓTESES DE OPTIMIZAÇÃO

Para se poderem adoptar as diferentes hipóteses de optimização que são em baixo propostas, ter-se-á de medir o seu impacto no consumo de energia, bem como determinar o seu impacto em termos económicos.

3.1 Ascensor em Stand-by

Diz-se no preâmbulo da Directiva Comunitária EuP que “como princípio geral, o consumo de energia dos produtos que consomem energia em estado de vigília ou desactivados deverá ser reduzido ao mínimo necessário para o seu funcionamento normal.”

O consumo em *stand-by* é provocado por vários sistemas do ascensor:

1. **O Comando do Ascensor:** mesmo com a máquina imobilizada, o autómato do ascensor está sempre activo para poder reagir de imediato a um qualquer comando do exterior. Paralelamente estará a controlar continuamente todas as seguranças do ascensor. O(s) transformador(es) normalmente utilizados têm perdas, apesar de não haver qualquer solicitação directa.

Solução: Após análise do padrão de tráfego do ascensor, desligar durante as “horas mortas”, algumas das funções do comando, introduzindo um modo sleep. Desta forma, será possível por exemplo selectivamente desligar alguns pisos do edifício – solução aplicável por exemplo num edifício de escritórios, que funciona em pleno apenas entre as 08.00 horas e as 20.00 horas. Poder-se-á desligar também algumas das funções de controlo e supervisão do comando. Ter-se-á, contudo, de admitir um tempo de reacção maior, quando durante o modo sleep ocorrer algum comando externo. Quanto aos transformadores, prevê-se a instalação de fontes de alimentação mais eficientes, por exemplo através da aplicação de componentes de electrónica de potência. Ambas as soluções estão já contempladas na última geração de comandos electrónicos, modelo Schmitt+Sohn Microtronic MC10.

2. **Os Displays nos patamares:** os sinalizadores, com indicação do piso em que se encontra momentaneamente o ascensor, bem como as setas de sinalização estão continuamente com as lâmpadas ou com os segmentos ligados.

Solução: Recurso a leds para os *displays* nos patamares e dentro da cabina, eliminando dessa forma as pequenas lâmpadas incandescentes. Todos os ascensores produzidos actualmente pela Schmitt-Elevadores possuem já esta solução implementada.

3. **Painel de botoneira de cabina:** situação idêntica à dos displays nos patamares, porquanto dentro da cabina também existem sinalizadores com indicação do piso em que a cabina se encontra no momento

Solução: ver ponto anterior.

4. **Variador de frequência:** quando o ascensor é dotado de um sistema de variação de frequência, o variador estará sempre activo, mesmo quando o ascensor não se encontra em movimento.

Solução: Após análise do padrão de tráfego do ascensor, temporizar um período da noite em que o variador de frequência é colocado em modo sleep. Num prédio de habitação, este período será tipicamente entre a 1.00 horas e as 6.00 horas da manhã. O variador ficará durante esse período em modo “sleep”, sendo reactivado quando ocorrer um comando externo. O tempo de reacção do ascensor, perante um comando externo será maior do que em modo contínuo de utilização. Consegue-se obter uma poupança de até 50% no consumo energético provocado pelo variador de frequência. Este sistema já se encontra implantado em todos os novos sistemas de elevação da Schmitt-Elevadores, Lda.

5. **Cortina fotoeléctrica ou célula fotoeléctrica:** sistema de protecção dos utentes, instalado na porta de cabina do ascensor.

Solução: Desligar o sistema de cortina fotoelétrica ou cortina fotoelétrica quando a porta de cabina se encontra fechada.

6. **Luz de cabina:** em muitos ascensores, principalmente em ascensores sem porta de cabina, a luz de cabina encontra-se permanentemente acesa, mesmo quando o ascensor não se encontra em movimento.

Solução 1: Eliminar a iluminação permanentemente acesa na cabina. Através de um temporizador, desligar a iluminação 3 minutos após a última manobra realizada.

