



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Departamento de Engenharia Mecânica**

**ISEL**



## **Sistemas de Automação e Manutenção de Edifícios – Eficiência Energética dos Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas**

**LUIS MIGUEL DA SILVA ISIDRO**  
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Professor Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques

Co-Orientador:

Professor Engenheiro Luis Afonso de Melo

Júri:

Presidente: Professor Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Professora Doutora Maria do Rosário Alves Calado

Professor Doutor João Carlos Quaresma Dias

Professor Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques

Professor Engenheiro Luis Afonso Melo

**Dezembro de 2010**

## **Agradecimentos**

O autor gostaria de agradecer ao grupo E4, a quem foi indigitado o projecto Eficiência Energética nos Elevadores e Escadas e Tapetes Rolantes, por nomeação da Comissão Europeia, inserido no programa Europa Energia Inteligente, e que foi liderado por Aníbal de Almeida e sua equipa, da qual destaco João Fong, do ISR – Instituto Superior de Robótica, da Universidade de Coimbra. Os diversos estudos divulgados publicamente pelo grupo serviram de apoio ao presente trabalho.

O autor agradece à Direcção da ThyssenKrupp Elevadores, SA pelo apoio prestado durante a elaboração do presente trabalho, possibilitando inclusive que, no início do mesmo, o autor estivesse presente no 3º Congresso Europeu de Elevadores, realizado na Technical Academy of Heilbronn E.V., em Heilbronn, Alemanha em 23 e 24 de Setembro de 2008. Este congresso foi apoiado pela ELA – Associação Europeia de Elevadores, e teve como temática: As Inovações Electrotécnicas, a Eficiência Energética e a Ecologia.

O autor agradece também ao Eng.º Jose Pirralha, Director do Departamento de Engenharia e Responsável Técnico da ThyssenKrupp Elevadores, SA pelo apoio prestado durante as diversas fases da realização do trabalho.

Finalmente o autor agrade ao Eng.º Pedro Marques da ThyssenKrupp Elevadores, SA e ao Rui Bernardino da ThyssenKrupp Elevadores, SA pelo apoio prestado nas monitorizações realizadas.

## **Resumo**

O presente trabalho incide sobre a análise da eficiência energética dos elevadores. Para se poder entender esta questão, são apresentadas diversas informações que permitem conhecer os factores associados aos consumos de energia activa, procurando-se perceber qual o rendimento destes equipamentos.

Inicialmente são analisados os diversos componentes, que fazem parte de um elevador e os locais em que esses componentes são instalados. Abordam-se as diferentes soluções de accionamento, os diversos tipos de utilização e as diferentes tecnologias que podem ser aplicadas.

O estudo dos consumos de energia eléctrica dos elevadores, foi efectuado com base na metodologia desenvolvida pelo grupo E4, do programa Utilização Eficiente da Energia, da Comunidade Europeia, cujo suporte foi o DRAFT ISO/DIS 25745 – 1 Energy Performance of Lifts and Escalators – Part 1: Energy Measurement and Conformance.

Os consumos de energia eléctrica serão caracterizados com os elevadores a serem monitorizados individualmente e sem carga na cabina. A apresentação de resultados obtidos terá em linha de conta: a energia eléctrica consumida com o equipamento em modo de funcionamento, ou seja, com este a realizar ciclos completos, e a potência eléctrica consumida com a instalação em modo de standby, ou seja, em não operação.

No presente trabalho, são divulgados estudos do grupo E4, em que foram monitorizados elevadores em quatro países da Europa: Portugal, Alemanha, Itália e Polónia. Estes estudos permitem estimar os consumos anuais de energia eléctrica, a nível de funcionamento e a nível de standby e estimar o consumo total, seguindo como base a metodologia anteriormente referida.

Para se caracterizar o parque Europeu de elevadores, o grupo E4 recorreu à ELA, Associação Europeia de Elevadores, tendo assim sido possível estimar o consumo anual numa Europa a 27, acrescido do parque da Suíça e da Noruega. Pretende-se com isso poder estimar o potencial de redução no consumo energético no parque analisado, com a aplicação das Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD) e com a aplicação de tecnologias que ainda estão em fase de desenvolvimento (MTND).

Paralelamente o autor irá apresentar as monitorizações que efectuou a três elevadores, para os quais procurou validar as leituras efectuadas, comparando os consumos obtidos, com os consumos registados pelas monitorizações do grupo E4 e respectivas estimativas de consumos anuais de energia. As monitorizações do autor, serão utilizadas na catalogação desses três

equipamentos a nível de classes de eficiência energética, tendo por base a VDI 4707 / Part 1 – Lifts – Energy efficiency - VDI manual Building Services - Volume 5: Transportation systems.

Procura-se, também, criar um método de apoio na tomada de decisão nas diversas fases de um ciclo do elevador, nomeadamente: desde a especificação, a selecção do sistema de accionamento, a selecção dos sistemas auxiliares, a instalação e a operação do elevador, com vista à melhoria da eficiência energética, e á instalação futura ou à modernização dos equipamentos existentes.

Abordam-se as barreiras existentes que inibem a mudança no sector de elevação, para a implementação das MTD no parque de elevadores existente ou no desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a melhoria da eficiência energética, MTND.

Por ultimo, aborda-se de forma simples a temática da supervisão técnica nos elevadores, através da monitorização e supervisão dos diversos componentes, com vista à optimização da gestão da manutenção e procurando interligar esta gestão à melhoria da eficiência energética.

Consegue-se concluir que apenas com a aplicação das MTD, podem ser obtidos ganhos de eficiência energética, e também que este tema não tem tido a importância que merece, pois, na análise da eficiência energética de um edifício, a eficiência dos elevadores não é tida em consideração. A ausência de legislação específica, que torne a análise da eficiência energética dos elevadores obrigatória, será um dos problemas referidos. Reforça-se que, a potencialidade de poupança energética na Europa não deve ser desprezada.

### **Palavras-Chave:**

Elevador; Energia; Eficiência Energética; Rendimento; Consumo Energia em Funcionamento; Potência em Standby; Estimativa Consumo Anual; Classificação Energética; Barreiras; Monitorização e Supervisão Técnica.

## **Abstract**

This work focuses on the analysis of energy efficiency of lifts.

In order to understand this issue, it's presented several data that reveals the factors associated with active energy consumption, seeking to understand whether the existing lifts are efficient in terms of energy consumption.

Initially the author analyzed the different components that are part of an elevator, the locations where these components are installed. The several traction solutions, as well as the use of different types and different technologies that can be applied are also considered.

The study of elevator energy consumption follows the methodology developed by the Group E4, the Intelligent Energy Program of the European Community, which was based in part on DRAFT ISO / DIS 25745-1 - Energy Performance of Lifts and Escalators - Part 1: Energy Measurement and Conformance. The consumptions will be characterized with the lift to be analyzed individually and without load in the car. The presentation of results considers the lift in operation mode, with the complete lift cycle of the elevator, and with the study of consumption of the elevator in standby mode.

To analyze the energy efficiency, the published studies by the E4 Group were used for study some elevators in four European countries: Portugal, Germany, Italy and Poland. These studies allowed the estimation of annual energy consumption, regarding the operation, standby and total consumption, following its own methodology.

To characterize the European installations, the Group, with the support of ELA, European Lift Association, made the estimation of the annual consumption in EU-27, including the installations of Switzerland and Norway. It's also intended to estimate the potential reduction in energy consumption, with the implementation of Best Available Technology (BAT) and the application of emerging technologies in the existing installations (BNAT).

The author intends to validate the study made with three elevators, comparing it with the values recorded by the monitoring Group E4 and their estimates of annual energy consumption. The study made by the author, will be used to identify the energy efficiency classes of the three equipments, based on VDI 4707 / Part 1 - Lifts - Energy efficiency - VDI manual Building Services - Volume 5: Transportation systems.

It's intended to create a checklist that might help in decision, made at the various stages of a cycle of the lift, namely: from specification, selection of the drive system, the selection of

auxiliary systems, installation and operation of the elevator, with a view to improving energy efficiency by installing elevators or modernization of existing elevators.

It's made references to the barriers that inhibit the elevation changes in the sector for the implementation of BAT in the existing elevators or developing new technologies to enable improved energy efficiency, BNAT.

Finally, the elevator technical supervision is analyzed by monitoring the condition of the several elevator components, with a view to optimizing the management of maintenance and trying to link this, to improve the management efficiency of an elevator.

It can be concluded that, only with the application of BAT its possible to obtain energy efficiency gains, and also that this issue, has not had the importance that it deserves, because when a building energy efficiency is analyzed, the efficiency of the elevators is not taken into account. The absence of specific legislation, which makes the analysis of energy efficiency of lifts mandatory, will be one of the problems mentioned in the present work. It's indicated that the potential energy savings in Europe should not be neglected.

### **Keywords:**

Elevator; Energy ; Energy Efficiency ; Energy consumption in operation mode; Energy Consumption in Standby mode; Estimated Annual Consumption; Energy classes; Barriers; Monitoring and Technical Supervision.

## *Índice*

Índice de Figuras .....	XI
Índice de Tabelas .....	XIV
Índice de Anexos .....	XVI
1. Introdução .....	1
2. Sistemas de elevação vertical para transporte de pessoas – Elevadores .....	8
2.1 Tipos de elevadores .....	9
2.1.1 Elevadores de accionamento eléctrico .....	9
2.1.2 Elevadores de accionamento hidráulico .....	10
2.1.3- Elevadores de accionamento eléctrico com cinta .....	11
2.2 Sistemas de Transporte de Pessoas de Elevação Vertical – Locais .....	12
2.2.1 Casa de máquinas – quando existe .....	12
2.2.2 Caixa .....	12
2.2.3 Patamar .....	12
2.3 Sistemas de Elevação Vertical – Componentes .....	12
3. Eficiência Energética nos Elevadores .....	14
3.1 Introdução .....	14
3.2 Perfil de consumos dos elevadores – enquadramento em Portugal .....	16
3.3 Legislação aplicável e evolução legislativa .....	19
3.4 Áreas de actuação no elevador .....	21
3.4.1 Potência eléctrica máxima necessária pelo elevador .....	21
3.4.2 Gestão da energia activa nos sistemas de controlo do elevador .....	22
3.4.3 Capacidade de carga .....	23
3.4.4 Tráfego associado ao elevador .....	23
3.4.5 Qualidade da alimentação eléctrica .....	25
3.5 Factores que afectam o consumo de energia .....	27
3.6 Princípios gerais para obter a eficiência energética .....	28

3.7 A eficiência energética - elevador de accionamento eléctrico ou de accionamento hidráulico .....	29
3.7.1 Gestão da energia eléctrica no motor de accionamento eléctrico .....	29
3.7.2 Tipo de motores .....	31
3.7.3 Sistemas de accionamento .....	34
3.7.4 Outros meios para reduzir o atrito .....	34
4- Descrição do Estudo.....	36
4.1 - Introdução .....	36
4.2 Âmbito do estudo.....	37
4.3 Procedimentos preliminares de registo .....	41
4.4 Procedimento para verificação da energia consumida, com um equipamento de medida e registo de potência .....	42
4.4.1 Energia eléctrica consumida no circuito principal em modo de funcionamento .....	42
4.4.2 Potência consumida no circuito principal em modo de standby.....	43
4.4.3 Energia eléctrica consumida no circuito auxiliar em modo de funcionamento	44
4.4.4 Potência consumida no circuito auxiliar em modo de standby .....	44
4.5 – Relatório .....	44
4.6 – Cálculos da energia consumida .....	45
4.6.1 – Impacto da carga transportada na cabina.....	45
4.6.1.1 – Impacto de elevadores com contrapeso contrabalançados a 50% em sistemas de accionamento não regenerativos.....	46
4.6.1.2 – Impacto de elevadores com contrapeso contrabalançados a 50% em sistemas de accionamento regenerativos .....	46
4.6.1.3 – Impacto de elevadores hidráulicos sem contrapeso .....	47
4.6.1.4 – Impacto de elevadores com outras tecnologias.....	47
4.6.2 – Numero de viagens - $n_{trip}$ .....	48
4.6.3 – Curso médio percorrido pela cabina - Catd .....	48

4.6.4 – Relação entre energia de um ciclo, potência de um motor e consumo de um motor de um sistema de accionamento.....	48
4.6.5 – Informação necessária para calcular a energia consumida por um elevador num ano.....	51
5 – Medições realizadas.....	52
5.1 Monitorizações realizadas pelo grupo E4 .....	52
5.1.1 Considerações .....	52
5.1.2 Elevadores monitorizados na Europa .....	54
5.1.3 Características do Elevadores monitorizados em Portugal.....	55
5.2 Medições realizadas pelo autor .....	58
5.2.1 – Medições em elevador hidráulico.....	59
5.2.1.1 – Informação Geral .....	59
5.2.1.2 – Medições realizadas.....	60
5.2.1.3 – Estudo de tráfego.....	60
5.2.2 – Medições em elevador eléctrico de 2 Velocidades .....	61
5.2.2.1 – Informação Geral .....	61
5.2.2.2 – Medições realizadas.....	62
5.2.2.3 – Estudo de tráfego.....	62
5.2.3 – Medições em elevador eléctrico com VVVF .....	63
5.2.3.1 – Informação Geral .....	63
5.2.3.2 – Medições realizadas.....	64
5.2.3.3 – Estudo de tráfego.....	64
5.2.4 Mapa comparativo das medições efectuadas pelo autor.....	65
6 – Estimativa do consumo anual de energia eléctrica dos equipamentos estudados .....	67
6.1 – Formulário para apoio ao cálculo.....	67
6.2 – Estimativa do consumo anual de energia eléctrica - medições realizadas pelo grupo E4.....	69
6.2.1 Considerações iniciais .....	69
6.2.2 Estimativas consumos anuais na Alemanha, Itália e Polónia .....	69

6.2.3 Estimativas anuais em Portugal.....	72
<b>6.3. – Estimativa do consumo anual de energia – elevadores monitorizados pelo autor</b>	<b>74</b>
6.3.1 Elevador hidráulico.....	74
6.3.2 Elevador eléctrico de 2 velocidades .....	74
6.3.3 – Elevador eléctrico com VVVF.....	75
6.3.4 – Mapa comparativo das leituras efectuadas.....	76
6.3.5 – Análise gráfica das medições realizadas.....	76
<b>6.4 – Estimativa de redução no consumo energético com a aplicação das Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD) na totalidade do parque europeu .....</b>	<b>76</b>
6.4.1 Caracterização do parque europeu .....	76
6.4.2 Estimativa do consumo anual em funcionamento por tipo de tecnologia.....	77
6.4.3 Estimativa da potência activa em modo de standby por tipo de tecnologia dos equipamentos monitorizados.....	78
6.4.4 Estimativa do consumo anual total para o parque europeu por sector .....	78
6.4.5 Estimativa de redução no consumo energético anual em funcionamento por tipo de tecnologia.....	79
6.4.6 Estimativa de redução no consumo energético anual em standby por tipo de tecnologia.....	80
6.4.7 Estimativa de redução no consumo energético anual total .....	81
<b>7 – Classificação energética do estudo efectuado pelo autor .....</b>	<b>83</b>
7.1 – Âmbito da VDI 4707 – lifts – energy efficiency .....	83
7.2 – Valores característicos .....	83
7.2.1 – Necessidade de energia em standby .....	83
7.2.2 – Necessidade de energia em funcionamento.....	83
7.2.3 – Necessidade de energia e classes de eficiência energética.....	84
7.2.4 – Tipos de utilização dos elevadores .....	84
7.2.4.1 – Por classe de utilização .....	84
7.2.4.2 – Por classe de necessidade de energia .....	85
<b>7.3 – Avaliação da energia eléctrica necessária para um ano .....</b>	<b>87</b>

<b>8 – Medidas de melhoria energética .....</b>	<b>88</b>
<b>8.1 – Caracterização dos consumidores de energia em standby .....</b>	<b>88</b>
<b>8.2 – Novas instalações e modernização de existentes.....</b>	<b>90</b>
8.2.1 Novas instalações .....	90
8.2.2 Modernizações .....	91
8.2.3 Opções para a melhoria da eficiência energética .....	93
8.2.3.1 Medidas gerais para instalações mais eficientes energeticamente.....	93
8.2.3.2 Medidas específicas para obter instalações mais eficientes energeticamente	95
<b>8.3 Barreiras e estratégias para a promoção de tecnologias energeticamente eficientes nos elevadores .....</b>	<b>102</b>
8.3.1 Barreiras .....	102
8.3.2 Tipo de estratégias e medidas.....	104
8.3.3 Matriz entre as barreiras e as medidas .....	105
<b>8.4 Importância dos custos .....</b>	<b>106</b>
<b>9 – Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica de Ascensores.....</b>	<b>107</b>
9.1 – Sistema separados do elevador.....	107
9.2 – Sistema incluído no quadro de comando do elevador.....	108
<b>10. Conclusões.....</b>	<b>109</b>
<b>Referências:.....</b>	<b>115</b>

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1.1 Consumo de energia final por Sector - 2007 (Portugal) [11] .....</b>	<b>4</b>
<b>Fig. 2.2 Cinta com cabos de aço flexíveis, revestida a poliuretano [18].....</b>	<b>11</b>
<b>Fig. 3.3 Quota de consumo energético no sector terciário na UE-27 [20] .....</b>	<b>15</b>
<b>Fig. 3.4 Distribuição dos elevadores por tipo de tecnologia [22].....</b>	<b>16</b>
<b>Fig. 3.5 Distribuição dos elevadores por tipo de edifício [22].....</b>	<b>16</b>
<b>Fig. 3.6 Consumo anual absoluto de energia eléctrica para cada tipo de edifício (GWh) [22] .....</b>	<b>18</b>

Fig. 3.7 Consumo anual relativo de energia eléctrica para cada tipo de edifício (%) [22]	18
Fig. 3.8 Distribuição de acordo com a carga [22] .....	23
Fig. 3.9 Exemplo clássico de tráfego num edifício de escritórios [17] .....	24
Fig. 3.10 Gráfico que demonstra o compromisso entre poupança energia e performance de tráfego [28] .....	24
Fig. 3.11 Esquema unifilar representando a impedância do circuito de alimentação [29]	25
Fig. 3.12 Filtro activo [29].....	27
Fig. 3.13 Diagrama de velocidade VVVF vs Corrente Alternada (CA) de 2 velocidades [24] .....	30
Fig. 3.14 Configuração Geral do Variador de Frequência, Variador de Tensão (VVVF) [17] .....	30
Fig. 3.15 Diagrama de blocos de motor de indução, sistema de accionamento com controlo por laço fechado [17].....	31
Fig. 3.16 Dissipação da energia de frenagem através de resistência em sistema com VVVF [31] .....	31
Fig. 3.17 Evolução do sistema de accionamento na gama média-baixa [31].....	31
Fig. 3.18 Evolução do sistema de accionamento na gama alta [31] .....	32
Fig. 3.19 Rendimento do motor 3~vs factor de carga do motor [17] .....	32
Fig. 3.20 Efeito do factor de carga no factor de potência [17].....	33
Fig. 3.21 Comparação entre motor síncrono com imanes permanentes e três motores assíncronos de diferentes classes de eficiência, ambos alimentados por variador [17].....	33
Fig. 3.22 Sem-fim acoplado a roda de coroa vs acoplamento directo [17].....	34
Fig. 3.23 Roda de desvio de poliamida [17].....	35
Fig. 4.24 HIOKI Clamp on Power Hi Tester 3169-20 [35] .....	41
Fig. 4.25 Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers.....	41
Fig. 4.26 Letreiro - Equipamento em manutenção - proibida a sua utilização .....	42
Fig. 4.27 Instalação do elevador e pontos de medição (marcados a laranja) [36] .....	42
Fig. 5.28 - Ciclo típico de um elevador eléctrico [35] .....	53
Fig. 5.29 - Ciclo típico de um elevador hidráulico [35] .....	53

<b>Fig.5.30 Instalações monitorizadas projecto E4 em função do tipo de tecnologia e por tipo de edifício [35].....</b>	<b>54</b>
<b>Fig. 5.31 Consumos dos elevadores auditados em Portugal por ciclo de referência [35] ..</b>	<b>56</b>
<b>Fig. 5.32 Consumo específico dos elevadores auditados em Portugal [35].....</b>	<b>57</b>
<b>Fig. 5.33 Potência activa em modo de standby, dos equipamentos auditados [35] .....</b>	<b>57</b>
<b>Fig. 5.34 Consumo energia eléctrica por ciclo - monitorizações do autor.....</b>	<b>66</b>
<b>Fig. 5.35 Consumo específico por ciclo - monitorizações do autor .....</b>	<b>66</b>
<b>Fig. 5.36 Potência activa em modo de standby - monitorizações do autor.....</b>	<b>66</b>
<b>Fig. 6.37 Estimativa do consumo anual nos elevadores monitorizados na Alemanha [35]</b>	<b>70</b>
<b>Fig. 6.38 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Itália [35].</b>	<b>71</b>
<b>Fig. 6.39 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Polónia [35] .....</b>	<b>72</b>
<b>Fig. 6.40 Estimativas de consumos anuais nos equipamentos monitorizados em Portugal [35] .....</b>	<b>73</b>
<b>Fig. 6.41 Estimativa do consumo anual da energia activa das leituras efectuadas pelo autor.....</b>	<b>76</b>
<b>Fig. 6.42 Comparação do consumo anual no sector Habitacional e o Terciário [14].....</b>	<b>79</b>
<b>Fig. 6.43 Comparação do consumo anual em valor absoluto entre o sector Habitacional e o Terciário [14] .....</b>	<b>79</b>
<b>Fig. 6.44 Estimativa de redução no consumo do sector da Habitação [14].....</b>	<b>81</b>
<b>Fig. 6.45 Estimativa de redução no consumo do sector Terciário [14].....</b>	<b>82</b>
<b>Fig. 6.46 Estimativa de redução no consumo do sector da Industria [14] .....</b>	<b>82</b>
<b>Fig. 6.47 Estimativa de redução no consumo total [14] .....</b>	<b>82</b>
<b>Fig. 7.48 Classes de eficiência energética [27].....</b>	<b>84</b>
<b>Fig. 9.49 Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica .....</b>	<b>107</b>

## Índice de Tabelas

Tabela 3.1 Consumo estimado dos elevadores em Portugal [22] .....	18
Tabela 3.2 Valores máximos de THD em função da corrente nominal do motor [30] .....	26
Tabela 3.3 Relação do tipo de motor em função da velocidade nominal [24].....	30
Tabela 4.4 Parâmetros directos e indirectos para a estimativa de consumo de energia eléctrica [33].....	38
Tabela 4.5 - Percentagem de consumo da potência estipulada do motor [34].....	46
Tabela 4.6 - Percentagem consumo do motor com sistema regenerativo [34].....	47
Tabela 4.7 - Percentagem consumo motor elevador hidráulico [34].....	47
Tabela 4.8 - Valor da carga do motor – Caml [34].....	48
Tabela 4.9 - Valor médio percorrido – Catd [34] .....	48
Tabela 4.10 - Valor do factor de equilíbrio da carga – Cbal [34] .....	50
Tabela 5.11 Características dos elevadores monitorizados em Portugal [35] .....	55
Tabela 5.12 Energia activa e potência activa, medidos na monitorização feita pelo autor	65
Tabela 6.13 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Itália [35] .....	70
Tabela 6.14 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Polónia [35] .....	71
Tabela 6.15 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados em Portugal [35] .....	73
Tabela 6.16 Estimativa do consumo anual da energia activa das leituras efectuadas pelo autor.....	76
Tabela 6.17 Numero de elevadores instalados (UE27+2) [14].....	77
Tabela 6.18 Características médias de grande parte do parque de elevadores da Europa [14] .....	77
Tabela 6.19 Valor médio de energia por ciclo, em Wh e em mWh/m.kg [14] .....	77
Tabela 6.20 Valor médio da potência activa em modo de standby, em W [14].....	78
Tabela 6.21 Estimativa do consumo anual total para o parque europeu por sector [14]..	78

Tabela 7.22 Classes de utilização dos elevadores [27].....	84
Tabela 7.23 Classes de utilização dos elevadores monitorizados pelo autor.....	85
Tabela 7.24 Classes de necessidade de energia com elevador em funcionamento [27].....	85
Tabela 7.25 Classes necessidade de energia com elevador em funcionamento - monitorização do autor [27] .....	85
Tabela 7.26 Classes de necessidades de energia em standby [27].....	85
Tabela 7.27 Classes necessidade de potência com elevador em standby - monitorização do autor [27].....	86
Tabela 7.28 Eficiência energética aplicada aos elevadores em análise [27] .....	86
Tabela 7.29 Classes de eficiência energética aplicada aos elevadores monitorizados pelo autor [27].....	87
Tabela 7.30 Energia consumida por ano das medições efectuadas pelo autor, pela VDI [27] .....	87
Tabela7. 31 Classificações energética – tabela resumo - das medições efectuadas pelo autor [27].....	87
Tabela 8.32 Estimativa redução energética em % pela aplicação MTD e MTND [27] .....	90
Tabela 8.33 Eficiência Energética: Conhecimento e Consciência [39].....	94
Tabela 8.34 Eficiência Energética - Especificação [39].....	95
Tabela 8.35 Eficiência Energética: Especificações do sistema de accionamento [39].....	95
Tabela 8.36 Eficiência Energética: Projecto dos equipamentos auxiliares [39] .....	98
Tabela 8.37 Eficiência Energética: Instalação do elevador [39] .....	99
Tabela 8.38 Eficiência Energética: Operação do elevador [39] .....	100
Tabela 8.39 Barreiras e medidas para implementar tecnologias energeticamente eficientes [40] .....	105

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1 - Glossário .....</b>	<b>1</b>
<b>Anexo 2 - Sistemas de Elevação Vertical para transporte de pessoas – Tipos de Elevadores .....</b>	<b>9</b>
<b>Anexo 3 – Elevadores de cintas .....</b>	<b>17</b>
<b>Anexo 4 - Sistemas de Elevação Vertical para transporte de pessoas – SEVTP (Elevadores) - Componentes.....</b>	<b>25</b>
<b>Anexo 5 – Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica de Ascensores.....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 6 – CEMEP – Motor Efficiency Classes .....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo 7 – Sistema Thyssen Destination Selection Control .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 8 – Sistema de monitorização – “Monitoring”.....</b>	<b>53</b>
<b>Anexo 9 – Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4.....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 10 - Especificações do Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 11 – Cálculo da energia consumida anualmente das leituras efectuadas pelo autor .....</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 12 – Informação detalhada dos elevadores monitorizados na Alemanha, Itália e Polónia .....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 13 – Informação detalhada do parque de elevadores em Portugal.....</b>	<b>92</b>

# 1. Introdução

No âmbito europeu, o presente trabalho faz uma introdução à eficiência energética nos Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas (com a designação corrente de elevadores), e pretende efectuar uma abordagem ao panorama do sector em Portugal, e o que tem ou não sido feito no que à eficiência energética diz respeito. Por opção do autor, não são incluídas as escadas e os tapetes rolantes, no presente trabalho, sendo que os estudos existentes permitem analisar também este tipo de equipamentos.

Actualmente os elevadores são um meio confortável e seguro de acesso nos edifícios modernos. A sua instalação em edifícios novos ou em existentes tem uma cada vez maior importância a que não é alheia a prioridade que tem que ser dada ao tema do envelhecimento da população mundial e a cada vez maior atenção que é dada às pessoas de mobilidade reduzida. [1]

Nos edifícios antigos os equipamentos instalados têm sofrido melhorias a nível de segurança, conforto e de gestão, sendo que existem inclusive elevadores que foram substituídos integralmente e as suas características foram alteradas no sentido de cumprir o que de melhor existe no mercado, cumprindo simultaneamente a Directiva Europeia para os elevadores.

Continuam a existir no mercado português e um pouco por toda a Europa, equipamentos com tecnologias antigas e com requisitos de segurança que garantem padrões de segurança mínimos para os utentes e com muito pouca ou nenhuma segurança para o técnico de manutenção.

Na Europa as especificações técnicas dos equipamentos têm que responder a Normas de Segurança e conforto que são harmonizadas de acordo com Standards Europeus, desenvolvidos pela organização europeia de Normas – CEN. [2]

A nível da Europa a Directiva de Elevadores 95/16/CE tem o duplo objectivo de permitir a livre circulação de elevadores e dos componentes de segurança no mercado interno da União Europeia e assegurar um elevado nível de segurança para os utilizadores dos elevadores e para os técnicos de manutenção. [1]

A implementação das regras de segurança aos equipamentos já existentes (equipamentos instalados antes da entrada em vigor da directiva europeia) é efectuada de acordo com a legislação de cada país.

Em Portugal aos elevadores existentes deve ser aplicável a legislação existente à época da sua instalação, nomeadamente:

- Elevadores instalados antes de 1970: DL. 26591/1936; - Art. 111º do DL 513/1970, com alterações introduzidas pelo DR. 13/1980; DL. 320/2002; DL. 163/2006 - Regras de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida [3,4,5,6,7]

- Elevadores instalados a partir de 1970 até 30/06/1999: DL 513/1970, com alterações introduzidas pelo DR. 13/1980; DL. 320/2002; DL. 163/2006 - Regras de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida; [4,5,6,7]

- Elevadores instalados a partir de 01 de Julho de 1999 - DL. 295/1998 – Implementação da Directiva Europeia para elevadores; DL. 163/2006 - Regras de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida; [8,7]

A necessidade de instalar elevadores advém do Regulamento Geral das Edificações Urbanas -, **Decreto-Lei n.º 38382 de 07-08-1951**, actualizado pelo DL 290/2007, de 17 de Agosto (que alterou o Art. 17º) [9], nomeadamente os seguintes artigos: **Art. 50.º; Art. 51.º e Art. 52.º**.

No que concerne à eficiência energética, verifica-se que, até ao presente momento não foi implementado legislação específica que implique uma alteração de concepção e de gestão destes equipamentos.

A energia é de importância vital nas economias de hoje e as actividades do sector energético têm um forte impacto no ambiente, com especial ênfase na contribuição para as alterações climáticas pelo que, a definição das políticas energética e ambiental exige cada vez mais um processo de concertação entre as duas vertentes, devendo procurar ir ao encontro das sinergias existentes. [10]

A nível nacional têm vindo a ser desenvolvidas acções para melhorar a integração das preocupações ambientais na política energética, onde a **Estratégia Nacional para a Energia** aprovada pela [Resolução do Conselho de Ministro – RCM n.º 169/2005](#), de 24 de Outubro, tem um papel chave.

A nível comunitário a preocupação de integração das políticas energética e ambiental está reflectida na nova “Política Energética para a Europa”, lançada em Janeiro de 2007 pela Comissão e que se encontra em discussão.

Esta proposta de estratégia comunitária visa promover uma nova política energética na Europa, assente em 4 pilares:

- Um mercado de energia funcional;
- A passagem para uma economia de baixo carbono;
- Aumentar a eficiência energética;
- Criar uma nova abordagem nas relações com os países terceiros.

Pretende-se assim transformar a Europa numa economia energética, altamente, eficiente e com baixa produção de CO<sub>2</sub>, satisfazendo em simultâneo os requisitos energéticos e ambientais, e onde o Plano de Acção para a Política Energética, será um instrumento fundamental para que a nível da UE se venha a cumprir os objectivos de:

- Uma redução de GEE (Gases com Efeito de Estufa) de 20% até 2020, em relação a 1990;
- Uma meta vinculativa de 20% para as Renováveis em 2020, e uma meta mínima vinculativa de 10% de biocombustíveis nos transportes;
- Uma redução de 20% do consumo energético em 2020, de acordo com o Plano de Acção da Eficiência Energética.

A problemática das alterações climáticas e outras preocupações ambientais, nomeadamente da qualidade do ar, em que a Energia tem um papel relevante, tem levado à procura de soluções alternativas que têm contribuído para:

- Melhorar a articulação e focalização da Inovação e Desenvolvimento (I&D) na política energética, tendo em vista o desenvolvimento de novas tecnologias mais limpas e eficientes;
- Promover a melhoria da eficiência energética, como instrumento de maior potencial para contribuir para a redução das emissões dos gases com efeito de estufa e redução da dependência do petróleo;
- Aproveitar o potencial de utilização de fontes de energia renovável e a introdução de tecnologias de baixo carbono;

Estas medidas permitirão uma diversificação das fontes energéticas, uma redução significativa das emissões de CO<sub>2</sub> e contribuirão para uma gestão da energia de forma sustentável, não pondo em causa a competitividade das empresas e o crescimento económico dos países.

A nível de Portugal, os recursos energéticos primários são escassos ou nulos, como por exemplo, o petróleo, o carvão e o gás. O consumo de energia final, em 2007, atingiu o valor de 18695 ktep, tendo-se verificado uma redução de 2,1% face a 2006. Registou-se uma diminuição do consumo de 7,1% de petróleo e um aumento de 5,9% de gás natural e de 3,3% em energia eléctrica. [11]

Em 2007, o peso do consumo dos principais sectores de actividade económica relativamente ao consumo final de energia, foi de 29,2% na Indústria, 36,4% nos Transportes, 17,1% no Doméstico, 12,2% nos Serviços e 5,1% nos outros sectores (onde se inclui a Agricultura, Pescas, Construção e Obras Públicas). [11]



**Fig. 1.1 Consumo de energia final por Sector - 2007 (Portugal) [11]**

No sector doméstico, assiste-se a um aumento do consumo de energia eléctrica por unidade de alojamento (2611 kWh/alojamento em 2007 contra 2544 kWh/alojamento em 2006). Portugal apresenta em 2007, um consumo de energia final per capita de 1,76 tep/habitante. As emissões de CO<sub>2</sub> per capita, resultantes de processos de combustão em Portugal foram de 5,32 t CO<sub>2</sub>, em 2006. [11]

A energia tem uma importância vital nas economias de hoje e, a crise energética que temos enfrentado não nos permite ignorar a importância da eficiência energética dos equipamentos que utilizamos diariamente.

Os sistemas de elevação vertical para transporte de pessoas estão largamente difundidos, calculando-se que existiam em 2006 cerca de 8,5 milhões de elevadores no mundo. Em 2006 foram instalados cerca de 450.000 novos elevadores a nível mundial, sendo cerca de 120,000 na Europa. [12]

Actualmente existem cerca de 4,8 milhões de elevadores e 750.000 escadas e tapete rolantes na Europa a 27, acrescidas da Suíça e da Noruega, e estes são responsáveis por uma quantidade significativa (3 % a 8 %) do consumo de energia eléctrica nos edifícios. [13,14]

O consumo anual total de energia eléctrica dos elevadores instalados na EU – 27, acrescido da Suíça e Noruega, foi estimado em 18,4 TWh, sendo 6,7 TWh referentes ao sector Habitacional, 10,9 TWh do sector terciário e apenas 810 GWh do sector da industria. [14]

Deste consumo, uma fatia importante, está afectada a energia gasta em fase de standby dos equipamentos. A taxa de standby representa 5 a 95 por cento do consumo total. O valor médio em edifícios residenciais é de aproximadamente 70%. Supondo que as Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD) são usadas, a poupança global estimada é bastante elevada (até 65% por cento), se todos os 4,8 milhões elevadores existentes na Europa fossem modernizados ou substituídos. [13]

A promoção da utilização eficiente da energia eléctrica neste tipo de equipamentos, com o recurso à implementação de novas tecnologias de gestão, motores eléctricos e sistemas de

accionamento mais eficientes, conversores regenerativos, optimização da massa dos contrapesos, relação de accionamento directa versus cabos de accionamento, temporização da iluminação das cabinas, substituição do tipo de lâmpadas instaladas, tecnologias mais eficientes em elevadores hidráulicos, etc. podem significar elevadas poupanças que em alguns casos podem ir a uma redução até 80% de consumo energético.

O consumo energético no sector terciário na Europa a 25 por volta do ano 2020, prevê-se que seja de 950 TWh, sendo que o consumo dos elevadores e escadas representa cerca de 4% do total da energia consumida nesse sector (38TWh/ano - equivalente à produção anual de cerca de quatro centrais nucleares – 1 TeraWh =  $10^{12}$  Wh). [15]

Os novos sistemas de elevação, podem permitir uma diminuição nas necessidades de manutenção, uma diminuição dos tempos de paragem por avaria, e um incremento dos sistemas de segurança e por consequência um aumento da fiabilidade para os utilizadores dos equipamentos.

É possível encontrar, numa mesma realidade de um país, equipamentos a funcionar com tecnologia do século XX, ou ainda do século XIX, e também o que de melhor se fabrica e instala actualmente (MTD).

O consumo energético dos elevadores tem um impacto directo no consumo total de energia eléctrica num edifício. Os elevadores têm um elevado potencial de eficiência energética e podem contribuir, indirectamente, com a sua quota-parte para o decréscimo das emissões de CO<sub>2</sub>.

Tendo por base a problemática da energia ir-se-á, durante o presente trabalho, efectuar uma abordagem que permita ao leitor ficar com uma percepção do que são Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas, como são caracterizados os consumos em funcionamento normal e em standby, quais são as estimativas de consumos anuais de energia eléctrica para estes equipamentos, e qual o potencial de poupança energética, de acordo com as melhores tecnologias disponíveis ou de acordo com tecnologias que se encontram em fase de desenvolvimento. Apresentam-se também possibilidades de melhoria para contribuir para a eficiência energética desses sistemas. Indicam-se potenciais obstáculos para a implementação de medidas de melhoria da eficiência energética nos elevadores.

Após esta introdução aos Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas e à questão da eficiência energética, indicam-se os assuntos que vão ser abordados nos capítulos seguintes, nomeadamente:

No capítulo 2 pretende-se abordar o estado da arte no que concerne aos Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas. Explica-se os diferentes tipos de sistemas de

accionamento (Eléctrico ou Hidráulico), os diferentes locais da instalação, como a casa das máquinas, a caixa e o patamar. São referidos os diversos componentes que podem existir numa instalação. Adicionalmente são apresentados anexos que de forma detalhada abordam os conceitos e aplicações dos elevadores.

No capítulo 3 pretende-se abordar a eficiência energética nos Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas. A temática da eficiência energética é analisada a nível dos consumos em modo de funcionamento e em modo de standby. Efectua-se uma apresentação do parque de elevadores na Europa e respectivos consumos anuais estimados. Detalha-se o parque em Portugal e respectivos consumos.

A nível europeu não existe legislação que inclua estes equipamentos na análise da eficiência energética dos edifícios. [16] No entanto dado a importância deste tema, são indicadas acções - Normas - que estão em curso / monitorizações com vista a melhorar a eficiência energética dos SEVTP e também efectuar a análise energética dos equipamentos instalados ou a instalar.

Destacam-se as áreas de actuação de um elevador que podem influenciar a eficiência energética, nomeadamente: A energia eléctrica máxima consumida; a gestão da energia nos sistemas; a capacidade de carga; o tráfego associado e a qualidade da energia eléctrica da rede.

Abordam-se de seguida os factores que afectam o consumo da energia, a forma como se pode gerir a energia no motor de accionamento eléctrico, que tipo de motores podem ser aplicados e respectivas classes de eficiência energética, os sistemas de accionamento e meios que influenciam a atrito.

No capítulo 4 explica-se como se realiza o estudo dos consumos energéticos e que aparelho de medida foi utilizado, numa perspectiva de apresentar métodos uniformizados para medir o consumo de energia activa dos elevadores em modo de funcionamento e a potência consumida em modo de standby. São indicadas as premissas tidas pelo grupo E4 e países onde decorreu a monitorização. O autor também apresenta as premissas consideradas para a escolha dos equipamentos que monitorizou.

Apresentam-se os conceitos para elaboração do relatório e os factores a considerar para o cálculo da estimativa do consumo anual, face aos valores obtidos nos equipamentos monitorizados.

No capítulo 5 apresentam-se os resultados das leituras efectuadas, que são introduzidas numa matriz criada para o efeito. São apresentadas as características do parque monitorizado pelo grupo E4 e também as dos elevadores monitorizados pelo autor.

No capítulo 6 procede-se à análise dos dados obtidos no capítulo anterior de forma a poder efectuar uma caracterização dos consumos energéticos a nível de consumos em operação e em standby.

São feitas estimativas de redução do consumo energético e da potência eléctrica necessária, com base na aplicação das melhores tecnologias disponíveis, apresentando-se as respectivas conclusões.

No capítulo 7 efectua-se uma catalogação dos equipamentos monitorizados pelo autor, a nível do consumo energético em modo de funcionamento, a nível de potencia eléctrica instalada em modo de standby e a nível de eficiência energética do equipamento, tendo por base a norma alemã VDI- 4707 Part 1.

No capítulo 8 efectua-se a caracterização dos consumidores de energia; apresenta-se também uma lista de verificação de pontos possíveis de actuação nas diversas fases de um elevador, desde a especificação, a selecção do sistema de accionamento, a selecção dos sistemas auxiliares, a instalação e a operação do equipamento. Estas verificações devem ser consideradas para as novas instalações e para equipamentos sujeitos a modernizações.

São referidas barreiras que actualmente impedem a implementação de tecnologias mais eficientes e aborda-se a importância do custo, de um investimento, no apoio à tomada de decisão.

No capítulo 9 pretende-se abordar, de forma ligeira, a monitorização dos sistemas de comando com vista à tomada inteligente de decisão (propostas de manutenção correctiva ou preventiva com base na monitorização recebida e otimizar plano de trabalhos e tempos de resposta, afectando o custo de serviço realizado).

No capítulo 10 são apresentadas as conclusões do trabalho, tendo a perspectiva pessoal e para a comunidade científica e empresarial. Efectua-se, igualmente, a análise da perspectiva futura para o presente trabalho, indicando caminhos possíveis para avançar na pesquisa efectuada.

## 2. Sistemas de elevação vertical para transporte de pessoas – Elevadores

No sector dos elevadores, escadas e tapetes rolantes a **eficiência energética**, tradicionalmente, não tem sido a maior preocupação dos fabricantes, instaladores, empresas de manutenção, empresários do sector da construção, projectistas, entidades publicas, utilizadores e proprietários dos equipamentos. As preocupações têm incidido em encontrar novas soluções com melhores rendimentos e que simultâneamente sejam mais competitivas a nível de preço e de eficácia na gestão do espaço ocupado pelo equipamento na caixa. O mercado tem incidido nas soluções que incidam nas instalações sem casa das máquinas, no incremento do conforto dos passageiros e nas soluções que permitam um aumento da velocidade nominal de deslocação da cabina. [17]

Todos os elevadores têm elementos comuns, independentemente do seu conceito de funcionamento, nomeadamente: Cabina; Portas de Patamar; iluminação; caixa; um motor eléctrico e um sistema de comando e controlo. A cabina circula num espaço confinado, normalmente designado por caixa.

### **Para que são utilizados os elevadores?**

São utilizados para o transporte de pessoas e carga em todo o tipo de edifícios, nomeadamente, edifícios de habitação, escritórios, hotéis, superfícies comerciais, edifícios públicos como sejam escolas, aeroportos, estações de metro e de caminhos-de-ferro e em instalações industriais.

Estão incluídos neste grupo, os seguintes equipamentos:

- **Monta camas / monta macas** – utilizados para o transporte de camas ou macas em hospitais, clínicas, centros de saúde e lares de 3ª idade.
- **Monta autos** – utilizados para o transporte de automóveis em que o condutor, passageiros e utilizadores podem viajar dentro da cabina.

Existem outros equipamentos que têm especificações próprias e que pela sua natureza não se enquadram como sendo elevadores, tais como:

- **Monta-Cargas e Plataformas** - Destinam-se ao transporte de cargas em edifícios industriais, comerciais (restaurantes, etc.). Este tipo de elevador não permite o transporte de pessoas.
- **Equipamentos de elevação para pessoas de mobilidade reduzida (monolift)** - Esta gama de produtos, composto por cadeiras e plataformas elevatórias com cabinas, destina-se, como o próprio nome indica, ao transporte de pessoas com mobilidade reduzida.

Para um melhor entendimento dos elevadores, far-se-ão algumas considerações acerca dos seus principais componentes.

## **2.1 Tipos de elevadores**

Os elevadores podem classificar-se de diferentes formas em função de factores como as características dos mesmos, nomeadamente: velocidade, carga; a sua localização (à intempérie ou no interior do edifício); o tipo de instalação (habitação, edifício público); o sistema de accionamento, etc. (O detalhe pode ser consultado no **Anexo 2 - Sistemas de Elevação Vertical para Transporte de Pessoas – Tipos de elevadores**, do presente trabalho).

Normalmente, os elevadores de reduzida carga nominal e reduzida velocidade, são aplicados entre edifícios residenciais de gama média / baixa, e correspondem à solução tecnicamente menos avançada. Os elevadores de maior carga nominal e maior velocidade são usados em escritórios, hotéis, superfícies comerciais, edifícios públicos, como sejam escolas e aeroportos.

Resumidamente apresenta-se os dois grupos principais de elevadores:

- **Elevadores de accionamento eléctrico**
- **Elevadores de accionamento hidráulico**

### **2.1.1 Elevadores de accionamento eléctrico**

O elevador de accionamento eléctrico, vulgarmente designado por elevador eléctrico, é um equipamento cuja cabina é suspensa por cabos, normalmente de aço, que passam por uma roda de aderência, accionada por um motor eléctrico com ou sem redutor.

#### **i) Elevadores eléctricos com casa de máquinas.**

É o elevador eléctrico tradicional. A casa de máquinas pode situar-se em cima da caixa no seguimento da mesma, pode-se situar em cima afastada da caixa, sendo designada como recuada e havendo rodas de desvio que permitem a queda de cabos para a cabina e contrapeso, na prumada vertical da caixa. Pode ser em baixo recuada, tendo também rodas de desvio e o tipo de suspensão neste caso não pode ser directa.

#### **ii) Elevadores eléctricos sem casa de máquinas.**

Este elevador não necessita de casa de máquinas. A máquina e o limitador de velocidade instalam-se na zona superior da caixa do elevador. O comando, o quadro parcial e o sistema de resgate são instalados num patamar, junto à caixa – por regra no ultimo piso superior.

Existem soluções no mercado em que a máquina, limitador e o comando são instalados no interior da caixa, normalmente no último piso inferior, junto ao poço. Nestes casos é instalado um armário de manobra mais simples com o quadro parcial, sistema de resgate e porta de comunicação com a manobra no último patamar inferior.