Solução 2: Recurso a leds para iluminação da cabina, substituindo as lâmpadas fluorescentes, incandescentes ou de halógeno existentes. Estas lâmpadas led têm o mesmo formato das lâmpadas de halógeno ou das lâmpadas fluorescentes (leds em forma tubular).

7. **Motor da porta de cabina:** está constantemente em carga, para garantir que a porta de cabina se mantém fechada.

Solução: A porta de patamar manter-se-á fechada, mesmo que a porta de cabina não esteja em carga. Logo, poder-se-á desligar o motor da porta de cabina 2 minutos após a última manobra realizada. Desta forma o motor da porta de cabina deixa de estar permanentemente em carga e a consumir energia.

8. **Sistema de excesso de carga:** sistema electrónico que controla a carga máxima que pode entrar na cabina, estando continuamente ligado.

Solução: Desligar o sistema de excesso de carga 3 minutos após a última manobra;

9. **Extractor instalado no tecto da cabina:** quando o ascensor for dotado de um extractor, este poderá estar continuamente ligado.

Solução: Temporizar o extractor, isto é, ele só deverá ser activado quando a cabina iniciar uma manobra e deverá desligar-se 30 segundos após a última manobra.

10. **Sistema de comunicação bi-direccional:** desde 1998, com a introdução da Directiva Ascensores, é obrigatória a instalação de um sistema de comunicação bi-direccional entre a cabina do ascensor e uma central de atendimento permanente, 24 horas por dia, 365 dias por ano, para todos os ascensores instalados a partir dessa data.

Solução: dado se tratar de um sistema de segurança, recomenda-se que o sistema não seja desligado ou colocado em modo *sleep*. A poupança energética poderá ser obtida através da aplicação de sistemas com fontes de alimentação mais eficientes, o que já está a ocorrer nos novos sistemas da Schmitt-Elevadores, Lda.

3.2 Ascensor em movimento

Hipóteses para a redução do consumo de energia com o ascensor em movimento:

1. Modernização de ascensores existentes, através da substituição de máquinas com redutor (de 1 ou 2 velocidades) por máquinas sem redutor (*gearless*), mas com controlo por variação de frequência.
2. A aplicação de variadores de velocidade por variação de frequência em ascensores com sistemas de tracção por máquinas de 1 ou 2 velocidades permitirá uma redução (estimada pelos fabricantes de máquinas) de até 30% no consumo de energia. Paralelamente aumenta-se o conforto de utilização do ascensor (menores ruídos e menores vibrações), garante-se uma paragem mais nivelada ao piso e um menor desgaste mecânico do ascensor (os arranques e as paragens do ascensor são muito menos bruscas). Deverá recorrer-se a variadores de frequência de última geração (VEV – Variadores Electrónicos Regenerativos), que produzirão menores perdas.

3. Prever sistemas de reinjecção de energia gerada pela máquina na rede (Recuperação de Energia).

Um ascensor ideal deveria reinjectar na rede, em movimento ascendente, a mesma energia que consumiu anteriormente à descida (carga mínima e carga máxima, respectivamente, em ascensores eléctricos).

A relação energia reinjectada face à energia absorvida seria então de 1:1. Mas um ascensor real tem perdas devido à aceleração, à travagem, à paragem, aos atritos e ao próprio sistema de tracção. Esta energia não é recuperável. Assim, o grau de recuperação de energia (relação entre a energia reinjectada durante a viagem ascendente dividida pela energia necessária para ambas as manobras – subida e descida) não ultrapassa normalmente os 50%. Em ascensores de dimensões reduzidas o grau de recuperação de energia não ultrapassará os 30%. Logo, só fará sentido (do ponto de vista económico e energético) a instalação de um sistema de reinjecção em ascensores de grandes cargas e que realizem muitas manobras.

4. Recurso a comandos electrónicos, que adaptem o seu funcionamento a uma melhor gestão do tráfego, por exemplo, através do funcionamento em grupo.

Em edifícios de habitação, com dois ou mais ascensores numa mesma caixa instalados antes dos anos 90, tipicamente cada ascensor funciona em autonomia. Através da modernização do comando, mediante a instalação de um comando electrónico em grupo, será possível fazer a gestão de funcionamento da bateria. Desta forma será enviado apenas um ascensor de cada vez a cada solicitação, colocando-se em movimento o ascensor que se encontrar mais próximo do local onde foi enviado o comando externo. A avaliação do padrão de tráfego poderá ser feita no próprio ascensor ou por um sistema de gestão de tráfego centralizado no edifício, quando este tem vários ascensores instalados.

Este sistema de gestão de tráfego disponibilizará então o(s) ascensor(es) necessário(s), otimizando o número de manobras a realizar pelos ascensores e distribuindo os passageiros a transportar pelos diferentes ascensores existentes no edifício.

3.3 Outras acções

Apresentam-se em seguida outras acções, que embora não estando relacionadas directamente com o funcionamento do ascensor, permitirão uma redução do consumo de energia no edifício e não só especificamente no ascensor:

1. Instalação de luminárias de baixo consumo na casa de máquinas do ascensor (quando esta existir);
2. Instalação de luminárias de baixo consumo na caixa do ascensor;
3. Sistema de arrefecimento da casa de máquinas controlado por termóstato;
4. Sistema de ventilação forçada da caixa do ascensor controlado por termóstato, para minimizar as perdas caloríficas;
5. Instalação de luminárias de baixo consumo nos patamares, podendo o seu accionamento ser comandado por sensores de movimento;

4. CONCLUSÕES

4.1 Conclusões Gerais

Em termos gerais é possível extrair as seguintes conclusões:

1. A concepção de ascensores eficientes em termos de energia contribuirá para um menor impacto ambiental;
2. Para se atingir o objectivo universal de utilização racional de energia (eléctrica) num edifício, não se deverá

analisar apenas a eficiência energética, mas também o balanço energético. Assim, no caso dos ascensores, dever-se-á ter em conta, para além do período de operação, também o fabrico e a manutenção dos mesmos, o fornecimento de matérias-primas, bem como a sua reciclagem: a análise do ciclo de vida do produto.

3. A norma VDI4707:2009 apenas analisa a eficiência energética de ascensores. Contudo, para a avaliação da eficiência energética do sistema “edifício com ascensor(es)” dever-se-ão considerar ainda outros critérios (não abrangidos pela referida norma), como por exemplo as perdas caloríficas através da ventilação (obrigatória) da caixa do ascensor.
4. Verificou-se que a temática da eficiência energética é ainda pouco explorada pela indústria de ascensores, seja através da incorporação nos ascensores das novas tecnologias já disponíveis em outras aplicações, seja através da divulgação de informação relevante em termos do desempenho energético dos equipamentos comercializados. Existem ainda muito poucos estudos realizados neste âmbito na Europa, com uma notável excepção da Suíça que tem vindo a patrocinar, através de uma organização estatal (a SAFE - *Swiss Agency for*

Efficient Energy Use), vários estudos sobre a eficiência energética de ascensores;

5. Verificam-se diversas barreiras à adopção de ascensores eficientes em termos energéticos:
 - a) O Comprador e o utilizador do ascensor não têm interesses coincidentes: Na grande maioria das situações, o ascensor não é fornecido directamente ao cliente final, mas a uma empreiteiro geral que o incorpora no edifício. Este orienta-se fundamentalmente pelo preço de aquisição do ascensor e não pelos custos de energia eléctrica e de operação que este venha a provocar no futuro, que será sempre suportado pelo utilizador.
 - b) Em edifícios existentes, ocorre uma grande resistência à incorporação de novos componentes que possam por em causa a operação e a disponibilidade dos ascensores existentes. Em novos edifícios é mais fácil incorporar as novas tecnologias.