### **Tipo de suspensão**

Paralelamente ao tipo de solução utilizada para a casa das máquinas, é normal agrupar os elevadores eléctricos pelo tipo de suspensão. Denomina-se suspensão à relação entre a velocidade linear da roda tractora e a velocidade da cabina. Existem dois tipos de suspensão: Suspensão directa e Suspensão diferencial

## **2.1.2 Elevadores de accionamento hidráulico**

O elevador de accionamento hidráulico, vulgarmente designado por elevador hidráulico, é aquele em que os movimentos de, arranque, subida, descida e paragem de cabina são assegurados através de uma central hidráulica. Esta central tem um grupo electro-bomba, o qual é composto por uma turbina e o respectivo motor eléctrico. A central hidráulica para além de ter estes componentes tem uma tina para depósito do óleo, válvulas de comando no topo da tina, um kit bóia que permite indicar a posição da cabina no interior da caixa face ao nível de óleo existente em cada momento no seu interior; válvulas para as manobras de socorro em subida ou em descida e uma torneira de corte do fluxo do óleo hidráulico. O movimento da cabina é transmitido através do(s) cilindro(s), o qual se move devido à força que lhe é transmitida pelo óleo injectado a elevada pressão pelo grupo electro-bomba.

Este tipo de elevadores apresenta como grande vantagem o facto da localização da casa de máquinas ser muito flexível, visto o óleo ser transmitido do grupo hidráulico para o(s) cilindro(s) através da tubagem. Em virtude destes elevadores não possuem contrapeso, a potência necessária para mover a cabina no sentido ascendente é duas a quatro vezes maior que a potência de um elevador de accionamento eléctrico. No entanto, no sentido descendente a potência é quase nula, uma vez que o movimento é originado através do retorno do óleo por efeito de gravidade.

Existem dois tipos de elevadores hidráulicos a nível de impulsão: impulsão directa e impulsão diferencial. Existem dois tipos de Elevadores hidráulicos a nível de suspensão: suspensão 1:1 e suspensão 2:1

### 2.1.3- Elevadores de accionamento eléctrico com cinta

Uma mudança possível de se realizar num elevador convencional de accionamento eléctrico é a alteração no tipo de cabos de aço de tracção, aplicados a máquinas sem redutor, com motor de acoplamento directo à roda de tracção. O diâmetro dos cabos pode ser substancialmente reduzido, podendo-se aumentar o número de cabos aplicados e alterar o tipo de máquinas.

Esta solução em particular é aplicada a máquinas de acoplamento directo, consistindo no revestimento dos cabos de suspensão com poliuretano, (material bastante utilizado nas



construções em projectos de isolamento acústico e divisórias, pela durabilidade, boa flexibilidade a baixas temperaturas, grande capacidade de suportar cargas e alta resistência à accionamento e compressão).

**Fig. 2.2 Cinta com cabos de aço flexíveis, revestida a poliuretano [18]**

Este tipo de material é muito mais flexível e se num cabo convencional precisar-se-ia de uma roda de accionamento de 45 a 70 cm e cabos de 10 mm ou 12 mm para elevadores normalizados, com a cinta a roda de accionamento foi reduzida para apenas 8 cm e os cabos passaram para 4 mm. Com isso, conseguiu-se eliminar as engrenagens, instalar no topo o novo sistema de máquinas, agora menor, e sem necessidade de qualquer lubrificação adicional”

A base tecnológica fundamenta-se na substituição dos tradicionais cabos de aço (normalmente, de núcleo têxtil) por umas cintas de poliuretano reforçadas com cabos de aço de alta resistência, que na OTIS são denominadas por CSB (*Coated Steel Belts*). [18] e [19]

Estas cintas têm as seguintes características:

- No interior das cintas existem 12 cabos de aço de elevada resistência, para que a quantidade de aço seja maior que nos cabos de aço tradicionais utilizados na mesma aplicação.

A espessura destas cintas de aço é muito menor que o diâmetro de um cabo de aço, o que lhe atribui uma maior flexibilidade que a dos cabos tradicionais. Isto é o que permite a utilização de roda de accionamento de diâmetro muito menor do que as que se vinham a utilizar até este momento. (As características deste tipo de elevadores, encontram-se detalhadas no Anexo 3 – Elevadores de cintas).

## 2.2 Sistemas de Transporte de Pessoas de Elevação Vertical – Locais

### 2.2.1 Casa de máquinas – quando existe

Chama-se casa de máquinas ao local onde se instalam normalmente os seguintes elementos do elevador, nomeadamente: Grupos de força motriz (Conjunto máquina-motor de aderência para equipamentos eléctricos; grupo electro-bomba para equipamentos hidráulicos); Quadros de manobra; Quadro eléctrico parcial; Limitadores de velocidade (para elevadores eléctricos – nos elevadores hidráulicos a serem instalados, são-no na caixa); iluminação da casa das máquinas e iluminação de emergência, permutadores de calor (para elevadores hidráulicos); baterias de emergência e sistemas de variação de tensão e variação de frequência).

### 2.2.2 Caixa

É o local por onde se deslocam a cabina e o contrapeso (elevadores eléctricos) ou a cabina e o êmbolo (elevadores hidráulicos). As caixas, salvo em elevadores panorâmicos, devem ser fechadas, com paredes de superfície contínua; não devem ter outras aberturas que as da porta de acesso ao patamar e à cabina e as de emergência e ventilação que determina o regulamento; e não devem conter nenhum elemento alheio ao serviço do elevador. As dimensões mais importantes para definir as caixas são: largura, profundidade, poço, zonas de protecção superior e inferior da caixa e o curso.

A parte da caixa que existe por baixo do nível da paragem inferior denomina-se por **poço**. A parte da caixa desde o nível de piso da última paragem até ao tecto da caixa denomina-se por **extra-curso ou última altura**. A distância entre os níveis de piso da primeira e última paragem denomina-se por **curso**.

### 2.2.3 Patamar

É o local do edifício onde estão instaladas as portas de acesso à cabina, a botoneira de patamar para chamar o elevador e os elementos de sinalização para o utilizador.

## 2.3 Sistemas de Elevação Vertical – Componentes

Os componentes de um sistema de elevação vertical podem ser os seguintes, (cujo detalhe pode ser consultado no Anexo 4 - Sistemas de Elevação Vertical para transporte de pessoas – SEVTP (Elevadores) - Componentes do presente trabalho):

Armário de manobra

Tipos de Manobra

Tipo de gestão em bateria

Tipo de selectividade

Variador de Frequência e de Velocidade

Conjunto máquina-motor para ascensores eléctricos

com redutor (geared):

- De 1 velocidade
- De 2 velocidades
- Com encoder incremental (incremental encoder)

Máquinas sem redutor (de acoplamento directo - gearless)

Central hidráulica para ascensores hidráulicos

Dispositivos de segurança

Limitador de Velocidade

Roda Tensora

Pára-quedas

Amortecedores

Portas de Elevadores

Portas automáticas de patamar e de Cabina

Portas de batente (manuais ou semi-automáticas)

Portas de lagarto de patamar e de Cabina (manual)

Portas de lâminas (manuais e automáticas)

Portas de guilhotina (Manuais e automáticas)

Fechaduras das portas de patamar

Cabina

Arcada Cabina e Arcada Contrapeso

Roçadeiras e Rodadeiras

Contrapeso – para elevadores eléctricos

Guias de cabina e contrapeso

Êmbolo/Cilindro – para elevadores hidráulicos

### 3. Eficiência Energética nos Elevadores

#### 3.1 Introdução

Devido à cada vez maior exigência a nível de conforto, o consumo de energia eléctrica nos edifícios sofreu um grande incremento, tornando-se numa das principais razões para o aumento da quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. A poupança potencial neste sector existe e está directamente associada à utilização de equipamentos mais eficientes, à tomada de decisões a nível de investimento para a substituição dos equipamentos menos eficientes e a mudanças comportamentais a nível de utilização dos equipamentos.

A caracterização dos consumos energéticos nos sistemas de elevação permite a promoção da eficiência com o recurso às melhores tecnologias que o mercado disponha para este tipo de equipamentos. Permite também que sejam elaborados guias para as melhores praticas, procedimentos para a realização e análise dos consumos, orientação para a projecção de sistemas de elevação orientados para soluções eficientes e metodologias para a certificação energética dos equipamentos e/ou edifícios em que estejam inseridos.

Existem estudos já executados e que servem de apoio para a análise da caracterização da eficiência energética dos elevadores existentes, nomeadamente:

- E4 Project - Energy-Efficient Elevators and Escalator (2007-2010) – Projecto suportado pelo Programa: Intelligent Energy Europe da Comissão Europeia – [www.e4project.eu](http://www.e4project.eu);

- Energy Efficiency of Lifts – Projecto de Pesquisa (2005) da Swiss Agency for Efficient Energy Use [ S \* A \* F \* E ] – [www.energy-efficiency.ch](http://www.energy-efficiency.ch) e da swissenergy – [www.swiss-energy.ch](http://www.swiss-energy.ch) com o relatório final disponível em [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)

- Guidelines on Energy Efficiency of Lifts and Escalator Installations – 2000 Edition – from Energia eléctrica and Mechanical Services Department – of The Government of the Hong Kong Special Administrative Region- Code of Practice for – Energy Efficiency of Lift and Escalator Installations – 2005 Edition – [www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/eersb.shtml](http://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/eersb.shtml)

Durante o presente trabalho são apresentados os estudos efectuados pelo grupo E4.

Os elevadores têm um ciclo de vida elevado, pelo que a implementação de novas tecnologias, no parque existente, carece de um grande período de execução. [20]

A correcta caracterização do consumo energético e do tipo de tecnologia instalada nos elevadores existentes, revela-se de extrema importância no sector terciário da União Europeia, assim como a promoção do uso eficiente da energia eléctrica, através da aplicação de

tecnologias com um bom rácio de custo - eficiência energética que existam no mercado ou que estejam a ser desenvolvidas.

Conforme já referido anteriormente no capítulo 1, actualmente existem cerca de 4,8 milhões de elevadores na Europa a 27, acrescidas da Suíça e da Noruega. Cerca de um terço dos equipamentos estão instalados no sector terciário (cerca de 1,6 milhões de elevadores). Estes são responsáveis por uma quantidade significativa (3 % a 8 %) do consumo de energia eléctrica nos edifícios. Assim, é muito importante caracterizar este tipo de consumo energético nesse sector de actividade. Actualmente os elevadores e escadas e tapetes rolantes representam 1% do total de consumo de energia eléctrica no sector terciário. [20]

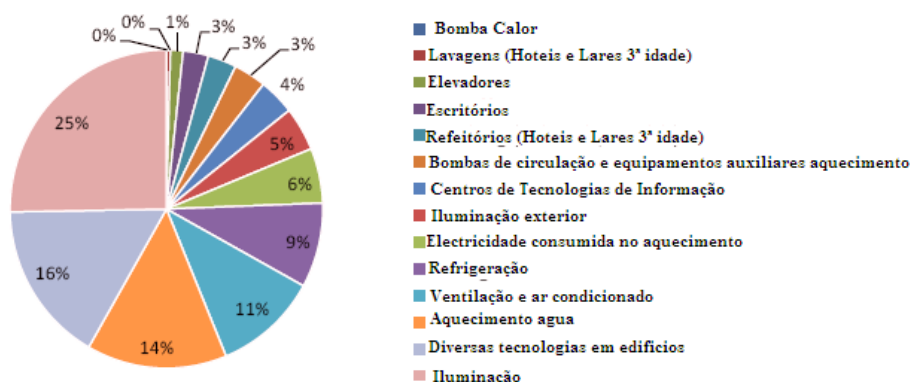


Fig. 3.3 Quota de consumo energético no sector terciário na UE-27 [20]

Os novos equipamentos a instalar deverão de ser projectados com base nas soluções tecnologicamente mais avançadas a nível de eficiência energética, em detrimento de soluções que possam vir a ser adoptadas por imposições estéticas ou de custo de investimento de um qualquer promotor de um projecto.

Podem ser obtidos ganhos significativos de eficiência energética, com recurso às novas tecnologias e às melhores práticas do mercado. Motores, redutores, conversores regenerativos, bons sistemas de software para a gestão, optimização dos tipos de contrapeso, accionamento directa versus accionamento por sistemas de cabos de suspensão, iluminação das cabinhas temporizada e com lâmpadas eficientes energeticamente ou sistemas hidráulicos eficientes, são alguns exemplos de optimizações possíveis de realizar nos elevadores colocando os valores de ganhos de eficiência que podem ir até aos 80% por comparação com os menos eficientes. [20]

De acordo com a ANIEER, em Portugal, no mercado de elevadores existem cerca de 140.000 elevadores, representando cerca de 3% do mercado Europeu. Cerca de 90% dos equipamentos são de accionamento eléctrico, sendo os restantes de accionamento hidráulico. Na Europa o mercado de elevadores hidráulicos representa cerca de 60%. Em Portugal, actualmente, o

mercado de elevadores eléctricos com máquinas com redutor, representa cerca de 80% e os restantes 10% são representados pelas máquinas de acoplamento directo (gearless). [21,22]

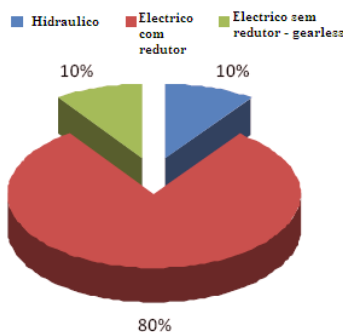


Fig. 3.4 Distribuição dos elevadores por tipo de tecnologia [22]

Cerca de 70% dos elevadores são instalados no sector Habitacional, seguido dos instalados nos edifícios de escritórios (15%), hotéis (8%), hospitais (4%) e centros comerciais (2%). Os restantes 1% dizem respeito a outro tipo de edifícios, como por exemplo estações do metropolitano ou dos caminhos-de-ferro, lares de terceira idade e instalações fabris. [22]

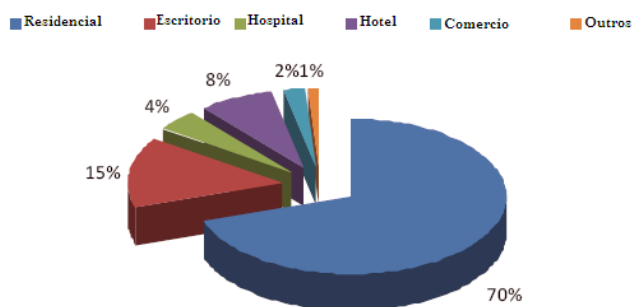


Fig. 3.5 Distribuição dos elevadores por tipo de edifício [22]

A caracterização dos elevadores pode ser mais segmentada de acordo com as seguintes características, com as respectivas distribuições pelo tipo de edifício:

- Carga nominal a transportar;
- Velocidade de deslocação do equipamento;
- Potência necessária para o accionamento – em função do tipo de motor de accionamento; Curso a percorrer e velocidade associada;

Na publicação do grupo E4 - Energy Efficient Elevators & Escalators D2.2 - Country Report – Portugal - pode ser consultada a caracterização detalhada do parque de elevadores em Portugal de acordo com o relatório apresentado pelo Grupo. [22]

### 3.2 Perfil de consumos dos elevadores – enquadramento em Portugal

A nível de perfil de consumos dos elevadores e respectiva contribuição para o consumo energético em Portugal, a ANIEER disponibilizou informação do parque português que

permitiu efectuar as seguintes estimativas, tendo essa entidade seguido parcialmente o método de calculo definido pelo grupo E4 e tendo incluído as seguintes assumções: [22]

- **Potencia activa em modo de standby**

Valor médio entre os valores obtidos das medições efectuadas pelo estudo Suíço de 2005 e das medições efectuadas pelo grupo E4. É importante referir que o valor da potencia activa em modo de standby tem um grande intervalo de variação, em função do tipo de edifício, tipo de sistema de accionamento, dimensão do elevador, etc., levando à introdução de algumas incertezas nessas estimativas. A potência activa estimada em modo standby para cada tipo de edifício é o seguinte: Habitacional – 250 W , Escritórios – 300 W, Hospitais – 400 W, Hotéis – 350 W, Edifícios Comerciais – 300 W e outros – 150 W. [22]

- **Consumo em funcionamento**

Factor médio da carga nominal (analisar metodologia do projecto do grupo E4 – Anexo 9 do presente trabalho)

o **Accionamento eléctrico** - 35 %, assume-se que 50% da carga é compensada pelo contrapeso – a regeneração não é considerada neste factor.

o **Accionamento hidráulico** – 30 %, o peso da cabina vazia é assumido como igual à carga nominal, não havendo contrapeso.

O rendimento dos sistemas baseia-se em valores médios dos componentes mais importantes: motor eléctrico, tipo de bomba do sistema hidráulico, sistema de accionamento; tipo de suspensão.

O rendimento dos motores é baseado no sistema de classificação CEMEP – Comité Européen de Constructeurs de Machines (detalhado no anexo 6 - Motor Efficiency Classes). Nos elevadores antigos, aos motores era-lhes atribuída a classificação EFF3 – que actualmente pela nova norma EN 60034-30:2009, não são sequer classificáveis a nível de rendimento (**IE = International Efficiency**). Aos motores instalados na década de 1990 é-lhes atribuída a classificação IE1 – eficiência standard (equivalente à antiga EFF2). Nos motores dos elevadores mais recentes é-lhes atribuída a classificação IE2 – rendimento elevado (equivalente à antiga EFF1). A evolução tecnológica deverá permitir a construção de motores com a classificação IE3 onde se atinge a excelência no rendimento energético. O método de medição do rendimento energético nos motores trifásicos assíncronos de baixa tensão foi revisto com a norma EN 60034-2-1:2007, que sofrerá uma revisão em Novembro de 2010. [23]

O rendimento típico de um motor com redutor é de cerca de 60%, enquanto num sistema com suspensão 2:1 as perdas são de cerca de 10%. As bombas nos sistemas hidráulicos têm um

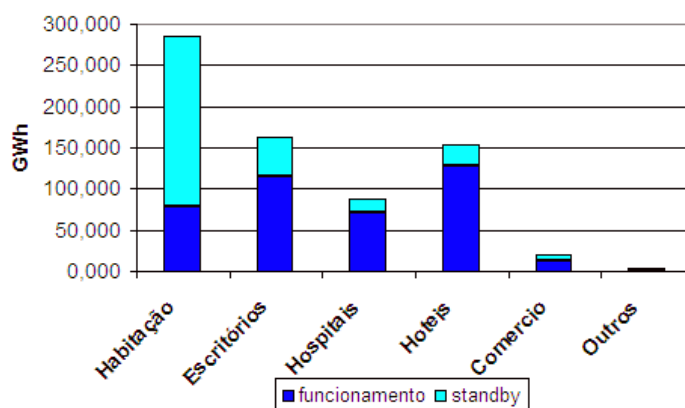
rendimento de cerca de 70%. O valor médio estimado para o rendimento dos sistemas de elevação em Portugal é de 64 %. [22] Na tabela seguinte apresentam-se os consumos estimados para o parque de elevadores em Portugal.

**Tabela 3.1 Consumo estimado dos elevadores em Portugal [22]**

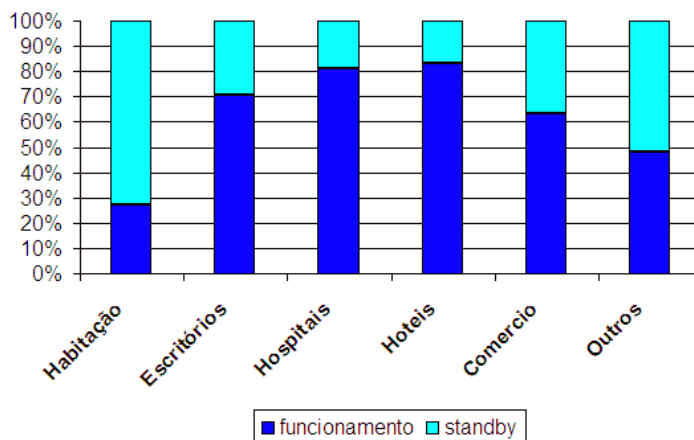
Sector	Numero de Unidades	Consumo Anual de Electricidade (em modo funcionamento) (GWh)	Consumo Anual de Electricidade (em modo standby) (GWh)	Consumo Anual de Electricidade (Total) (GWh)
Habitación	97.500	78.156	206.660	284.816
Escritórios	21.000	115.933	47.496	163.429
Hospitais	6.000	71.389	16.455	87.844
Hoteis	11.100	128.078	25.430	153.508
Comercio	3.000	12.648	7.296	19.944
Outros	1.500	1.791	1.935	3.726
<b>Total</b>	<b>140.100</b>	<b>407.995</b>	<b>305.272</b>	<b>713.267</b>

O consumo total estimado de energia eléctrica, nos elevadores, é de cerca de 713 GWh, o que representa 1,47 % da energia eléctrica total consumida em Portugal.

A figura seguinte indica o consumo absoluto e relativo de energia eléctrica nos elevadores, quando estão em modo de funcionamento ou em standby.



**Fig. 3.6 Consumo anual absoluto de energia eléctrica para cada tipo de edifício (GWh) [22]**



**Fig. 3.7 Consumo anual relativo de energia eléctrica para cada tipo de edifício (%) [22]**

Os elevadores em Portugal são responsáveis indirectamente pela emissão de 263.909 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. [22]

### **3.3 Legislação aplicável e evolução legislativa**

A evolução tecnológica na indústria dos sistemas de elevação ocorria por factores não associados à questão da eficiência energética. A necessidade de aumentar a velocidade de deslocação do elevador; problemas de redução dos ruídos provocados pelos sistemas de accionamento e comando; necessidade de incremento do conforto dos passageiros; necessidade de reduzir o espaço ocupado pelo elevador na caixa, no poço, na ultima altura e na casa das máquinas; conceitos de concepção dos elevadores; necessidade de melhor o sistema de comando do elevador; necessidade de melhorar as informações para os utilizadores; incremento dos sistemas de segurança para os utilizadores e para os técnicos de manutenção. Todos estes factores contribuíram em maior ou menor grau para a evolução tecnológica dos elevadores. [22]

O incremento das regras de segurança, forçou a implementação de novas tecnologias, em conformidade com a norma SNEL - Safety Norm for Existing Lifts, que derivou da aplicação da legislação europeia para a construção e instalação de novos elevadores – EN81-80:2003.

Para além disso, a procura de produtos mais eficientes energeticamente e a imposição para a construção de edifícios ecológicos, contribuiu para que a indústria da elevação efectuasse evoluções tecnológicas neste sentido, respondendo assim ao incremento da procura.

O incremento do preço da energia eléctrica também contribuiu para a pesquisa de soluções mais eficientes. Em muitas aplicações, o custo da energia eléctrica durante a duração do equipamento, representa um custo superior ao do investimento inicial no equipamento, pelo que o investimento em tecnologias mais eficientes torna o investimento rentável.

No entanto, o incremento no recurso a soluções electrónicas contribuiu para o aumento da potencia activa dos sistemas em modo de standby, que em alguns tipos de edifícios representa a maior percentagem de consumo.

Legislação mais apertada no sentido de garantir a acessibilidade aos edifícios por pessoas de mobilidade reduzida e o envelhecimento da população também contribuíram para o acréscimo do mercado de elevadores e, conseqüentemente, para o aumento da procura de energia eléctrica.