Pelo que se recomenda uma sensibilização do cliente final bem como de projectistas (arquitectos e gabinetes de engenharia).

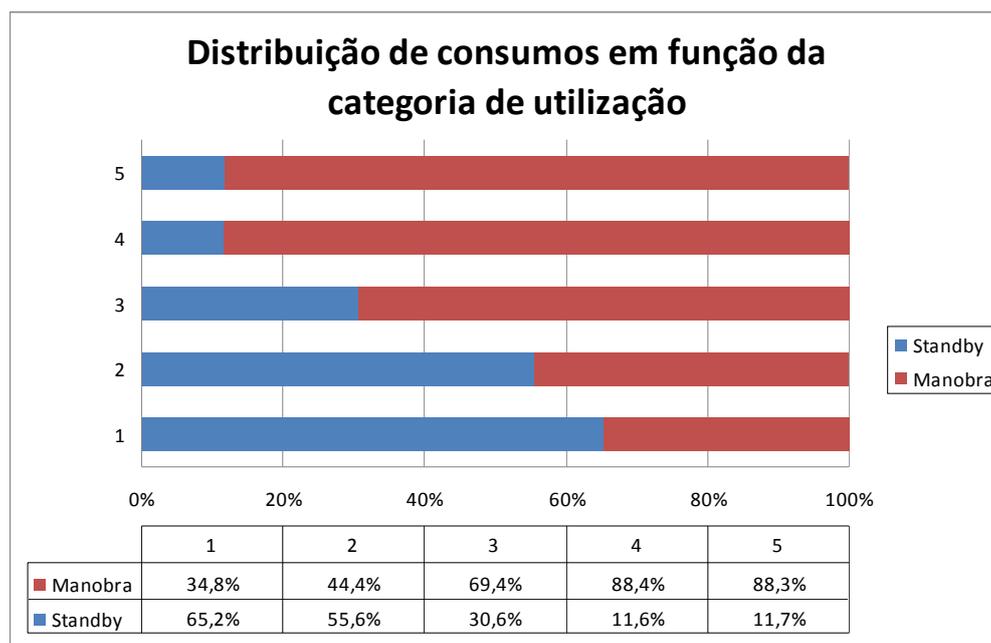


Figura 2 – Distribuição de consumos anuais em função da categoria de utilização

6. Recomenda-se que o consumo energético dos ascensores seja considerado também no âmbito do Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) – Decreto-Lei 79/2006 de 04 de Abril. Dessa forma existiria desde logo uma maior atenção na fase de projecto por parte dos projectistas relativamente à aplicação de ascensores eficientes energeticamente, para que pudessem ver aprovado o seu projecto.

4.2 Conclusões Específicas

A partir do estudo da amostra de 20 ascensores eléctricos é possível identificar as seguintes conclusões:

1. O consumo do ascensor em *stand-by* (estado em que se encontra o ascensor quando não está em movimento, ascendente ou descendente), pode variar entre 12% e 65% do consumo total de energia anual do mesmo ascensor, em função da categoria de utilização do mesmo.

Do gráfico é possível concluir que quanto menor for a categoria de utilização, mais relevante se torna o consumo energético de um ascensor em *stand-by* ao longo de um ano, pelo que o investimento a realizar na melhoria da eficiência energética se deve concentrar em todas as medidas que possam reduzir o consumo em *stand-by*. Assim, para a categoria de utilização 1 (intensidade de utilização muito baixa e frequência de utilização muito baixa) a que corresponde, por exemplo, um edifício de habitação (que representará a situação com o maior número de ascensores instalados em Portugal), o consumo anual de energia em *stand-by* representa 65% do consumo energético total do ascensor. Por outro lado, quanto maior for a intensidade de utilização e a frequência de utilização, maior é o consumo energético durante a manobra. Na categoria de utilização 5 (correspondente a um grande hospital ou um grande edifício de escritórios) valerá a pena concentrar os esforços de investimento em melhorias no desempenho energético das máquinas de tracção e em

sistemas de reinjecção de energia: o consumo em *stand-by* representa “apenas” cerca de 12% do consumo total.