Conceitos ambientais desencadearam, nas últimas décadas, o surgimento de inúmeras políticas de conservação com o objectivo de incrementar a sustentabilidade do mundo. A Europa tomou a liderança neste processo de mudança, implementando medidas legislativas, especialmente nos equipamentos eléctricos e electrónicos. As directivas mais relevantes são:

- Quadro legislativo sobre o consumo de energia nos produtos eléctricos – (EuP, 2005/32/EC)  
A directiva ecológica foi adoptada em 2005, estabelecendo um quadro legislativo sobre o qual os fabricantes de produtos consumidores de energia eléctrica, são obrigados desde a fase de projecto, de desenvolver equipamentos mais eficientes e que causem um menor impacto ambiental - <http://eup-directive.com/>

- Directiva sobre Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos – (WEEE, 2005/96/EC). É definida a gestão dos resíduos deste tipo de equipamentos. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0024:0038:PT:PDF>

- Directiva sobre a restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos – (RoHs, 2002/95/EC). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:PT:PDF>

- Directiva sobre a performance energética dos edifícios – (EPB, 2002/91/EC). [http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/energy\\_efficiency/l27042\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/l27042_en.htm)

Com o objectivo de entender o potencial de poupança energética nos edifícios esta directiva foi implementada. No entanto, os elevadores e as escadas e os tapetes rolantes não foram incluídos no âmbito das directivas WEEE e RoHS e também não foram explicitamente incluídos no âmbito da EPB. A directiva sobre a performance energética dos edifícios – (EPB, 2002/91/EC), foi transposta para a legislação nacional sobre a forma de três decretos-lei, nomeadamente:

□ Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril - aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios e transpõe parcialmente para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios – artigo 7º e 10º;

□ Decreto-lei 79/2006 – aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) – artigo 8º e 9º;

□ Decreto-lei 80/2006 – aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – artigo 3º até 6º.

Conforme já referido, infelizmente a directiva EPB, 2002/91/EC não inclui os sistemas de elevação, que podem contribuir para um grande consumo de energia eléctrica nos edifícios, particularmente no sector terciário. Existem em curso projectos a nível europeu e mundial, que poderão servir de base para directivas e normas, destacando-se os seguintes:

- Implementação do DRAFT ISO/DIS 25745 – 1 – Energy performance of lifts and escalators – Part 1: Energy measurement and conformance, que permite efectuar registos dos consumos energéticos dos elevadores em standby e em modo de operação, permitindo fazer uma

- Implementação de norma alemã VDI 4707 / Part 1 – Lifts – Energy efficiency - VDI manual Building Services - Volume 5: Transportation systems, que visa analisar a eficiência energética dos elevadores, tendo por base a metodologia de registo dos consumos energéticos definidos no DRAFT da norma ISO/DIS 25745 – 1 e catalogar energeticamente os elevadores - [http://www.vdi.de/401.0.html?&L=1&tx\\_vdirili\\_pi2\[showUID\]=92642](http://www.vdi.de/401.0.html?&L=1&tx_vdirili_pi2[showUID]=92642)

### 3.4 Áreas de actuação no elevador

As áreas que podem influenciar a eficiência energética são as seguintes: [24]

- ❖ Potência eléctrica máxima necessária;
- ❖ Gestão da energia nos sistemas de controlo
- ❖ Capacidade de carga
- ❖ Tráfego associado
- ❖ Qualidade da energia eléctrica da rede

#### 3.4.1 Potência eléctrica máxima necessária pelo elevador

Este tipo de requisito indica em ultima análise a performance do elevador a nível de consumo energético. A potência eléctrica necessária pode ser medida com a carga nominal no interior da cabina (situação onde o consumo de energia eléctrica é máximo num ciclo de viagem). Como as viagens não são sempre realizadas com a carga nominal, variando entre viagem com a cabina vazia e viagens com ocupação não total, torna-se necessário definir a forma de efectuar ensaios para análise do consumo energético no elevador com este em funcionamento.

O guia para a análise da eficiência energética do EMSD de Hong Kong, baseia a sua parametrização com as leituras a serem realizadas com a cabina a movimentar-se com a carga nominal. [24] O DRAFT ISO/DIS 25745-1 baseia as leituras tendo por base a movimentação da cabina sem carga. [25] O estudo seguido pela SAFE também considerou que as leituras devem ser efectuadas sem carga na cabina. [26] A Norma VDI 4707 que se baseia no estudo da SAFE segue a mesma linha. [27]

**Assim considera-se para o presente trabalho que as medições deverão ser realizadas com a cabina sem carga.** Este tipo de medições permite fazer a comparação entre as leituras efectuadas pelo autor com o estudo efectuado pelo grupo E4 e permite posteriormente analisar

os equipamentos a nível de caracterização da sua eficiência energética, de acordo com a norma VDI 4707.

Inúmeros factores afectam o consumo de energia. No caso de elevadores de accionamento eléctrico, o peso da cabina/arcada/carga nominal é normalmente contrabalançado pelo peso colocado no contrapeso. O contrapeso é normalmente tareado para ter o peso da cabina/arcada de cabina, acrescido de 45% a 50% da carga nominal

Outros factores que também afectam o consumo de energia do elevador são:

- ❖ O rendimento do motor;
- ❖ O atrito das roçadeiras de cabina e de contrapeso nas guias respectivas;
- ❖ O sistema de comando;
- ❖ O tipo de sistema de accionamento;
- ❖ O tipo de suspensão;
- ❖ O tipo de iluminação instalada na cabina.

Para os elevadores hidráulicos, o peso morto da cabina é o factor predominante para o valor máximo de energia consumida, sendo que este tipo de elevador não tem contrapeso. Neste tipo de elevadores é comum ter uma suspensão 2:1; não sendo muito usual haver elevadores em que o êmbolo faz um ataque directo à carga a elevar.

### **3.4.2 Gestão da energia activa nos sistemas de controlo do elevador**

Os sistemas de gestão dos elevadores devem permitir o acesso a equipamentos de medição ou, se possível, devem possuir componentes que informem dos seguintes parâmetros de controlo:

- ❖ Tensão;
- ❖ Corrente (Linha e Neutro);
- ❖ Factor de potência total –  $\cos \varphi$ ;
- ❖ Energia Consumida;
- ❖ Potência e consumo máximo de energia esperado.

Essas leituras permitiriam obter uma melhor análise dos consumos de energia activa no elevador, no decurso de uma auditoria energética a um edifício e permitiria dar informações ao proprietário(s) do edificio, sobre quais são os custos de operação dos sistemas de transporte vertical que utilizam.

### 3.4.3 Capacidade de carga

A utilização de cabina com menor carga permite o recurso a sistemas de accionamento de menor capacidade. Os sistemas de comando também terão contactores no circuito de potência, com menor calibre, implicando uma menor utilização de energia para efectuar a gestão dos elevadores. Este factor é de extrema importância para a análise do consumo energético de um elevador.

A nível de Portugal a carga nominal a transportar caracteriza o tipo de equipamento que esteja ao serviço. No sector habitacional encontra-se a seguinte distribuição: [22]

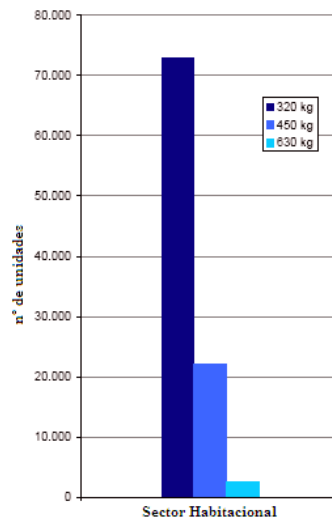


Fig. 3.8 Distribuição de acordo com a carga [22]

### 3.4.4 Tráfego associado ao elevador

Como regra para se efectuar um estudo de tráfego pode-se seguir uma das seguintes premissas:

- ❖ Velocidade do elevador superior a 1,5 m/s
- ❖ O edificio tem mais de 10 pisos servidos;
- ❖ Tipo de utilização do elevador – Hospital; Hotel; Escritórios; Centro Comercial

Os elevadores podem ser instalados como unidades individuais ou como um grupo de unidades, normalmente designado por bateria de elevadores. Em sistemas de multi-unidades, podem ser utilizados sistemas de gestão integrada, como a gestão em duplex (duas unidades); triplex (três unidades) ou quadplex (quatro unidades).

As necessidades dos passageiros variam durante o dia, em função do tipo de edifício em análise. [17]

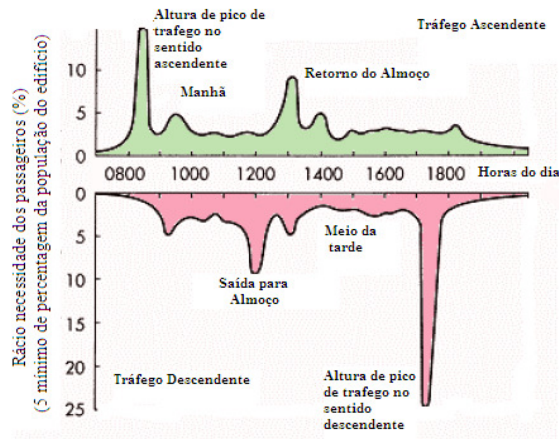


Fig. 3.9 Exemplo clássico de tráfego num edifício de escritórios [17]

Para responder à necessidade de gestão do tráfego, foram desenvolvidos diversos algoritmos, no sentido de definir a estratégia para otimizar a utilização da bateria de elevadores, como por exemplo:

- Diminuição do tempo de espera dos passageiros;
- Diminuição do tempo de viagem;
- Maximizar a carga em utilização nas cabinas;
- Minimizar o consumo de energia.

No Anexo 7 pode ser consultado com mais detalhe o sistema de gestão de tráfego da ThyssenKrupp (Thyssen Destination Selection Control). A ThyssenKrupp é detentora de uma patente referente a um algoritmo de gestão de tráfego. Esse algoritmo entra em linha de conta, também, com a gestão da energia consumida, pois prevê o consumo energético para cada viagem do elevador e para qualquer carga que esteja no interior da cabina. Procura adotar a otimização do tráfego com o consumo energético, havendo um compromisso entre o consumo energético e a performance do elevador. [28]

Na figura seguinte pode-se analisar o compromisso entre a poupança de energia e as performances de gestão de tráfego do elevador.

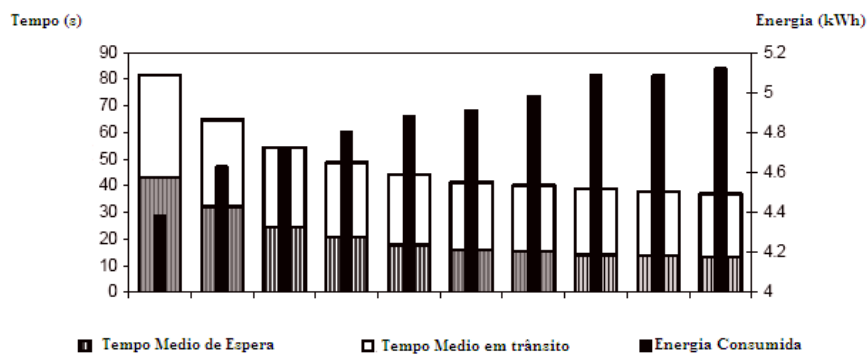


Fig. 3.10 Gráfico que demonstra o compromisso entre poupança energia e performance de tráfego [28]

É evidente que a forma como os elevadores são controlados, tem um forte impacto no consumo de energia. Com a distribuição eficiente os passageiros, utilizando o mínimo de viagens, arranques e paragens, número de elevadores utilizados, a energia consumida é reduzida substancialmente. Sistemas de controlo menos eficientes provocam maior tempo de espera, podem conduzir a uma utilização incorrecta do sistema devido aos utentes ficarem impacientes (ex: pressionar ambos os botões de subida e descida), degradando-se assim a qualidade do serviço.

Podem aplicar-se algumas estratégias, nomeadamente: - Desligar elevadores durante os períodos de reduzida necessidade de tráfego; - Localização correcta dos equipamentos; - Utilização de algoritmos avançados; - Monitorização dos elevadores; - Parquear elevadores em determinados pisos ou colocar dois elevadores em serviço na mesma caixa, especialmente em períodos de reduzida necessidade de tráfego.

Complementarmente, à gestão do tráfego, pode-se instalar um sistema de monitorização dos elevadores, no sentido de otimizar a sua utilização, (no Anexo 8 pode-se obter informação adicional sobre o sistema de monitoring da ThyssenKrupp Elevadores).

### 3.4.5 Qualidade da alimentação eléctrica

A qualidade da energia eléctrica da rede é afectada essencialmente pela distorção harmónica. A presença de harmónicas na rede eléctrica é indicador que existe uma onda de tensão ou de corrente deformada. A deformação da onda de tensão ou de corrente significa que a distribuição de energia eléctrica é perturbada e que a Qualidade de Energia não é óptima. [29]

As correntes harmónicas são geradas pelas cargas não-lineares ligadas à rede. A circulação das correntes harmónicas gera tensões harmónicas resultantes nas impedâncias da rede e consequentemente numa deformação da tensão de alimentação.



Fig. 3.11 Esquema unifilar representando a impedância do circuito de alimentação [29]

Antigamente predominavam cargas lineares com valores de impedância fixos (iluminação incandescente, cargas de aquecimento, motores sem controle de velocidade). Actualmente, há cargas não-lineares geradoras de poluição eléctrica (harmónicas). Os dispositivos geradores de harmónicas existem em todos os sectores industriais, comerciais e domésticos.

As harmónicas têm um impacto económico considerável:

- Envelhecimento precoce do material levando a substituí-lo mais cedo, a menos que seja sobredimensionado.
- As sobrecargas da rede obrigam a aumentar a potência necessária, e implicam, a menos que haja um sobredimensionamento das instalações, perdas suplementares,
- As deformações da corrente provocam disparos intempestivos e a paragem dos equipamentos.

Os efeitos negativos da existência das harmónicas na rede são os seguintes:

- **Perdas energéticas** - As perdas por efeito Joule induzidas pelas correntes harmónicas nos condutores e equipamentos têm origem de perdas energéticas suplementares.

- **Redução da vida dos materiais** - Quando a tensão da alimentação apresenta uma taxa de distorção próximo de 10%, a duração da vida dos aparelhos é reduzido de maneira sensível. Segundo o tipo de aparelho, foi estimada a redução da vida útil em: 32,5% para os variadores, 18% para as máquinas trifásicas, 5% para os transformadores. [29]

- **Disparos intempestivos e paragem da instalação** - Os disjuntores de uma instalação são submetidos a picos de correntes causadas por harmónicas. Estes picos de correntes provocam disparos intempestivos e induzem custos ligados ao tempo de paragem até à reposição em funcionamento da instalação.

Para se conhecer o limite aceitável de harmónicas na rede eléctrica, deve-se efectuar a leitura da Distorção Harmónica Total (THD), sendo que no elevador a leitura é efectuada no momento em que a cabina se desloca no sentido ascendente e numa situação em que a cabina tem carga nominal. A Distorção Harmónica Total, produzida pelo accionamento do sistema de accionamento do elevador, medida na ligação entre a alimentação eléctrica a fornecer ao motor e a coluna dos serviços comuns, não pode ultrapassar os valores constantes na seguinte tabela: [30]

**Tabela 3.2 Valores máximos de THD em função da corrente nominal do motor [30]**

Corrente Nominal do motor	THD Máximo (%)
$I < 40 \text{ A}$	40
$40 \leq I \leq 80 \text{ A}$	35
$80 \leq I \leq 400 \text{ A}$	22,5
$400 \leq I \leq 800 \text{ A}$	15

Na eventualidade de os valores de THD serem ultrapassados, devem ser efectuadas as seguintes acções: - Instalação de filtro activo (ou compensador activo). A aplicação deste filtro ocorre, normalmente, em instalações que têm equipamentos geradores de harmónicas de potência total inferior a 200 kVA (p.ex: sistemas de variação de frequência, alimentações sem

interrupções, etc.) e que necessitam de uma redução da taxa de distorção para evitar as sobrecargas. [30]

Estes filtros são sistemas electrónicos de potência instalados em série ou em paralelo com a carga não-linear, visando compensar quer as tensões harmónicas quer as correntes harmónicas geradas pela carga.

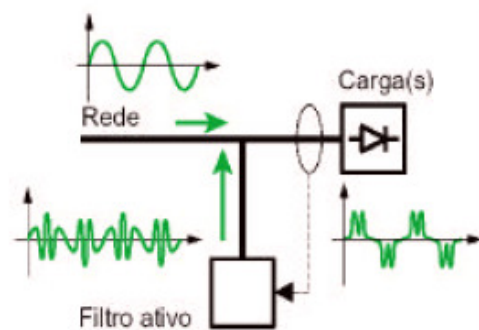


Fig. 3.12 Filtro activo [29]

### 3.5 Factores que afectam o consumo de energia

A energia é consumida pelo elevador principalmente nas seguintes categorias: [24]

- ❖ Por atrito, perda durante o percurso da cabina / contrapeso;
- ❖ Perdas dinâmicas durante o arranque e a paragem;
- ❖ Trabalho produzido para elevar ou descer o elevador, transferência de energia potencial;
- ❖ Consumo da iluminação da cabina – permanente ou temporizada; tipo de lâmpadas aplicadas;
- ❖ Regeneração para o sistema de alimentação.

Geralmente a aproximação para a gestão eficiente da energia é feita pela minimização das perdas por atrito e pelas perdas dinâmicas do sistema.

Existem muitos factores que podem afectar essas perdas no sistema do elevador, nomeadamente:

#### 1. Características do equipamento

- ❖ O tipo de controlo do motor de accionamento (contactores; VVVF);
- ❖ A decoração interna da cabina;
- ❖ Formas de redução da atrito nas partes moveis (rodadeiras em vez de roçadeiras; sistema de lubrificação automática e permanente)

- ❖ O tipo de elevador;
  - ❖ A velocidade do elevador;
  - ❖ O tipo de sistema de accionamento;
  - ❖ O tipo de suspensão.
2. Características da instalação / edifício
- ❖ O tipo de população do edifício;
  - ❖ O tipo de edifício;
  - ❖ A gestão do edifício (Porteiro / Segurança).
3. A configuração do elevador
- ❖ A sua localização;
  - ❖ A gestão integrada de dois ou mais elevadores;
  - ❖ O tipo de funcionalidades do sistema de comando (selectividade; sistema de gestão de tráfego; monitoring).

### **3.6 Princípios gerais para obter a eficiência energética**

Em geral os princípios que nos permitem atingir a eficiência energética nos sistemas de elevação, são os seguintes:

- ❖ Componentes do elevador com bons rendimentos a nível energético;
- ❖ Não sobredimensionar o sistema do elevador (Ex: velocidade excessiva; carga nominal desnecessária; informações ao utilizados desnecessária – indicador de posição, em todos os patamares);
- ❖ Localização correcta dos acessos ao elevador e acessibilidade à casa das máquinas;
- ❖ Sistema de comando e sistema de gestão da energia adequados;
- ❖ Utilização de materiais leves na decoração da cabina (Ex: não utilizar pedra mármore no pavimento da cabina);
- ❖ Correcta conservação da casa das máquinas (Ex: Ausência de humidades; temperatura no interior correcta; ausência de poeiras; boa ventilação).

### **3.7 A eficiência energética - elevador de accionamento eléctrico ou de accionamento hidráulico**

No presente trabalho analisar-se-á apenas o sistema de transporte vertical – elevador. Neste tipo de transporte existe basicamente dois tipos de sistemas de accionamento – Eléctrico ou Hidráulico (conforme referido no capítulo 2). Do ponto de vista da performance energética os elevadores de accionamento eléctrico são mais eficientes que os de accionamento hidráulico.

Nos elevadores hidráulicos, uma quantidade muito grande de energia é desperdiçada no aquecimento do fluído hidráulico, quando se está a aumentar a pressão hidráulica. Algumas instalações necessitam de permutadores de calor para retirar a energia calorífica em excesso, de forma a evitar sobreaquecimento. Para além disso o elevador hidráulico não é instalado com sistema de contrapeso e o motor tem que ter dimensão suficiente para elevar a carga suspensa, nomeadamente:

- Elevador ataque directo - peso cabina + arcada + carga nominal ;
- Elevador de suspensão 2:1 – (peso cabina + arcada + carga nominal) / 2

No elevador de accionamento eléctrico, a carga máxima a ser elevada em situações normais é apenas metade da carga nominal. Assim, deve-se evitar o recurso a elevadores hidráulicos, se não houver restrições à utilização de sistemas de accionamento eléctrico.

#### **3.7.1 Gestão da energia eléctrica no motor de accionamento eléctrico**

A energia eléctrica é convertida em energia cinética no motor da máquina de accionamento, e a forma como esta conversão é realizada afecta directamente a performance energética do elevador. Existem diferentes tipos de gestão dos motores de accionamento, como por exemplo:

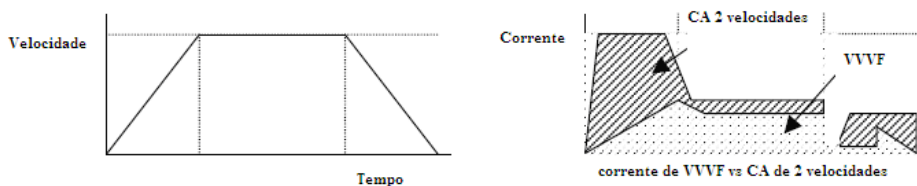
- ❖ Motores trifásicos de uma velocidade;
- ❖ Motores trifásicos de duas velocidades;
- ❖ Motores trifásicos assíncronos em malha aberta, com a gestão da potência mecânica do motor a ser efectuada por um equipamento que faz variar a tensão e a frequência;
- ❖ Motores trifásicos assíncronos em malha fechada, com a gestão da potência mecânica do motor a ser efectuada por um equipamento que faz variar a frequência e a tensão e com a aplicação de um gerador de impulsos (encoder);
- ❖ Motores trifásico síncronos, de ímanes permanentes, em malha fechada, com a gestão da potência mecânica do motor a ser efectuada por um equipamento que faz variar a frequência e a tensão e com a aplicação de um gerador de impulsos (encoder).

Estes tipos de gestão dos motores de corrente alternada podem ter uma relação de aplicação em função da velocidade nominal do elevador.

**Tabela 3.3 Relação do tipo de motor em função da velocidade nominal [24]**

V - Velocidade nominal – m/s	Tipo de motor aconselhável
Não aconselhável	CA 1 V
$V \leq 1,0$	CA assíncrono VVVF / CA 2 Velocidades
$1,0 < V \leq 3,0$	CA assíncrono ou síncrono com VVVF
$V > 3,0$	CA assíncrono ou síncrono com VVVF

As características de operação dos dois sistemas aconselháveis numa viagem ideal entre pisos extremos podem ser representada nos seguintes diagramas de velocidade/tempo/corrente.



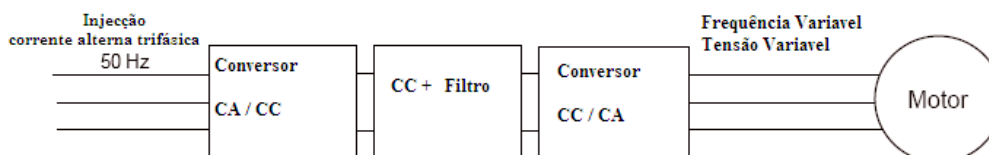
**Fig. 3.13 Diagrama de velocidade VVVF vs Corrente Alternada (CA) de 2 velocidades [24]**

A energia consumida na viagem é proporcional à área abaixo da linha da corrente à entrada do

respectivo sistema de controlo do motor:  $energia \propto \int_0^T I(t)dt$ . Pode-se verificar que

uma parte significativa da energia é consumida durante a aceleração, assim como na desaceleração. O sistema VVVF consome menos energia durante o processo de arranque/paragem do elevador.

No funcionamento real do elevador a maioria das viagens efectuadas pelo elevador não são as ideais, pelo que a velocidade nominal não é atingida. Nesses casos, o equipamento está sempre a trabalhar em ciclos de aceleração / desaceleração, onde é consumida a maioria da energia. Para além da questão energética o sistema de controlo VVVF também proporciona boa precisão de paragem e conforto. [24]



**Fig. 3.14 Configuração Geral do Variador de Frequência, Variador de Tensão (VVVF) [17]**

Os novos sistemas VVVF utilizam métodos sofisticados de controlo, designados por controlo vectorial. [17] O objectivo deste controlo vectorial é o de obter controlos independentes do binário e do fluxo num motor CA

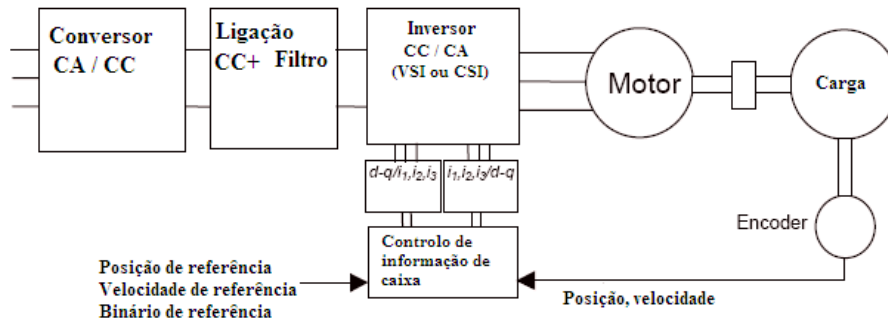


Fig. 3.15 Diagrama de blocos de motor de indução, sistema de accionamento com controlo por laço fechado [17]

A dissipação da energia de frenagem é efectuada da seguinte forma:

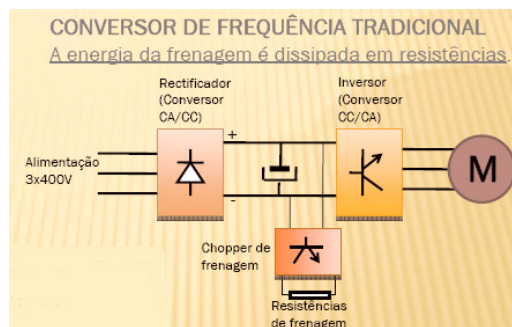


Fig. 3.16 Dissipação da energia de frenagem através de resistência em sistema com VVVF [31]

### 3.7.2 Tipo de motores

Os motores que podem ser utilizados nos elevadores de accionamento são os motores de corrente contínua (CC); os motores de corrente alternada (CA), os motores trifásicos assíncronos (ou de indução) e os motores trifásicos síncronos.

A evolução das soluções de instalação de motores segue a seguinte linha para os elevadores instalados no sector Habitacional ou em pequenos edifícios comerciais. [31]

Comando / Regulação	Máquina
•Contactores - 1 velocidade	•Motor de indução + redutor + volante de inércia
•Contactores - 2 velocidades	•Motor de indução c/ 2 enrolamentos + redutor + volante de inércia
•Velocidade variável por variação de frequência	•Motor de indução + redutor
•Velocidade variável por variação de frequência	•Motor síncrono de imanes permanentes (sem redutor) •Motor de indução (sem redutor)

Fig. 3.17 Evolução do sistema de accionamento na gama média-baixa [31]

Para os elevadores instalados nos grandes edifícios comerciais, escritórios, hotéis, hospitais, a evolução é a seguinte: [31]

Comando / Regulação	Máquina
•Velocidade variável através de gerador de corrente contínua	•Motor CC + redutor
•Velocidade variável com conversor estático de corrente contínua CA/CC	•Motor CC + redutor
•Velocidade variável por conversor a tiristores CA/CA	•Motor de indução + redutor
•Velocidade variável por variação de frequência	•Motor de indução + redutor
•Velocidade variável por variação de frequência	•Motor síncrono de imanes permanentes (sem redutor) •Motor de indução (sem redutor)

Fig. 3.18 Evolução do sistema de accionamento na gama alta [31]

Os motores de corrente contínua têm boas condições de controlo. A aceleração/desaceleração dinâmica da cabina pode ser facilmente controlada devido à estabilidade do binário a baixa velocidade. Este tipo de motores permite viagens com conforto. No entanto estes motores são de grandes dimensões e o seu custo de aquisição é elevado. O sistema de escovas para efeitos de substituição em manutenção correctiva é um grande problema e os motores são ruidosos.

Os motores de corrente alternada começaram a ser mais utilizados, devido à necessidade de aumentar o seu rendimento energético, da necessidade de diminuir o preço associado, e de diminuição da manutenção que os motores CC exigem. Os motores de indução, assíncronos, são normalmente multi-pólos e operam a baixas frequências. O rendimento do motor varia com a carga a que este está sujeito. [17]

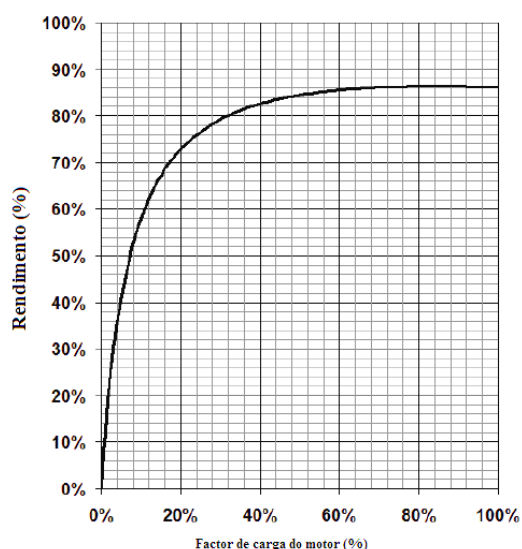
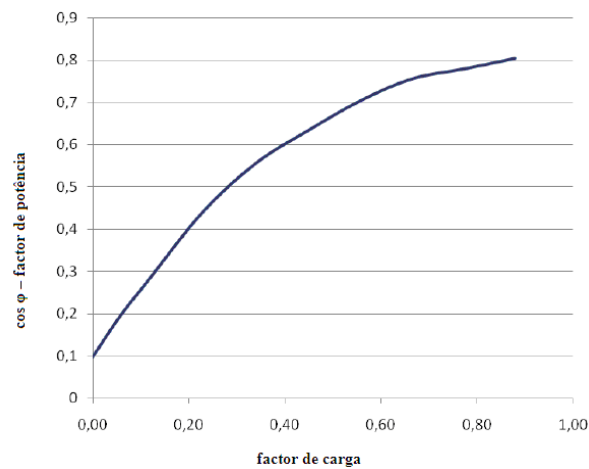


Fig. 3.19 Rendimento do motor 3~vs factor de carga do motor [17]

Outro problema associado com a carga é a redução do factor de potência, ou seja, da relação entre a potência activa consumida pelo motor e a potencia aparente absorvida pelo mesmo. Só a potência activa é convertível em potência mecânica. [17]  $\eta = \frac{P_{mecânica}}{P_{activa}}$

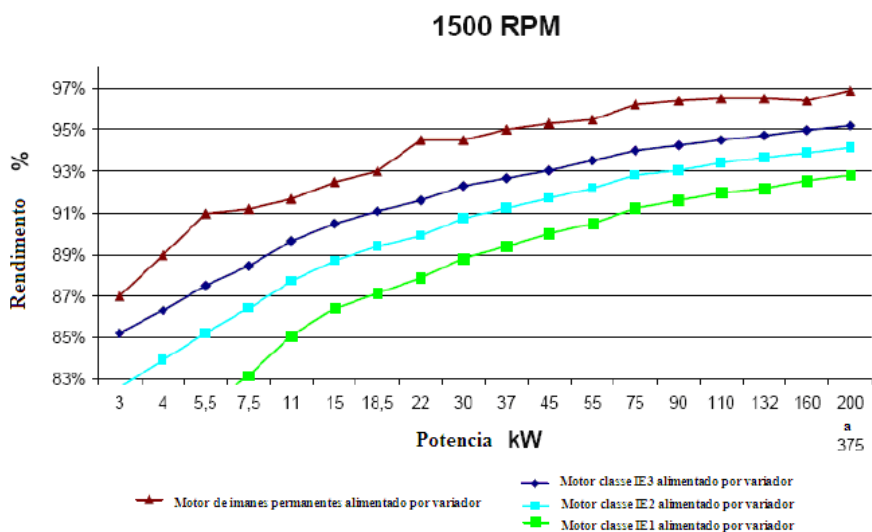


**Fig. 3.20 Efeito do factor de carga no factor de potência [17]**

Os motores síncronos começaram a ter uma utilização mais generalizada com a evolução construtiva a nível de materiais magnéticos. Em alguns motores são utilizados ímanes permanentes.

A utilização deste tipo de motores, que são mais compactos, permitem obter um maior rendimento, um maior binário para uma baixa velocidade, pelo que são ideais para accionamento directo (máquinas gearless).

Comparados com os motores assíncronos, mesmo com gestão com variadores de frequência e tensão, os motores com ímanes permanentes são mais eficientes, uma vez que não necessitam de corrente no rotor para criar pólos magnéticos, não existindo as respectivas assim perdas no rotor. [17]



**Fig. 3.21 Comparação entre motor síncrono com ímanes permanentes e três motores assíncronos de diferentes classes de eficiência, ambos alimentados por variador [17]**

### 3.7.3 Sistemas de accionamento

Os sistemas de accionamento são basicamente referentes a máquinas com ou sem redutor (geared ou de acoplamento directo - gearless). As máquinas tipo de acoplamento directo têm sido utilizadas para elevadores de alta velocidade, sendo que actualmente o seu raio de aplicação já se está a estender a elevadores a 1,00 m/s.

A esta situação não é estranho o facto de se estar a abandonar a instalação de elevadores eléctricos com casa das máquinas, recorrendo-se como soluções base, à instalação de equipamentos em que não existe casa das máquinas. Neste tipo de soluções o tipo de sistema de accionamento é muito importante devido aos seguintes factores:

- ❖ Espaço disponível na caixa do elevador;
- ❖ Acesso ao conjunto máquina motor para manobra de resgate e manutenção;
- ❖ Vibrações transmitidas para as guias e consequentemente para o edifício em função do tipo de sistema de accionamento;
- ❖ Disponibilizar o espaço da casa das máquinas para área útil de habitação ou escritório.

A eliminação do redutor permite incrementar a eficiência energética do elevador, pois a conversão da energia eléctrica em energia mecânica é de 100%.

Para baixas e médias velocidades (<5,0 m/s), devido à diferença entre a rotação do motor e a velocidade necessária de rotação da roda de accionamento, um sistema redutor é necessário para reduzir a velocidade do motor. No entanto, o redutor dissipa alguma energia pela produção de calor devido à atrito entre o sem-fim e a roda de coroa do sistema redutor, pelo que a eficiência de transmissão é inferior ao das máquinas de acoplamento directo.

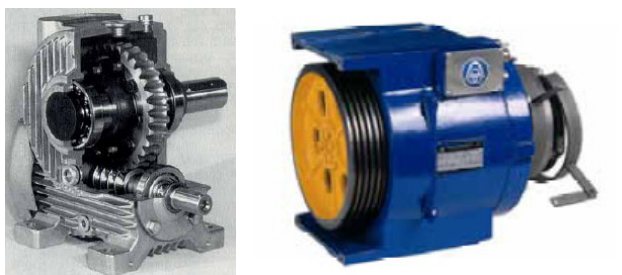


Fig. 3.22 Sem-fim acoplado a roda de coroa vs acoplamento directo [17]

### 3.7.4 Outros meios para reduzir o atrito

O atrito é um dos meios de perda de energia durante a operação de um elevador. Nos elevadores modernos, são vários os sistemas que podem ser aplicados para reduzir o atrito, nomeadamente:

- ❖ Utilização de sistemas de transmissão com elevada eficiência;
- ❖ Utilização de rolamentos do veio de apoio da roda de coroa e no encosto do veio do sem-fim;
- ❖ Efectuar a suspensão da cabina, num ponto abaixo do seu centro de gravidade, em vez de ser efectuada no seu eixo geométrico da arcada de cabina, de forma a reduzir a pressão das roçadeiras nas guias da cabina;
- ❖ Utilização de rodadeiras em vez de roçadeiras;
- ❖ Utilização de menos rodas de desvio, o que implica menos perdas. Se o conjunto máquina-motor for instalado em casa das máquinas em baixo, é mais eficiente instalar a roda de accionamento no interior do caixa do elevador, do que recorrer a rodas de desvio adicionais;
- ❖ Utilizar rodas de desvio de grandes diâmetros. Quanto maior for o diâmetro, menor a tensão necessária para que o cabo de aço de suspensão ultrapasse o momento de atrito dos rolamentos;
- ❖ Utilização de cabos de suspensão com baixo diâmetro e rodas de accionamento e de desvio com elevados diâmetros, o que permite uma redução das fricções internas. Por outro lado, as perdas por atrito externa provenientes dos cabos de suspensão podem ser reduzidos na roda de accionamento – por não efectuar um desenho construtivo com um esforço de accionamento muito elevado e com uma pressão específica reduzida entre o cabo e o gorne da roda – o que permite obter baixos momentos de inércia e reduzidas ranhuras, para determinados tipos de materiais que tenham boas capacidades de deslize (Ex: rodas de desvio com gornes de poliamida, em vez de serem de ferro fundido).



**Fig. 3.23** Roda de desvio de poliamida [17]

## 4- Descrição do Estudo

### 4.1 - Introdução

O estudo efectuado destinou-se a analisar o consumo de **energia activa** nos elevadores. As medições e registos seguem a base constante do DRAFT da ISO/DIS 25745 – 1 – Energy performance of lifts and escalators – Part 1: Energy measurement and conformance, [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=43203](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43203)

Este DRAFT da norma foi aprovada sem alterações pela CEN - COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION, para ser analisado pelos membros europeus, sendo a base da metodologia do grupo E4. [32]

O grupo E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators da União Europeia elaborou uma metodologia seguindo a base do DRAFT da ISO/DIS 25745 – 1, que pode ser consultada no Anexo 9 - Methodology of energy measurement and estimation of annual energy consumption of lifts (elevators), escalators and moving walks, que serviu de guia para as análises realizadas no presente trabalho. Este grupo elaborou monitorizações em quatro países da Europa – Portugal, Polónia, Itália e Alemanha [20].

A campanha de monitorização do grupo E4, destinou-se a prestar um contributo para melhorar o conhecimento sobre o consumo energético e a eficiência energética dos elevadores e escadas e tapetes rolantes na Europa. O objectivo foi de criar uma base empírica sobre o consumo energético, tornando pública a informação compilada e encontrar sistemas possíveis de implementar com o recurso a pouca energia.

Foi feito um esforço para seleccionar elevadores com diferentes anos de instalação, utilizando diferentes tecnologias, no sentido de tornar possível a comparação no que concerne à performance de diversos tipos de elevadores.

Existem diferenças na metodologia de cálculo do consumo energético anual entre a metodologia do grupo E4 e a metodologia da ISO. Futuramente a ISO procederá à elaboração de uma norma complementar que se destinará a analisar a eficiência energética – Part2: Energy Efficiency.

A nível da análise da eficiência energética dos elevadores, seguiu-se a VDI 4707 Part1 publicada em Março de 2009 e que serve de documento de trabalho. [27]

Este tipo de estudos são realizados com o intuito de responder ao rápido crescimento do consumo de energia eléctrica a um nível global, para suportar os esforços para uma utilização eficiente e efectiva da energia e uma redução do seu desperdício.

É necessário recorrer a um método uniformizado para a medição do consumo da energia de todos os elevadores, possibilitando-se uma verificação desse consumo para efeitos de análise da eficiência energética.

Esta análise pode ser realizada na óptica do:

- Proprietário / Condomínio de um edifício / prédio determinando-se o consumo de energia com base no tipo de utilização e tipo de tráfego;
- Instaladores e empresas de manutenção de elevadores;
- Consultores ou Arquitectos envolvidos na especificação de elevadores

O consumo total de energia eléctrica durante a totalidade da vida útil dos elevadores consiste nos seguintes parâmetros:

- Energia eléctrica consumida no fabrico do elevador;
- Energia eléctrica consumida na instalação do elevador;
- Energia eléctrica consumida na operação / utilização do elevador;
- Energia eléctrica consumida na remoção do elevador;

**Para efeitos da presente dissertação apenas vamos nos debruçar sobre a energia eléctrica activa consumida na utilização do elevador de forma individual, efectuando a análise da sua conformidade.** A leitura do consumo de energia, pode ser utilizado para:

- Confirmar o consumo energético em novas instalações – recorrer ao DRAFT ISO que permite efectuar a análise da conformidade da instalação;
- Confirmar que a energia consumida durante o ciclo de vida útil de um equipamento, se mantém constante dentro de um intervalo razoável – pelas metodologias disponíveis (Grupo E4 e DRAFT ISO), é possível calcular a energia consumida num ano. A construção de uma base histórica de análise permitirá construir uma curva de tendência a nível do consumo.

## **4.2 Âmbito do estudo**

Este estudo especificará procedimentos para:

- Medição do consumo de energia nos elevadores com base na análise individual de cada equipamento – os elevadores instalados em grupo são analisados individualmente, ignorando-se as optimizações a nível de estudo de tráfego e de poupança energética pela gestão dos elevadores em bateria – este tipo de análise só interessa para efeitos da catalogação dos equipamentos;
- Ferramentas para estimar o consumo anual de energia nos elevadores.

A nível de premissas base para se caracterizar o consumo dos elevadores, deve-se entrar em linha de conta com os seguintes parâmetros: [33]

**Tabela 4.4 Parâmetros directos e indirectos para a estimativa de consumo de energia eléctrica [33]**

Parâmetro	Impacto no consumo de energia eléctrica	Parâmetro directo ou indirecto para a estimativa de consumo de energia eléctrica	Forma de obtenção
Carga nominal	impacto directo na potência mecânica requerida para mover a cabina, com os passageiros e a carga	directo	disponível na chapa de características no interior da cabina
Velocidade nominal	impacto directo na potência mecânica requerida para mover a cabina, com os passageiros e a carga	directo	disponível na chapa de características no interior da cabina
Curso	é utilizado para calcular a distância média do percurso e tem um impacto directo no consumo da energia eléctrica	directo	disponível no processo de instalação do elevador ou (numero de paragens -1) multiplicado por um valor médio de distância entre pisos
Numero de viagens por ano	impacto directo uma vez que indica a frequência com que o equipamento é utilizado	directo	Normalmente os elevadores têm um contador de viagens, de onde o valor pode ser obtido. Caso contrário, o número de viagens tem que ser estimado de acordo com o tipo de edificio. Uma viagem é considerada como um arranque do sistema.
Potência na placa do motor	Em complemento à carga e velocidade nominal, a potência do motor permite indicar a potência mecânica que pode ser disponibilizada ao sistema	indirecto	disponível na chapa de características no motor
Parâmetro	Impacto no consumo de energia eléctrica	Parâmetro directo ou indirecto para a estimativa de consumo de energia eléctrica	Forma de obtenção
Data de entrada em serviço	De uma forma geral, os elevadores, têm apresentado melhores rendimentos nos últimos anos, o que contribuiu para a diminuição do consumo de energia eléctrica em modo de operação. No entanto o consumo de energia eléctrica em modo de standby aumentou devido ao incremento dos aspectos de segurança	indirecto	disponível no processo de instalação do elevador ou placa de informação no interior da cabina. Deve-se considerar também a data da última modernização do elevador, caso tenha sido incluída a substituição do conjunto de accionamento
Tipo de edificio	O tipo de edificio permite caracterizar o perfil de tráfego a que os equipamentos são solicitados	indirecto	No edificio
Tecnologia utilizada	A tecnologia utilizada permite obter-se o registo do consumo de energia eléctrica em modo de operação e em modo de standby	indirecto	Informação técnica sobre o produto

As medições podem ser realizadas nas seguintes categorias de edificios: [34]

- Residenciais;
- Escritórios (públicos ou privados, administração pública, bancos, escolas, universidades, etc.);
- Hospitais;
- Industriais (fabricas, elevadores de carga);
- Comerciais (Centros Comerciais, parques de estacionamento, estações metro, aeroportos, estações caminhos ferro, etc.);
- Hotéis;
- Outros (diferentes da listadas anteriormente).

As medições devem ser realizadas em diferentes tipos de sistemas de elevação, nomeadamente:

- Accionamento eléctrico com máquinas do tipo:
  - Com redutor;
  - Sem redutor - de acoplamento directo
- Accionamento hidráulico

As medições podem ser realizadas em diferentes tipos de motor:

- Motores assíncronos em malha aberta;
- Motores assíncronos em malha fechada com gerador de impulsos (encoder);
- Motores síncronos em malha fechada com gerador de impulsos (encoder);
- Motores de corrente contínua

Também devem incidir em sistemas de suspensão diferentes, como por exemplo:

- Suspensão 1:1 – elevadores eléctricos;
- Suspensão 2:1 – elevadores eléctricos;
- Suspensão 2:1 – elevadores hidráulicos;
- Ataque directo – elevadores hidráulicos;

O tipo de casa das máquinas deve também ser equacionado, como por exemplo:

- Casa das máquinas em cima – elevadores eléctricos;
- Casa das máquinas em cima recuada – elevadores eléctricos;
- Casa das máquinas em baixo recuada – elevadores eléctricos;
- Casa das máquinas em baixo recuada – elevadores hidráulicos;
- Casa das máquinas em cima – elevadores hidráulicos

As medições também devem incidir em elevadores de diferentes fabricantes e de diversos tipos de tecnologia, como por exemplo:

- Comandos por relés;
- Comandos por microprocessador com gestão do accionamento com motores de 2 velocidades;
- Comandos por microprocessador com accionamento dos motores por VVVF;
- Diferentes gerações de comandos por microprocessador.

O estudo entra em consideração com os diversos consumidores de energia directamente relacionados com a operação do elevador, nomeadamente:

- Sistema de força motriz do elevador;
- Luzes de cabina;
- Ventilador na cabina;
- Sistema de alarme instalado na cabina;
- Operadores da(s) portas automáticas de cabina(s) ou sistema de desencravamento automático das portas de patamar semi-automáticas;
- Alimentação eléctrica das fechaduras das portas de patamar;
- Sistema de controlo de carga instalado normalmente na cabina;
- Sistema de comando do elevador;
- Baterias de resgate de emergência; - etc.