2. Do total dos 20 ascensores eléctricos estudados apenas 2 apresentam uma classe de eficiência energética “A”. São precisamente os 2 ascensores que são equipados com máquinas com redutor, mas com apenas uma velocidade e sem velocidade variável por variação de frequência. Estando numa categoria de utilização “1”, ambos os ascensores têm um baixo consumo de *stand-by*. Contudo do ponto de vista do conforto, da segurança – devido ao facto de terem uma máquina com apenas uma velocidade, não se consegue uma paragem nivelada ao piso, havendo normalmente um degrau à saída da cabina – do ruído (actuação dos contactores e dos travões) e do desgaste do material recomendar-se-ia a substituição da máquina e a aplicação de um sistema de variação de velocidade por variação de frequência.
3. Do estudo realizado, pode-se concluir ainda que é muito difícil, se não impossível, atingir a classe de eficiência energética “A”, em ascensores com categorias de utilização de 1 a 3. Para as categorias mais elevadas só se conseguirá atingir a classe de eficiência energética “A”, recorrendo a um sistema de reinjecção de energia.
4. Para além da avaliação da optimização energética deverá ser realizada também a avaliação económica. Para a grande maioria das situações estudadas o investimento só se amortiza passados mais de 5 anos, pelo que a realização desse investimento fará sentido quando se pretender modernizar o equipamento (por fadiga dos materiais, por exemplo) ou como forma de aumentar o conforto, a segurança e diminuir o ruído e o desgaste do ascensor, ou por alguma imposição legal.
5. Estima-se que em Portugal, dos cerca de 120.000 ascensores instalados, cerca de 90% ainda foram instalados com tecnologias menos eficientes do ponto de vista energético, pelo que existe um grande potencial de poupança no consumo de energia eléctrica.

6. Os resultados obtidos poderão contribuir para a formação de um critério de qualidade para ascensores e para a sua operação, e dessa forma para uma gestão sustentável.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] ALMEIDA, Aníbal, PATRÃO, Carlos, FONSECA, Paula, MOURA, Pedro – Manual de boas práticas de eficiência energética. Lisboa, ISR – Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores Universidade de Coimbra e BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2005.
- [2] BARNEY, Gina – Elevator Traffic Handbook – Theory and Practice. Nova Iorque, Spon Press, 2003. ISBN 0-415-27476-1.
- [3] BOLLA, Mario – Verbesserung der Energieeffizienz von Aufzügen und Förderanlagen durch Entwicklung eines Neuartigen Frequenzumformers – Jahresbericht 2007. Seftigen, Bundesamt für Energie, Suíça, 2007.
- [4] CASTANHEIRA, Luís; BORGES GOUVEIA, Joaquim – Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Porto, Spi – Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004. ISBN 972-8589-45-X.
- [5] CÓIAS, Vítor; FERNANDES, Susana – Reabilitação Energética dos Edifícios: Porquê? Oz – Diagnóstico Levantamento e Controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda, 2006.
- [6] KÜNTSCHER, Dietmar – Energiesparende Aufzugsysteme – Lift-Report nº2 – Ano 32, 2006.
- [7] FITZGERALD, A.; KINGSLEY, Charles; UMANS, Stephen – Electric Machinery. Nova Iorque, McGraw Hill, 2003. ISBN 0-07-123010-6.
- [8] FRANCHI, C. – Acionamentos Eléctricos. Editora Érica, Ltda, 2007. ISBN 978-85-365-0149-9.
- [9] GAMBOA, José – Ascensores e Elevadores. Lisboa, Rei dos Livros, 2005. ISBN 972-51-1007-2.
- [10] JANOVSKY, Lumomír – Elevator Mechanical Design. 3ª Edição. Mobile USA, Elevator World, Inc., 1999. ISBN 1-886-536-26-0.