Neste estudo não se considera os seguintes parâmetros para efeitos de registo do consumo energético:

- Iluminação da casa das máquinas;
- Iluminação da caixa;
- Permutadores de calor para sistemas hidráulicos;
- Ventiladores da casa das máquinas;
- Sistemas de climatização da casa das máquinas;
- Efeito da gestão dos elevadores em bateria;
- Harmónicas induzidas no sistema (ver EMC standards);
- Sistemas de aquecimento ou arrefecimento instalados na cabina

As medições devem ser:

- Práticas no terreno;
- Repetitivas;
- Capazes de permitir a utilização de equipamentos de teste comuns.

A verificação dos consumos permite efectuar uma análise temporal.

<b>Verificação do consumo de energia eléctrica activa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energia principal em funcionamento</li> <li>- Energia auxiliar em funcionamento</li> <li>- Potência principal em Standby</li> <li>- Potência auxiliar em Standby</li> </ul>	<b>Leitor de energia e de potência</b>
---	--	--

Esta verificação é o registo do consumo de energia eléctrica activa pela instalação, no momento actual, sendo que este registo pode ser realizado no momento da verificação de conformidade do equipamento instalado (activação do elevador para entrada em serviço) ou em qualquer momento, durante o funcionamento do ciclo de vida útil do equipamento.

### 4.3 Procedimentos preliminares de registo

Os instrumentos de registo devem cumprir com os seguintes requisitos:

- a) Um analisador e medidor de potência e tensão capaz de ler valores RMS;
- b) Medidor de energia capaz de ler o consumo de energia em cargas desequilibradas;

Neste projecto foi utilizado o seguinte equipamento de medida:

Pelo grupo E4:em Portugal, Polónia e Itália foi utilizado um Multímetro trifásico: HIOKI Clamp on Power HiTester 3169-20, conforme figura seguinte: [35].



**Fig. 4.24 HIOKI Clamp on Power Hi Tester 3169-20 [35]**

Na Alemanha o equipamento de medida utilizado foi o seguinte: Fluke 1735 3-phase power logger and corresponding equipment.

Pelo autor o equipamento utilizado foi o seguinte:



**Fig. 4.25 Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers**

Ver anexo 10 – especificações do **Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers**

Devem ser registados o modelo e número de série dos equipamentos de medida utilizados nas medições. Os testes devem ser conduzidos sem que sejam alterados quaisquer parâmetros nos equipamentos durante a realização dos mesmos. Deve ser barrado o acesso à cabina do elevador pelo público em geral durante a realização das medições.



Fig. 4.26 Letreiro - Equipamento em manutenção - proibida a sua utilização

O equipamento deve funcionar em modo de ciclo até a temperatura da máquina atingir um valor estável.

**Deve ser assegurado que não existe carga na cabina.**

Nota: As condições da envolvente da instalação podem afectar os resultados dos testes.

#### 4.4 Procedimento para verificação da energia consumida, com um equipamento de medida e registo de potência

Este procedimento segue a metodologia descrita no Anexo 9 - Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4 – capítulo 5.3

Todas as medições efectuadas devem ter uma precisão de  $\pm 5\%$

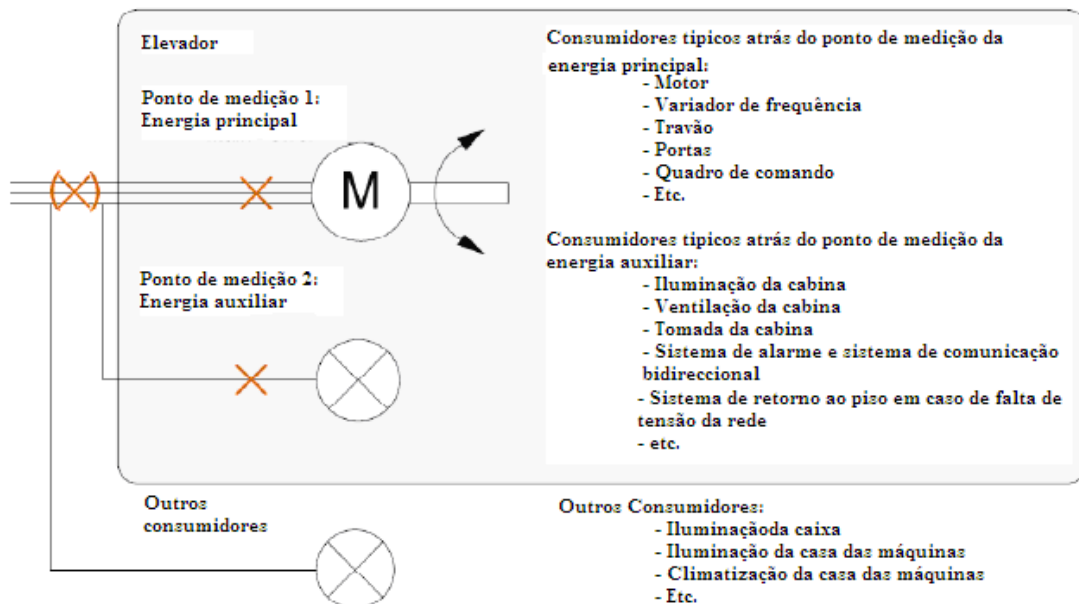


Fig. 4.27 Instalação do elevador e pontos de medição (marcados a laranja) [36]

#### 4.4.1 Energia eléctrica consumida no circuito principal em modo de funcionamento

- 1) Ligar o analisador de corrente a todas as fases do cabo de alimentação principal no ponto de leitura da corrente principal – ponto 1;

- 2) Parametrizar o medidor de potência para efectuar a medição da **energia activa instantânea**, definir o intervalo de tempo não superior a 1 segundo;
- 3) Activar o sistema de ciclos automáticos do elevador, se disponível; caso contrário utilizar o ciclo manual;
- 4) Enviar a cabina para o piso extremo inferior;
- 5) Após a cabina estar no piso extremo inferior, iniciar as medições, incluindo o tempo;
- 6) Iniciar o ciclo do elevador – um ciclo corresponde a uma viagem do piso extremo inferior ao piso extremo superior e vice-versa (ver definições no Glossário – Anexo 1 do presente trabalho);
- 7) Parar o funcionamento do elevador após a realização de um ciclo;
- 8) Medir a energia activa gasta e o tempo e registar os respectivos valores
- 9) Calcular o total de energia consumida, por um ciclo, utilizando os valores registados de potência activa e tempo (  $E = \int_{t=0}^{t=n} P \cdot dt$  );
- 10) Calcular a energia consumida anualmente recorrendo às formulas definidas no Anexo 9 - Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4

Nota1: O período de tempo, entre cada registo não deve ser superior a 1 segundo, para garantir que as variações durante o processo de aceleração e de travagem sejam incluídas na operação do ciclo. Se possível, é recomendado que se defina um valor de tempo menor (p.ex: 500 ou 200 ms).

Nota2: Na prática, a seguinte fórmula pode ser utilizada para calcular a energia total consumida por durante um ciclo:

$$E = \frac{1}{3600} \cdot A \cdot \frac{\sum_{t=1}^{t=n-1} (P_t + P_{t+1})}{2}$$

Sendo: E = Energia consumida num ciclo [Wh]; A = Período de amostragem [s]; Pt = Valores de potência registados [W]; n – numero de registos de potência.

#### 4.4.2 Potência consumida no circuito principal em modo de standby

- 1) Ligar o analisador de corrente a todas as fases do cabo de alimentação principal no ponto de leitura da corrente principal – ponto 1;
- 2) Parametrizar o analisador de corrente para efectuar leitura da potência;

- 3) Manter a cabina no piso extremo inferior durante 5 minutos;
- 4) Iniciar a medição, registar o valor da potência e do tempo de duração da leitura;
- 5) Calcular a energia consumida anualmente recorrendo às formulas definidas no Anexo 9 - Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4.

#### **4.4.3 Energia eléctrica consumida no circuito auxiliar em modo de funcionamento**

- 1) Ligar o analisador de corrente à fase de alimentação da corrente auxiliar à saída do ponto de leitura da corrente auxiliar – ponto 2;
- 2) Os passos 2 a 10 são iguais aos da leitura da energia principal em funcionamento, assim como o cálculo da energia total consumida num ciclo.

#### **4.4.4 Potência consumida no circuito auxiliar em modo de standby**

- 1) Ligar o analisador de corrente à fase de alimentação da corrente auxiliar à saída do ponto de leitura da corrente auxiliar – ponto 2;
- 2) Parametrizar o analisador de corrente para efectuar leitura da potência;
- 3) Manter a cabina no piso extremo inferior durante 5 minutos ou até se obter condições estáveis;
- 4) Iniciar a medição, registar o valor da potência e do tempo de duração da leitura;
- 5) Calcular a energia consumida anualmente recorrendo às formulas definidas no Anexo 9 - Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4.

### **4.5 – Relatório**

No relatório dos valores obtidos devem constar os seguintes parâmetros:

- Energia activa principal em funcionamento;
- Potência activa em standby;
- Energia activa auxiliar em funcionamento;
- Potência auxiliar em standby;
- Energia em funcionamento em watt.hora/ciclo (principal + auxiliar);
- Potência em standby em watt (principal + auxiliar);

- Tipo de instrumentos utilizados e parâmetros de definição.

## 4.6 – Cálculos da energia consumida

Para realização dos cálculos da energia consumida recorre-se a um modelo conforme anexo 9 do presente trabalho, nomeadamente:

Anexo 9 - Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4 – capítulo 7

Para efeitos didácticos são realizados também os cálculos da potência consumida de acordo com o DRAFT ISO e comparados com os obtidos através da metodologia do grupo E4, nomeadamente: Anexo 11 – Annex A (Informative) – Calculation of Power consumption (ISO/DIS 25745:1 - Draft 2008)

### 4.6.1 – Impacto da carga transportada na cabina

O objectivo dos elevadores é o transporte de pessoas e/ou carga, sendo por isso que o peso a transportar na cabina, tem um forte impacto na energia consumida por um elevador.

O tráfego de um elevador ou bateria de elevadores é muito complexo, não repetitivo e não previsível. [35]

Apenas podemos efectuar uma aproximação tendo por base padrões de tráfego e valores médios.

O factor de carga aplicado ao motor – **Caml** – é a média estatística, para a qual tem que trabalhar o motor ou o sistema de gestão do accionamento. É adimensional, uma vez que é o rácio entre a carga média aplicada no motor e a carga máxima que o motor suporta.

Para sistemas regenerativos aplica-se um factor similar (designado por potência média de regeneração). Será a média estatística da energia gerada através da regeneração. Também é adimensional, uma vez que é o rácio entre a potência regenerada e a potência mecânica máxima ao veio do motor. O rendimento dos sistemas de accionamento com regeneração é definida da seguinte forma:

$$\eta_{regen} = \frac{P_{regen}}{P_{mech}}$$

$P_{regen}$  = Potência regenerada [W];  $P_{mech}$  = Potência mecânica do sistema [W];  $\eta_{regen}$  = Rendimento de regeneração. Tipicamente 0,4 (=40%) para motores de acoplamento directo com suspensão 1:1

Sistemas de accionamento regenerativos devem entrar em linha de conta com o factor de potência de regeneração  $\eta_{regen}$ , pelo que tem que ser considerado o factor médio da carga e da regeneração aplicada ao motor –  $C_{amrl} = C_{aml} \cdot (1 - \eta_{regen})$ ;

com:  $C_{amrl}$  = factor médio da carga e da regeneração aplicada ao motor;  $C_{aml}$  = factor da carga aplicada ao motor;  $\eta_{regen}$  = rendimento de regeneração. Tipicamente 0,4 (=40%) para motores de acoplamento directo com suspensão 1:1. Para sistemas não regenerativos é suficiente considerar o factor de carga aplicada ao motor  $C_{amrl} = C_{aml}$

#### 4.6.1.1 – Impacto de elevadores com contrapeso contrabalançados a 50% em sistemas de accionamento não regenerativos

Devido ao contrapeso, a 50% da carga nominal o motor não tem que levantar nenhuma massa. Na seguinte tabela pode-se analisar o impacto que a carga transportada na cabina tem em relação ao consumo do motor e percentagem media de viagens que ocorrem em cada condição.

**Tabela4.5 - Percentagem de consumo da potência estipulada do motor [34]**

Carga transportada na cabina	sentido de marcha	% da potência estipulada do motor	% da média das viagens para cada condição
100%	ascendente	100%	0%
	descendente		0%
75%	ascendente	50%	5%
	descendente		5%
50%	ascendente	0%	5%
	descendente	0%	5%
25%	ascendente		15%
	descendente	50%	15%
0%	ascendente		25%
	descendente	100%	25%

Factor de carga -  $C_{amrl} = C_{aml} = (25 \times 100 + 15 \times 50 + 5 \times 50) / 100 = 35 \%$

#### 4.6.1.2 – Impacto de elevadores com contrapeso contrabalançados a 50% em sistemas de accionamento regenerativos

- 40% da energia pode ser regenerada  $\eta_{regen} = 0,4$ .

- Restante deve ser analisado de acordo com a tabela 3 do presente trabalho

**Tabela 4.6 - Percentagem consumo do motor com sistema regenerativo [34]**

Carga transportada na cabina	sentido de marcha	% da potência estipulada do motor	% da potência estipulada do motor em relação ao valor nominal máximo	% da média das viagens para cada condição
100%	ascendente	100%		0%
	descendente		-100% x 40%	0%
75%	ascendente	50%		5%
	descendente		-50% x 40%	5%
50%	ascendente	0%		5%
	descendente	0%		5%
25%	ascendente		-50% x 40%	15%
	descendente	50%		15%
0%	ascendente		-100% x 40%	25%
	descendente	100%		25%

Factor de carga aplicado ao motor

$$Caml = (25 \times 100 + 15 \times 50 + 5 \times 50) / 100 = 35 \%$$

$$Camrl = Caml \times (1 - \eta_{regen}) = 35\% \times (1 - 0,4) = 21\%$$

#### 4.6.1.3 – Impacto de elevadores hidráulicos sem contrapeso

Considera-se que o peso da cabina vazia = carga nominal

**Tabela 4.7 - Percentagem consumo motor elevador hidráulico [34]**

Carga transportada na cabina	sentido de marcha	% da potência estipulada do motor em relação ao valor nominal máximo	% da média das viagens para cada condição
100%	ascendente	100% (2,0 X carga nominal)	0%
	descendente	0%	0%
75%	ascendente	87,5% (1,75 X carga nominal)	5%
	descendente	0%	5%
50%	ascendente	75% (1,5 X carga nominal)	5%
	descendente	0%	5%
25%	ascendente	62,5% (1,25 X carga nominal)	15%
	descendente	0%	15%
0%	ascendente	50% (1,0 X carga nominal)	25%
	descendente	0%	25%

$$\text{Factor de carga - Camrl} = \text{Caml} = (25 \times 50 + 15 \times 62,5 + 5 \times 75 + 5 \times 87,5) / 100 = 30 \%$$

#### 4.6.1.4 – Impacto de elevadores com outras tecnologias

Deve-se considerar que podem ser realizadas leituras em elevadores com outros tipos de sistemas de equilíbrio de carga ou com outro tipo de rácio entre o peso da cabina e a carga nominal. **Exemplos:**

- Elevadores de tambor com ou sem contrapeso;
- Elevadores hidráulicos com contrapeso ou cilindros de pressão.

Para estes casos o valor médio de carga no motor pode ser obtido pela adaptação das tabelas abaixo:

**Tabela 4.8 - Valor da carga do motor – Caml [34]**

<b>Tecnologia do elevador</b>	<b>Caml</b>
Accionamento eléctrico com carga balanceada a 50% e sistemas não regenerativos	0,35
Accionamento eléctrico com carga balanceada a 50% e sistemas de acoplamento directo regenerativos	0,35
Hidráulico sem contrapeso	0,30

#### **4.6.2 – Numero de viagens - $n_{trip}$**

Quando não se dispõe de informação precisa, sobre a utilização do elevador no edifício, devem-se aplicar as seguintes suposições, sobre o número de viagens realizadas por ano:

- Edifício Habitacional – 100 000 viagens por ano;
- Edifício de escritórios – 300 000 viagens por ano

#### **4.6.3 – Curso médio percorrido pela cabina - Catd**

Quando não se dispõe de informação precisa, sobre a utilização do elevador no edifício, devem-se aplicar as seguintes suposições, sobre o curso médio percorrido pela cabina:

**Tabela 4.9 - Valor médio percorrido – Catd [34]**

<b>Nº de paragens</b>	<b>Valor médio percorrido Catd</b>
Edifício com 2 paragens	Valor máximo percorrido (altura entre os dois pisos)
Edifício com mais patamares	0,5 x Valor máximo percorrido (altura entre os dois pisos)
Mais de um edifício formando uma bateria de elevadores, com mais de duas unidades	0,3 x Valor máximo percorrido (altura entre os dois pisos)

Assim o valor de Catd é de (1, 0.5 ou 0.3), conforme tabela anterior. [34]

#### **4.6.4 – Relação entre energia de um ciclo, potência de um motor e consumo de um motor de um sistema de accionamento**

A energia eléctrica consumida para o ciclo de referência (duas viagens com cabina vazia = uma viagem ascendente e uma viagem descendente percorrendo-se em cada sentido o curso total) pode ser medida com precisão.

Contem a energia consumida na fase de aceleração e desaceleração e no caso em que tal seja aplicado, contem a energia de regeneração.

A única desvantagem de utilizar o ciclo de referência para o cálculo do consumo de energia, é o facto de este valor poder não estar disponível e as medições poderão não poder ser realizadas, no momento em que se pretende estimar o consumo energético.

Nessa eventualidade, a potência do motor ( $P_m$ ) poderá ser o único método para se estimar o consumo. A potência do motor pode ser obtida da chapa de características instalada no motor (devemos de admitir que este método é bastante impreciso, uma vez que existem diferentes conceitos para caracterizar um motor).

A potência do motor pode ser considerada como o valor máximo requerido nas condições de carga máxima. Dependendo do equilíbrio de cargas entre cabina e contrapeso, este valor pode ser obtido com a cabina vazia, com a cabina com a carga nominal ou entre estes dois valores.

Deve-se referir que esta potência normalmente diz respeito à potência mecânica aplicada ao veio do motor, mas para cálculo da eficiência é necessário conhecer a potência eléctrica requerida para todo o sistema de accionamento, incluindo o variador de frequência. Obviamente que, a potência eléctrica requerida pelo sistema de accionamento é superior à potência mecânica aplicada ao veio do motor.

A potência eléctrica do sistema de controlo ( $P_{de}$ ) pode ser medida à saída do corte geral instalado no quadro eléctrico parcial, que protege o elevador. A leitura é efectuada à velocidade nominal com a cabina vazia quando passa o meio do percurso que efectua na caixa do elevador. Nesse ponto de leitura, a massa dos cabos de suspensão (ou outro sistema de suspensão) está igualmente distribuída nos dois lados da roda de accionamento.

Fazer a leitura nesta condição é muito complicado e requer instrumentos caros e obter-se-á um valor não muito preciso, uma vez que o sinal poderá não ser muito estável. Os valores lidos dependem da carga transportada na cabina e do equilíbrio de carga existente entre cabina e contrapeso.

Num sistema contrabalançado em 50% de um elevador de accionamento eléctrico, encontrando-se a cabina vazia, teremos o valor máximo ( $P_{dmax}$ ), no entanto num elevador hidráulico sem contrapeso o valor obtido será cerca de 50% do valor máximo (considerando que o peso da cabina vazia = carga nominal).

Assim é importante considerar a diferença entre a potência eléctrica de um sistema de accionamento ( $P_{de}$ ) com a cabina vazia e a potência máxima ( $P_{dmax}$ ).

$$P_{d \max} = 2 \cdot (1 - C_{bal}) \cdot P_{de} ;$$

$P_{d\max}$  = Potência máxima consumida no sistema de accionamento eléctrico [W];  $P_{de}$  = Potência consumida pelo sistema de accionamento para mover a cabina vazia [W];  $C_{bal}$  = Factor de equilíbrio de carga – entre cabina e contrapeso

**Tabela 4.10 - Valor do factor de equilíbrio da carga – Cbal [34]**

	Cbal
Elevador eléctrico 50% contrabalançado	0,50
Elevador Hidráulico sem contrapeso	0,00

Para comparar a potência eléctrica consumida pelo elevador com a cabina vazia num percurso, a seguinte fórmula pode ser utilizada em sistemas de accionamento não regenerativos (assumindo que toda a energia é utilizada para a viagem no sentido descendente).

$$E_{cycle} = \frac{h \cdot P_{de}}{v} = \frac{h \cdot P_{d\max}}{2 \cdot v \cdot (1 - C_{bal})};$$

Ecycle = Energia consumida num ciclo [Ws ou J]; h = curso da caixa [m]; v = velocidade nominal do elevador [m/s]; Pdmax = potência eléctrica máxima consumida pelo sistema de accionamento [W]; Pde = potência eléctrica consumida pelo sistema de accionamento para mover a cabina vazia [W]; Cbal = Factor de equilíbrio de carga – entre cabina e contrapeso

Para sistemas regenerativos (uma parte da energia utilizada no percurso descendente pode ser regenerada).

$$E_{cycle} = \frac{h \cdot P_{de}}{v} \cdot (1 - \eta_{regen}) = \frac{h \cdot P_{d\max}}{2 \cdot v \cdot (1 - C_{bal})} \cdot (1 - \eta_{regen});$$

$\eta_{regen}$  = rendimento do sistema de regeneração, tipicamente 0,4 (= 40%) para sistemas de acoplamento directo com suspensão directa (1:1)

Como a potência eléctrica máxima consumida pelo sistema de accionamento (Pdmax) está interligado com a potência do motor (Pm), uma constante relacionada com a eficiência tem

$$P_m = \eta_d \cdot P_{d\max};$$

Pm = potência do motor [W]; Pdmax = potência eléctrica máxima do sistema de accionamento [W];  $\eta_d$  = rendimento do sistema eléctrico de accionamento

Reconhece-se ser difícil obter o valor do rendimento do sistema eléctrico de accionamento, quando não se consegue efectuar medições. Para efectuar estimativas pode-se considerar a potência do motor (Pm potência mecânica à saída do motor) e a potência consumida pelo

sistema de accionamento (Potência eléctrica), podem ser considerados como tendo o mesmo valor.

#### 4.6.5 – Informação necessária para calcular a energia consumida por um elevador num ano

Energia total = potência consumida pelo sistema de accionamento x tempo do percurso + energia consumida em modo standby.

$$E_{lift} = C_{amrl} \cdot \frac{C_{atd} \cdot h \cdot \eta_{trip}}{v} \cdot P_{d\ max} + E_{standby} = C_{amrl} \cdot C_{atd} \cdot E_{cycle} \cdot 2 \cdot (1 - C_{bal}) \cdot \eta_{trip} + E_{standby}$$

$E_{lift}$  = energia consumida pelo elevador num ano [Ws/ano];  $C_{amrl}$  = factor de carga médio para motor e sistema de regeneração;  $C_{aml}$  = factor de carga médio para motor;  $C_{atd}$  = factor de distância media percorrida (1, 0.5 ou 0.3);  $h$  = curso da caixa [m];  $\eta_{trip}$  = numero de viagens por ano (100 000 ou 300 000) [1/ano];  $P_{d\ max}$  = potência eléctrica máxima do sistema de accionamento [W];  $v$  = velocidade nominal do elevador [m/s];  $E_{standby}$  = Energia consumida em modo standby num ano [Ws/ano];  $E_{cycle}$  = Energia consumida num ciclo [Ws];  $\eta_{regn}$  = rendimento do sistema de regeneração, tipicamente 0,4 (= 40%) para sistemas de acoplamento directo com suspensão directa (1:1);  $C_{bal}$  = Factor de equilíbrio de carga – entre cabina e contrapeso

#### Calculo do consumo em standby

Energia modo standby = (tempo em modo standby num ano – tempo do percurso) \* Potência em modo standby

$$E_{standby} = \left( \frac{365d}{1ano} \times \frac{24h}{1dia} \times \frac{3600s}{1h} - \frac{C_{atd} \cdot h \cdot \eta_{trip}}{v} \right) \times P_{standby};$$

Estandby = Energia consumida em modo standby num ano [Ws/ano];  $C_{atd}$  = factor de distância media percorrida (1, 0.5 ou 0.3)

$h$  = curso da caixa [m];  $\eta_{trip}$  = numero de viagens por ano (100 000 ou 300 000) [1/ano];  $P_{standby}$  - Potência consumida em modo standby [W];  $v$  = velocidade nominal do elevador [m/s]

## **5 – Medições realizadas**

### **5.1 Monitorizações realizadas pelo grupo E4**

#### **5.1.1 Considerações**

Todas as medições realizadas pelo grupo E4 foram de curta duração. Medições prolongadas, como por exemplo de um dia ou de uma semana não fizeram parte do programa de monitorização.

Esse tipo de monitorização poderia ser útil para verificar o consumo anual, mas depende fortemente do tipo de utilização que os elevadores tenham durante o período em que a mesma ocorra, sendo por isso difícil de colocar em prática (seria necessário acesso permanente ao sistema de alimentação energética e necessidade de memórias de armazenamento elevadas). [35]

A análise do consumo de energia e da necessidade de energia, a comparação de diferentes instalações, criou dificuldades devido ao elevado número de factores que contribuem para o consumo global de energia numa instalação de um elevador. Os critérios base para o estudo foram: - Carga; - Numero de pisos servidos; - Curso do elevador.

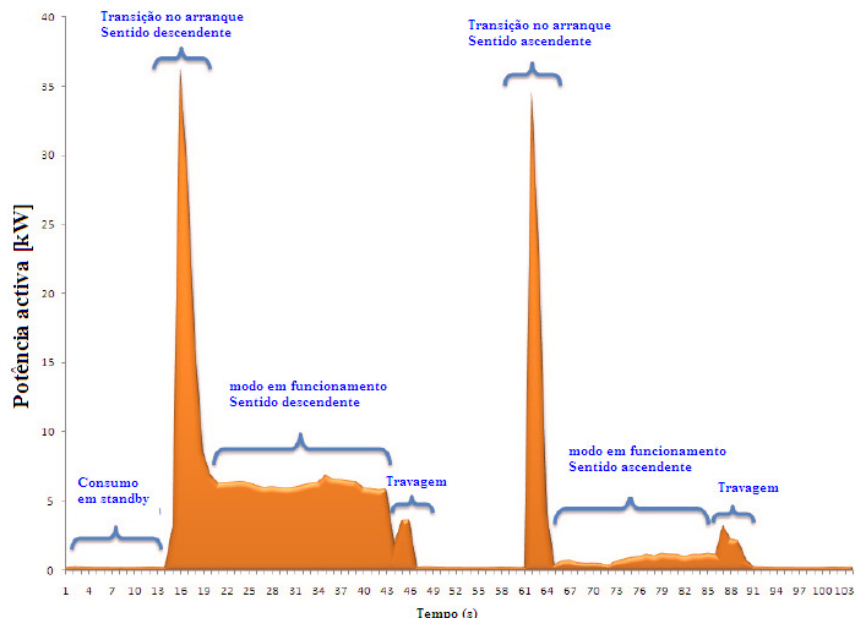
Assim, o consumo energético medido deve ser analisado sob dois pontos de vista:

- Os elevadores consomem grande parte da energia na produção de trabalho, para o transporte de pessoas e para fornecer energia aos elementos directamente ligado ao mesmo;
- A restante parte do consumo provem dos componentes auxiliares: quadro de comando; iluminação; sistema de comunicação de emergência e componentes de segurança.

A figura seguinte apresenta um ciclo típico de um elevador de accionamento eléctrico.

Neste tipo de elevador com motor assíncrono, a corrente de arranque atinge cerca de três vezes a corrente estipulada do motor.

Durante o percurso descendente é necessário que o motor vença a diferença entre o contrapeso e a cabina, que neste caso se encontra vazia. Durante o percurso ascendente, uma vez que o contrapeso é mais pesado que a cabina, a potência activa necessária é menor. Quando a cabina chega ao fim de cada percurso existe um pico de consumo de energia activa, correspondente à travagem do sistema de accionamento.

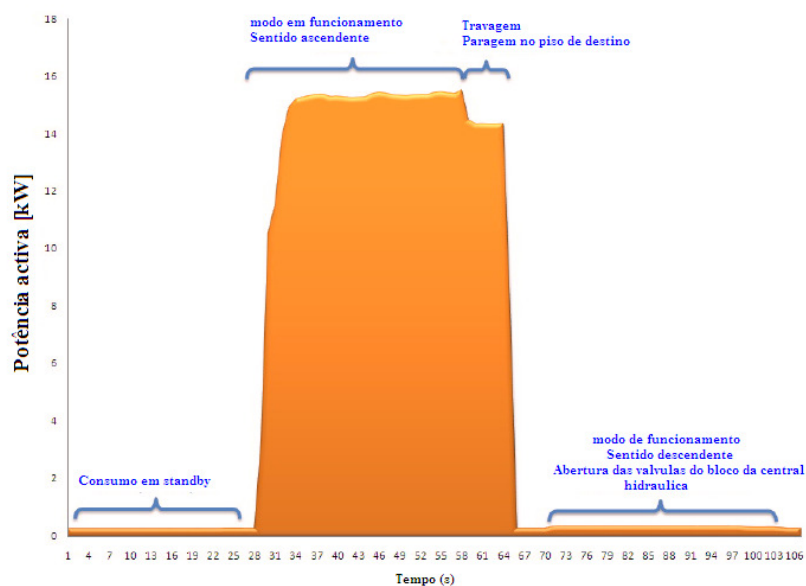


**Fig. 5.28 - Ciclo típico de um elevador eléctrico [35]**

Para um elevador hidráulico o ciclo típico é indicado na figura seguinte:

Esta curva do elevador hidráulico mostra a energia requerida para subir a cabina vazia. A viagem no sentido descendente apenas requer uma pequena quantidade de energia, uma vez que a cabina desce por gravidade. O pequeno consumo é devido praticamente à alimentação às electro-válvulas do bloco da central hidráulica, necessário para manter a pressão do óleo hidráulico no êmbolo.

Este ciclo analisa o comportamento do elevador, uma vez que a velocidade deste tipo de equipamentos está limitada a 0,63 m/s. Existem soluções no mercado para elevadores a 1,0 m/s sendo que a gestão do sistema é feita com recurso a um sistema de variação de frequência e bloco de válvulas comandados com sistemas de comando electrónica.



**Fig. 5.29 - Ciclo típico de um elevador hidráulico [35]**

No que concerne a eficiência energética, neste tipo de elevadores, a carga nominal do elevador não é a condição mais importante para comparar elevadores deste tipo.

A tecnologia do bloco de válvulas e os parâmetros do sistema de pressão do óleo hidráulico têm uma forte influência na variação da eficiência energética destes equipamentos.

Com a alteração do sistema de comando e redução do número de paragens, os elevadores hidráulicos podem consumir menos energia. Pode-se assumir que para a monitorização dos elevadores hidráulicos, não se deve incluir a energia eléctrica consumida pelo sistema de reaquecimento do óleo ou pelo sistema de arrefecimento do óleo, nos casos em que tal se aplique.

A electrobomba é a base de accionamento do elevador hidráulico. O óleo é bombeado em função da gestão efectuada pelo bloco de válvulas. O controlo da velocidade é efectuada pela gestão do bloco de válvulas. Devido a este sistema, este tipo de elevadores não é energeticamente eficiente, uma vez que transforma indirectamente a energia em trabalho.

### 5.1.2 Elevadores monitorizados na Europa

Na Europa foram monitorizadas 98 instalações, com a participação de Portugal, Alemanha, Itália e Polónia.

Em Portugal foram monitorizados: 7 elevadores hidráulicos, 18 elevadores eléctricos e 4 escadas rolantes; Na Alemanha foram monitorizados: 13 elevadores e 1 escada rolante; Na Itália foram monitorizados: 8 elevadores hidráulicos e 14 elevadores eléctricos; Na Polónia foram monitorizados: 1 elevador hidráulico, 30 elevadores eléctricos, 4 escadas rolantes e 1 passareira. [35] Por tipo de tecnologia a distribuição é a seguinte:

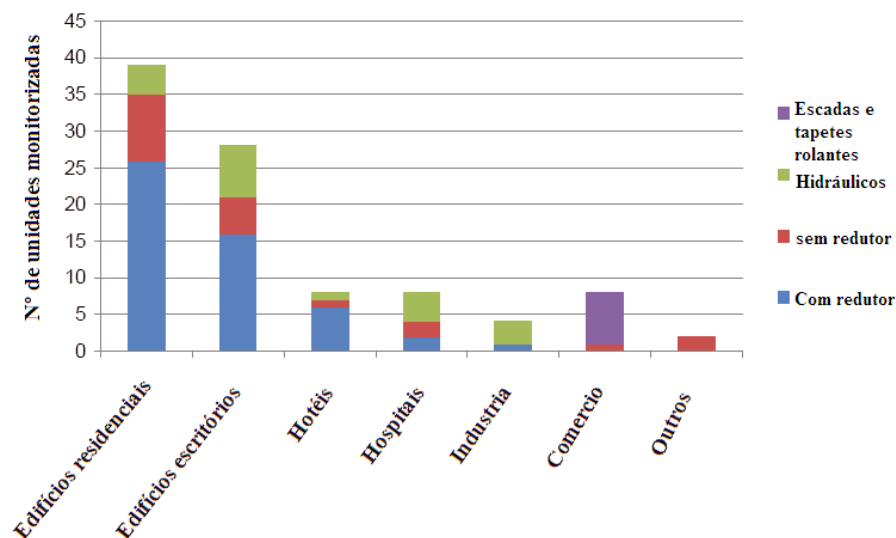


Fig.5.30 Instalações monitorizadas projecto E4 em função do tipo de tecnologia e por tipo de edifício [35]

No anexo 12 pode ser consultada a informação detalhada sobre os equipamentos monitorizados na Europa.

### 5.1.3 Características do Elevadores monitorizados em Portugal

A nível de Portugal, conforme anteriormente referido, foram monitorizados 25 elevadores, nomeadamente: 7 elevadores hidráulicos e 18 eléctricos com diferentes tipologias de edifício e tipos de utilização conforme tabela seguinte:

**Tabela 5.11 Características dos elevadores monitorizados em Portugal [35]**

Elevador	Descrição	Sistema Controlo	Tipo de edifício	Ano de instalação	Velocidade (m/s)	Carga nominal (kg)	Potência Nominal do motor (kW)	Nº de pisos servidos
A	Com redutor	Electro-mecânico	Habitação	1982	0,6	300	3,3	3
B	Com redutor	Electro-mecânico	Habitação	1988	1,0	450	6,4	13
C	Com redutor	Electro-mecânico	Universidade	1997	1,0	630	11,0	9
D	Com redutor com VVVF	Electrónico	Escritório	2005	1,0	385	5,5	3
E	Sem redutor c/ motor síncrono com VVVF	Electrónico	Centro comercial	2006	1,0	1600	16	4
F	Com redutor com VVVF	Electrónico	Habitação	2008	1,0	480	5,5	9
G	Com redutor com VVVF	Electrónico	Industria	2008	1,0	1000	9,2	2
H	Sem redutor com VVVF	Electrónico	Outro	2009	1,0	630	4,4	3
I	Com redutor	Electro-mecânico	Habitação	2002	0,8	450	5,5	6
J	Sem redutor com motor síncrono com VVVF	Electrónico	Hotel	2006	2,5	975	20	22
K	Sem redutor com VVVF	Electrónico	Hotel	1985	1,6	750	22	23
L	Com redutor	Electro-mecânico	Hotel	1985	2,0	800	8,8	18
M	Com redutor	Electro-mecânico	Hotel	1985	1,0	450	8,8	5
N	Com redutor	Electrónico	Habitação	2007	0,63	300	3,5	7
O	Com redutor com VVVF	Electrónico	Supermercado	2007	0,6	630	5,3	2
P	Com redutor	Electro-mecânico	Universidade	1976	0,6	450	8,9	6
Q	Com redutor com VVVF	Electrónico	Habitação	2009	0,7	450	5,5	6

<b>R</b>	Com redutor com VVVF	Electrónico	Escritório	2008	0,97	375	5,9	6
<b>S</b>	Hidráulico	Electrónico	Hotel	2006	0,63	600	14,7	3
<b>T</b>	Hidráulico	Electrónico	Escritório	2008	0,63	630	7,7	3
<b>U</b>	Hidráulico	Electrónico	Habitação	2008	0,63	480	9,5	4
<b>V</b>	Hidráulico	Electrónico	Industria	2008	0,6	570	11	2
<b>W</b>	Hidráulico	Electrónico	Escritório	2005	0,63	640	14,7	5
<b>X</b>	Hidráulico	Electrónico	Clínica de saúde	2007	0,63	950	16	6
<b>Y</b>	Hidráulico	Electrónico	Escritório	2008	0,6	630	9,5	3

Com base nas medições da Universidade de Coimbra – ISR, o consumo de energia para um ciclo de referência para os equipamentos auditados é o seguinte:

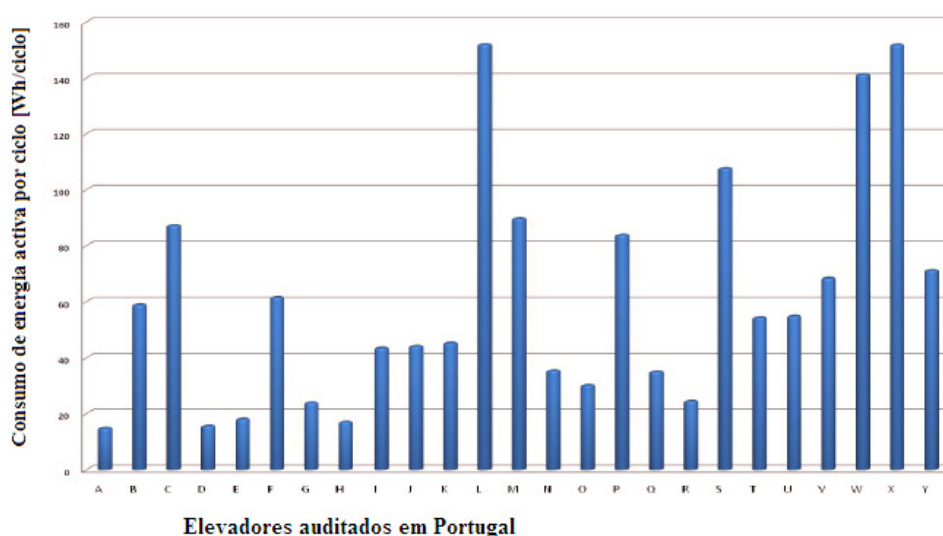
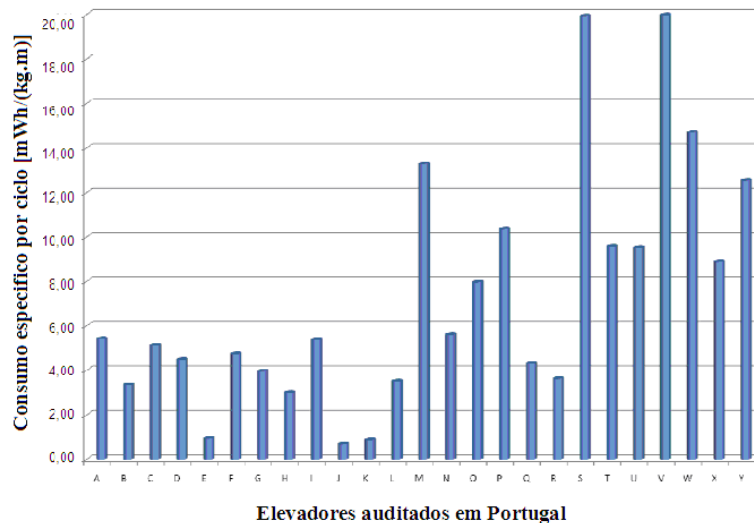


Fig. 5.31 Consumos dos elevadores auditados em Portugal por ciclo de referência [35]

O consumo de energia eléctrica é fortemente influenciado por factores como: Sistema de comando; variador de tensão e frequência; equipamento auxiliar, aceleração e desaceleração, curso do elevador ou carga nominal. Assim, efectuar comparações directas não é correcto. Para permitir comparações directas é necessário adoptar uma aproximação normalizada, como por exemplo a definida na VDI4707. [27] Este padrão de comparação é designado na norma por: **consumo específico em funcionamento**, tendo as seguintes unidades de medida [**mWh/(kg.m)**]. Os consumos dos equipamentos auditados passam a ter os valores indicados na tabela seguinte. [35]

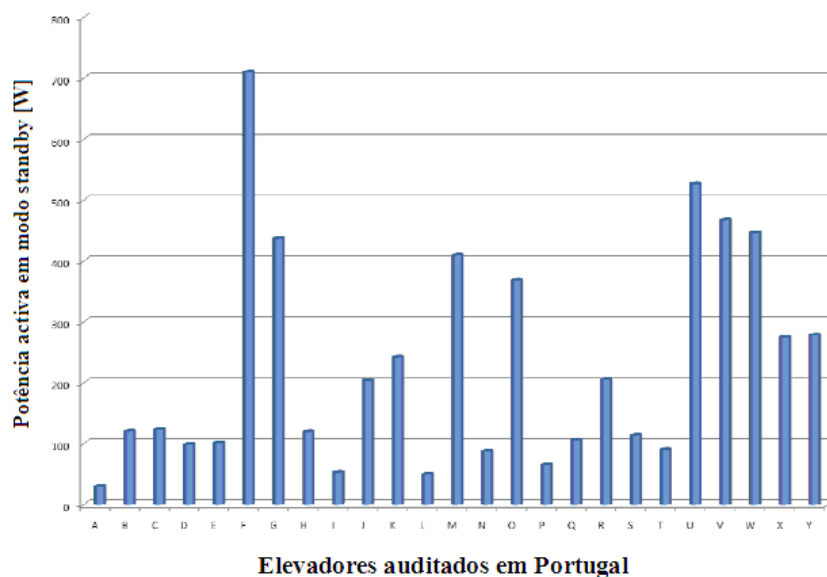


**Fig. 5.32 Consumo específico dos elevadores auditados em Portugal [35]**

Dos resultados obtidos, indicados na tabela 5.33, concluiu-se que o rendimento dos sistemas de accionamento com redutor vai aumentando com a velocidade. O recurso a sistemas de acoplamento directo nem sempre melhora este parâmetro. O rendimento do sistema com redutor depende da qualidade do motor e do ponto óptimo de serviço. A optimização do ponto de serviço é complexa, devido às características de utilização de um elevador.

O consumo próprio do elevador em modo de funcionamento, em oposição, aumenta com o incremento da velocidade nominal do equipamento instalado e da carga nominal. Este consumo está relacionado com a iluminação da cabina, indicadores de pisos em todos os patamares, resumindo, características da instalação associadas ao tipo de serviço / cliente em que os equipamentos são instalados.

Em muitas das leituras efectuadas o consumo de energia própria é superior ao consumo do sistema de accionamento.



**Fig. 5.33 Potência activa em modo de standby, dos equipamentos auditados [35]**

A nível de eficiência energética em standby, o sistema de comando, a iluminação da cabina, os displays e botoneiras de patamar e cabina são as fontes de consumo. No gráfico anterior, pode-se analisar as potências dos equipamentos monitorizados em Portugal. Deste retira-se que a potência varia entre 29,3 W e 710 W. O valor mais baixo corresponde a um elevador instalado em 1982 (elevador A) equipado com comando por relés, em vez de um comando por microprocessador. Também nesse elevador a iluminação da cabina é desligada 5 segundos após a paragem num dos pisos, ou seja, quando o equipamento não está em uso. No outro extremo temos um elevador instalado em 2008 (elevador F), sendo que o grupo E4 não conseguiu identificar as causas associadas à potência requerida pelo elevador.

No Anexo 13, do presente trabalho, pode ser consultada informação detalhada sobre o parque de elevadores de Portugal. [22]

## **5.2 Medições realizadas pelo autor**

Foram realizadas leituras em elevadores instalados no Parque das Nações em Lisboa, tendo por base instalações sob manutenção da ThyssenKrupp Elevadores, SA. Procurou-se analisar instalações com um numero de pisos similar e que a carga nominal da cabina fosse também similar, no sentido de se poder fazer uma comparação directa. Esta comparação directa não é correcta pois para se efectuar a mesma tem que se recorrer a um padrão de comparação. A norma VDI4707 estabelece o consumo específico em funcionamento, tendo as seguintes unidades de medida [mW h/kg m]).

O tipo de accionamento devia de ser diferente de forma a se poder efectuar uma comparação entre os consumos obtidos nos diversos tipos de sistemas de accionamento, como por exemplo:

- Accionamento eléctrico com motor de 2 velocidades, com redutor, e em laço aberto;
- Accionamento eléctrico com motor com um motor de 2 velocidades, com redutor, e sistema VVVF em laço fechado;
- Accionamento hidráulico, motor com arranque estrela - triângulo.

O tipo de suspensão escolhido foi:

- Suspensão directa 1:1 para os elevadores de accionamento eléctrico;
- Suspensão 2:1 para o elevador de accionamento hidráulico;

Os edifícios escolhidos são do tipo de habitação sem utilização pelo público o que vai afectar o número de viagens esperadas por ano.

Sendo os edifícios do mesmo tipo de utilização, poderia ser possível efectuar uma comparação directa entre eles, no entanto temos que salvaguardar que o numero de inquilinos por piso afecta o estudo de tráfego. O número de elevadores por edifício também condiciona o estudo de tráfego, sendo que nos casos considerados existem dois elevadores por piso com gestão em duplex, para os equipamentos de accionamento eléctrico e gestão em simplex para os dois equipamentos de accionamento hidráulico.

As monitorizações foram realizadas com as seguintes presenças:

<b>Data da realização das leituras e presenças</b>	
Leituras efectuadas por	Engº Luis Isidro (TKE), Engº Pedro Marques (TKE) e Encarregado Rui Bernardino (TKE)
Data da realização das leituras	18 de Março de 2009

## 5.2.1 – Medições em elevador hidráulico

### 5.2.1.1 – Informação Geral

<b>Informação geral sobre o elevador</b>	
<b>Características</b>	<b>Descrição</b>
Tipo de edificio	Habitação
Morada	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A - Parque Expo
Numero de pisos	6
Designação pisos	"0 a 5"
Numero médio de pessoas por piso	duas por piso do piso 1 a 5 = 8 inquilinos
Numero de elevadores	Dois em simplex - ascensor principal de 320 kg e ascensor nº 2 de 450 kg com acesso oposto ao principal
Elevador a analisar	nº 2
Numero de viagens por ano	100.000 - estimadas

Fabricante	ThyssenKrupp Elevadores
Ano de Instalação	2002
Data de entrada em serviço	09-04-2002
Designação do elevador	Hidráulico com casa máquinas em baixo
Posição da casa das máquinas	Em baixo na lateral
Condições de ventilação na casa das máquinas	de acordo com as normas EN81.2
Tipo de accionamento	Hidráulico
Tecnologia	Manobra serie F com selectividade à descida
Tecnologia complementar	-----
Suspensão	Indirecta (2:1)
Carga nominal [kg]	450 kg
Tipo de motor	Motor com turbina embebida em oleo
Modelo da central hidráulica	Central GMV
Características do motor	50Hz; bomba 180 l/min; 2800 rpm; $\cos\alpha = 0,86$ ; Iarraq= 26,6 A; I <sub>max</sub> =32,5 A
Numero de cabos de suspensão e características	2 cabos de 10 mm de diâmetro com carga de rotura de 4500 kg

Potência estipulada do motor [kW]	11,0 kW; 15 cv
nº de velocidades - Velocidade nominal	1 velocidade - 0,63 m/s
Curso [m]	18
Tipo de iluminação da cabina	Permanente com duas lâmpadas fluorescentes de 30 W cada
Tipo portas patamar	Automáticas
Tipo porta cabina	Automática
Motor do operador da porta da cabina	Motor 400V; 0,2 A; 95 W; 350 N

### 5.2.1.2 – Medições realizadas

Numero de pisos existente: 6 - Ascensor nº 2

Energia Principal – Em funcionamento				
	fase 1	fase 2	fase 3	total
Tensão [V]	230,1	230,1	230,1	
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,034	0,040	0,039	0,113

Potência circuito principal – Em Standby				
Tensão [V]	230,1	230,1	230,1	
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,00167	0	0,00167	0,0033

Energia Auxiliar – Em funcionamento	
Tensão [V]	230,1
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,0020

Potência circuito auxiliar – Em Standby	
Tensão [V]	230,1
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,006

### 5.2.1.3 – Estudo de tráfego

Complementarmente efectuou-se um estudo que permite achar o tempo teórico de um ciclo.

ESTUDO DE TRÁFEGO

IMPRIMIR



---

DADOS DO CLIENTE

CLIENTE:   
 MORADA DA OBRA:   
 DESCRIÇÃO:

---

DADOS TECNICOS A PREENCHER PELO CLIENTE

Nº DE ASCENSORES:

Nº DE PARAGENS:

CURSO DO ASCENSOR:  m

VELOCIDADE:  m/s

PORTA PARA:

VÃO DA PORTAS:  mm

CAPACIDADE DOS ASCENSORES:  PESSOAS

ELEMENTOS DO EDIFÍCIO

ESCRITÓRIOS   
  HOTEL   
  HABITAÇÃO

HABITAÇÃO DE:

POPULAÇÃO DO EDIFÍCIO:  1 a 1,3 p/hab

COTA DO PISO BOMBEIROS AO ÚLTIMO PISO SERVIDO:  m

---

RESULTADOS DO ESTUDO

TEMPO DE CICLO	<input type="text" value="100,5"/> s	
TEMPO DE ESPERA	<input type="text" value="70,4"/> s	INTERVALO INDICADO ( 60 a 70 )
Nº PESSOAS TRANSPORTADAS EM 5 MINUTOS	<input type="text" value="14"/>	
CAPACIDADE DE TRANSPORTE EM 5 MINUTOS	<input type="text" value="138"/> %	INTERVALO INDICADO ( 6 a 8 % )

## 5.2.2 – Medições em elevador eléctrico de 2 Velocidades

### 5.2.2.1 – Informação Geral

Informação geral sobre o elevador	
Características	Descrição
Tipo de edifício	Habitação
Morada	Rua Moscavide 4.34.01 L - Parque Expo
Numero de pisos	9
Designação pisos	"-2 a 6"
Numero médio de pessoas por piso	2 inquilinos nos pisos 1 a 6 = 12 inquilinos
Numero de elevadores	Dois em Duplex
Elevador a analisar	nº 1
Numero de viagens por ano	100.000 - estimadas
Fabricante	ThyssenKrupp Elevadores
Ano de Instalação	1998
Data de entrada em serviço	26-01-1998
Designação do elevador	Electrico de 2V com casa das máquinas em cima
Posição da casa das máquinas	Em cima na vertical
Condições de ventilação na casa das máquinas	de acordo com as normas EN81.1
Tipo de accionamento	Electrico
Tecnologia	Manobra serie F com selectividade à descida para 2 velocidades
Tecnologia complementar	-----
Suspensão	Directa (1:1)

Carga nominal [kg]	450 kg
Tipo de motor	Motor com redutor
Modelo do sistema de accionamento	W136
Características do motor	50Hz; MA=88 Nm; 400V; 1370 / 310 rpm; factor redução 1:37; roda de tracção 470 mm; In = 15A; cosa = 0,78; Iarraq = 50A; 120 A/h
Numero de cabos de suspensão e características	4 cabos de 10 mm de diâmetro com carga de rotura de 4500 kg
Potência estipulada do motor [kW]	6,4 kW
nº de velocidades - Velocidade nominal	2 velocidades - 1,00/0,25 m/s [alta/tenta]
Curso [m]	23,5
Tipo de iluminação da cabina	Permanente com quatro lampadas fluorescentes de 18 W cada
Tipo portas patamar	Automáticas
Tipo porta cabina	Automática
Motor do operador da porta da cabina	Motor 400V; 0,2 A; 95 W; 350 N

### 5.2.2.2 – Medições realizadas

#### Numero de pisos existente: 9 - Ascensor nº 1

Energia Principal – Em funcionamento				
	fase 1	fase 2	fase 3	total
Tensão [V]	230,8	231,1	231,7	
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,020	0,018	0,020	0,0582

Potência circuito principal – Em Standby				
	fase 1	fase 2	fase 3	total
Tensão [V]	230,8	231,1	231,7	
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,000833	0	0,001667	0,0025

Energia Auxiliar – Em funcionamento	
Tensão [V]	231,3
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,0025

Potência circuito auxiliar – Em Standby	
Tensão [V]	231,3
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,007

### 5.2.2.3 – Estudo de tráfego

Complementarmente efectuou-se um estudo que permite achar o tempo teórico de um ciclo.

ESTUDO DE TRÁFEGO		IMPRIMIR	
<b>DADOS DO CLIENTE</b>			
CLIENTE:	Administração do Condomínio		
MORADA DA OBRA:	Rua Moscavide 4.34.01 L - Parque Expo		
DESCRIÇÃO:	Ascensores Electricos com motor gear de 2 velocidades; casa das máquinas em cima; suspensão 1:1		
<b>DADOS TECNICOS A PREENCHER PELO CLIENTE</b>			
Nº DE ASCENSORES:	2	CAPACIDADE DOS ASCENSORES:	6 PESSOAS
Nº DE PARAGENS:	9	<b>ELEMENTOS DO EDIFÍCIO</b>	
CURSO DO ASCENSOR:	23,5 m	<input type="checkbox"/> ESCRITÓRIOS	<input type="checkbox"/> HOTEL
VELOCIDADE:	1 m/s	<input checked="" type="checkbox"/> HABITAÇÃO	
PORTA PARA:	GRANDE TRÁFEGO	HABITAÇÃO DE LUXO	
VÃO DA PORTAS:	800 mm	POPULAÇÃO DO EDIFÍCIO:	18 1 a 1,3 p/hab
		COTA DO PISO BOMBEIROS AO ÚLTIMO PISO SERVIDO: 17,5 m	
<b>RESULTADOS DO ESTUDO</b>			
TEMPO DE CICLO	97,2 s		
TEMPO DE ESPERA	34,0 s		INTERVALO INDICADO ( 60 a 70 )
Nº PESSOAS TRANSPORTADAS EM 5 MINUTOS	30		
CAPACIDADE DE TRANSPORTE EM 5 MINUTOS	165 %		INTERVALO INDICADO ( 6 a 8 % )

## 5.2.3 – Medições em elevador eléctrico com VVVF

### 5.2.3.1 – Informação Geral

Informação geral sobre o elevador	
Características	Descrição
Tipo de edifício	Habitação
Morada	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A - Parque Expo
Numero de pisos	11
Designação pisos	"-3 a 7"
Numero médio de pessoas por piso	4 inquilinos nos pisos 1 a 5; 3 inquilinos nos pisos 6 e 7 = 26 inquilinos
Numero de elevadores	Dois em Duplex
Elevador a analisar	nº 1
Numero de viagens por ano	100.000 - estimadas
Fabricante	ThyssenKrupp Elevadores
Ano de Instalação	2003
Data de entrada em serviço	28-08-2003
Designação do elevador	Electrico com VVVF com casa das máquinas em cima
Posição da casa das máquinas	Em cima na vertical
Condições de ventilação na casa das máquinas	de acordo com as normas EN81.1
Tipo de accionamento	Electrico

Tecnologia	Manobra serie F com selectividade à descida
Tecnologia complementar	Variador de Frequência Vacon IB 7,5 CV
Suspensão	Directa (1:1)
Carga nominal [kg]	450 kg
Tipo de motor	Motor com redutor
Modelo do sistema de accionamento	W136 com encoder em malha aberta
Características do motor	50Hz; MA=70 Nm; 400V; 1440 rpm; factor redução 1:37; roda tracção 470 mm; In = 15A; $\cos\alpha = 0,8$ ; Iarraq = 25A;
Numero de cabos de suspensão e características	4 cabos de 10 mm de diâmetro com carga de rotura de 4500 kg
Potência estipulada do motor [kW]	6,4 kW
nº de velocidades - Velocidade nominal	com VVVF - 1,00 m/s
Curso [m]	29,91
Tipo de iluminação da cabina	Permanente com duas lampadas fluorescentes de 30 W cada
Tipo portas patamar	Automáticas
Tipo porta cabina	Automática
Motor do operador da porta da cabina	Motor 400V; 0,2 A; 95 W; 350 N

### 5.2.3.2 – Medições realizadas

Numero de pisos existente: 11 - Ascensor nº 1

Energia Principal – Em funcionamento				
	fase 1	fase 2	fase 3	total
Tensão [V]	234,6	235,7	236,3	
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,017	0,014	0,017	0,048

Potência circuito principal – Em Standby				
	fase 1	fase 2	fase 3	total
Tensão [V]	234,6	235,7	236,3	
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,0025	0	0,0025	0,0050

Energia Auxiliar – Em funcionamento	
Tensão [V]	233,7
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,0030

Potência circuito auxiliar – Em Standby	
Tensão [V]	233,7
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,008

### 5.2.3.3 – Estudo de tráfego

Complementarmente efectuou-se um estudo que permite achar o tempo teórico de um ciclo.

ESTUDO DE TRÁFEGO

IMPRIMIR



ThyssenKrupp

---

DADOS DO CLIENTE

**CLIENTE:** Administração do Condomínio  
**MORADA DA OBRA:** Alameda dos Oceanos 4.49.01 A - Parque Expo  
**DESCRIÇÃO:** Ascensores Electricos de 450 Kg com motor geared VVVF; casa das máquinas em cima; suspensão 1:1

---

DADOS TECNICOS A PREENCHER PELO CLIENTE

Nº DE ASCENSORES:

Nº DE PARAGENS:

CURSO DO ASCENSOR:  m

VELOCIDADE:  m/s

PORTA PARA:

VÃO DA PORTAS:  mm

CAPACIDADE DOS ASCENSORES:  PESSOAS

ELEMENTOS DO EDIFÍCIO

ESCRITÓRIOS   
  HOTEL   
  HABITAÇÃO

HABITAÇÃO DE:

POPULAÇÃO DO EDIFÍCIO:  1 a 1,3 p/hab

COTA DO PISO BOMBEIROS AO ÚLTIMO PISO SERVIDO:  m

---

RESULTADOS DO ESTUDO

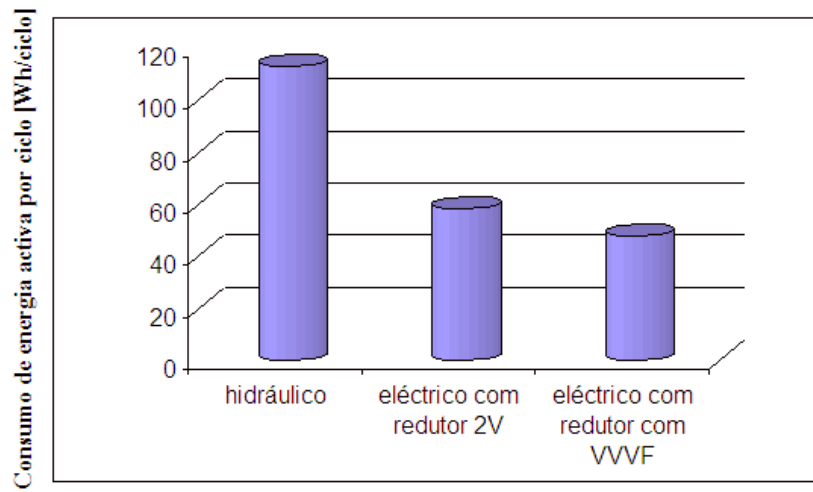
TEMPO DE CICLO	109,6 s	
TEMPO DE ESPERA	38,4 s	INTERVALO INDICADO ( 60 a 70 )
Nº PESSOAS TRANSPORTADAS EM 5 MINUTOS	26	
CAPACIDADE DE TRANSPORTE EM 5 MINUTOS	78 %	INTERVALO INDICADO ( 6 a 8 % )

## 5.2.4 Mapa comparativo das medições efectuadas pelo autor

Tabela 5.12 Energia activa e potência activa, medidos na monitorização feita pelo autor

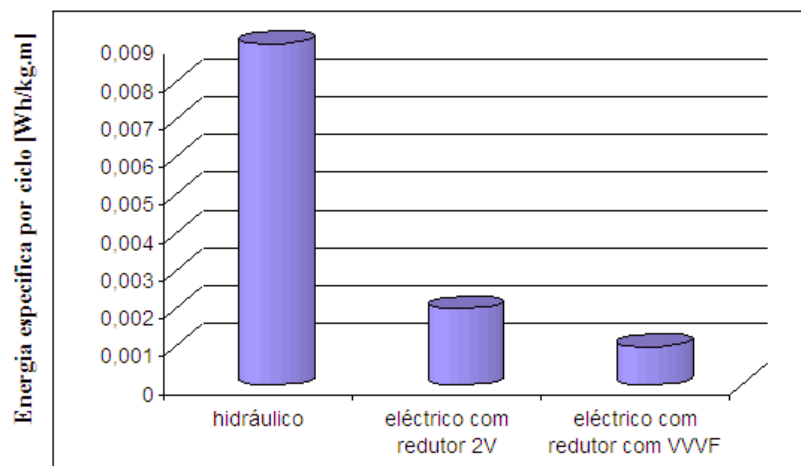
Medições	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
4.4.1 Energia Principal – Em funcionamento			
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,1132	0,0582	0,0479
4.4.2 Potência activa circuito principal – Em Standby			
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,0033	0,0025	0,0050
4.4.3 Potência activa circuito Auxiliar – Em Standby			
Potência Activa [kW] - 5 minutos	0,0058	0,0067	0,0083
4.4.4 Energia Auxiliar – Em funcionamento			
Energia Activa [kWh] - 1 ciclo	0,0020	0,0025	0,0030
Total Energia activa em modo de funcionamento	0,1152	0,0607	0,0509
Total Potência activa em modo de standby	0,0092	0,0092	0,0133

Como referência de consumo de cada elevador por ciclo, apresenta-se o seguinte gráfico



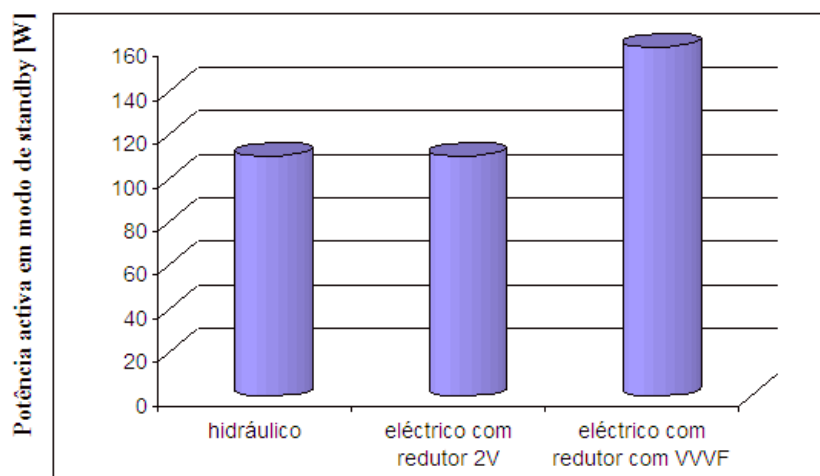
**Fig. 5.34 Consumo energia eléctrica por ciclo - monitorizações do autor**

A nível de consumo específico em funcionamento os valores obtidos são:



**Fig. 5.35 Consumo específico por ciclo - monitorizações do autor**

A nível de potência em standby os valores obtidos são:



**Fig. 5.36 Potência activa em modo de standby - monitorizações do autor**

## 6 – Estimativa do consumo anual de energia eléctrica dos equipamentos estudados

A estimativa seguiu a metodologia do grupo E4, sendo que os valores obtidos também podem ser utilizados para o cálculo da Energia Activa consumida. [34]

### 6.1 – Formulário para apoio ao cálculo

#### Energia activa principal – elevador em modo de funcionamento

$$E_{ym} = 2 \cdot E_{cm} \cdot n_{trip} \cdot C_{atd} \cdot C_{aml} \cdot (1 - C_{bal}) / 1000 \quad [kWh];$$

$E_{ym}$  = Energia activa principal – em funcionamento, por ano [kWh];  $E_{cm}$  = Energia activa principal – em funcionamento, por 1 ciclo [kWh];  $n_{trip}$  = Numero de viagens, por ano;

$C_{atd}$  = Factor da distância média; = 1,0 para edifício com dois pisos servidos, = 0,5 para edifícios com mais de dois pisos servidos, = 0,3 para bateria de elevadores em edifícios com mais de dois pisos servidos;  $C_{aml}$  = Factor de carga do motor; = 0,35 para elevadores de accionamento com 50% carga nominal compensada pelo contrapeso e sem sistema regenerativo de gestão da accionamento, = 0,35 para elevadores de accionamento com 50% carga nominal compensada pelo contrapeso e com sistema regenerativo de gestão da accionamento, = 0,30 para elevadores hidráulicos sem contrapeso;  $C_{bal}$  = Factor de compensação; = 0,5 para elevadores de accionamento com 50% carga nominal compensada pelo contrapeso, = 0,00 para elevadores hidráulicos;

Nota: No caso de sistemas de gestão regenerativos, a  $E_{cycle}$  é utilizada para movimentar a cabina no sentido descendente (o contrapeso é tracionado no sentido de subida) subtraída da energia obtida pela regeneração e que é utilizada para movimentar a cabina no sentido ascendente (contrapeso no sentido descendente).

#### Energia activa principal – elevador em modo de standby

$$E_{ms} = P_m \cdot (8760 - ((C/2) \cdot n_{trip} \cdot C_{atd} / 3600)) / 1000 \quad [kWh];$$

Comentário:  $E_{ms} = P_m \cdot (8760 - \text{quantidade\_de\_horas\_em\_funcionamento\_num\_ano})$

$E_{ms}$  = Energia activa principal – em standby, por ano [kWh];  $P_m$  = Potência activa principal – em standby [W]; 8760; Quantidade de horas num ano normal; C – tempo de um ciclo [s];

$n_{trip}$  = Numero de viagens, por ano;  $C_{atd}$  = Factor da distância média; = 1,0 para edifício

com dois pisos servidos, = 0,5 para edifícios com mais de dois pisos servidos, = 0,3 para bateria de elevadores em edifícios com mais de dois pisos servidos;

### **Energia activa auxiliar – elevador em modo de funcionamento**

$$Eya = Eca \cdot n_{trip} \cdot C_{atd} / 1000 \quad [kWh];$$

$Eya$  = Energia activa auxiliar – em funcionamento, por ano [kWh];  $Eca$  = Energia activa auxiliar – em funcionamento, para um ciclo [kWh];  $n_{trip}$  = Numero de viagens, por ano;

$C_{atd}$  = Factor da distância média; = 1,0 para edifício com dois pisos servidos, = 0,5 para edifícios com mais de dois pisos servidos, = 0,3 para bateria de elevadores em edifícios com mais de dois pisos servidos;

### **Energia activa auxiliar – elevador em modo de standby**

$$Eas = Pa \cdot (8760 - ((C/2) \cdot n_{trip} \cdot C_{atd} / 3600)) / 1000 \quad [kWh]$$

Comentário:  $Eas = Pa \cdot (8760 - \text{quantidade\_de\_horas\_em\_funcionamento\_num\_ano})$

$Eas$  = Energia activa auxiliar – em standby, por ano [kWh];  $Pa$  = Potência activa auxiliar – em standby [W]; 8760; Quantidade de horas num ano normal; C – tempo de um ciclo [s];

$n_{trip}$  = Numero de viagens, por ano;  $C_{atd}$  = Factor da distância média; = 1,0 para edifício com dois pisos servidos, = 0,5 para edifícios com mais de dois pisos servidos, = 0,3 para bateria de elevadores em edifícios com mais de dois pisos servidos;

### **Energia activa total – elevador em modo de funcionamento**

$$Eyr = Eym + Eya \quad [kWh];$$

$Eyr$  = Energia activa total (Principal + auxiliar) – em funcionamento, por ano [kWh];

$Eym$  = Energia activa principal – em funcionamento, por ano [kWh];  $Eya$  = Energia activa auxiliar – em funcionamento, por ano [kWh];

### **Energia activa total – elevador em modo de standby**

$$Eys = Ems + Eas \quad [kWh];$$

$Eys$  = Energia activa total (Principal + auxiliar) – em standby, por ano [kWh];  $Ems$  = Energia activa principal – em standby, por ano [kWh];  $Eas$  = Energia activa auxiliar – em standby, por ano [kWh];

## **Energia activa total**

$$E_y = E_{yr} + E_{ys} \quad [kWh];$$

$E_y$  = Somatório da Energia activa total – (funcionamento + standby) (Principal + auxiliar), por ano [kWh];  $E_{yr}$  = Energia activa total (Principal + auxiliar) – em funcionamento, por ano [kWh];  $E_{ys}$  = Energia activa total (Principal + auxiliar) – em standby, por ano [kWh];

## **Relação da energia activa total em modo de standby**

$$R = E_{yr} / E_{ys} \quad [\%];$$

$R$  = Relação da energia activa total em standby, por ano, com a energia activa total consumida pelo elevador, por ano [%];  $E_{yr}$  = Energia activa total (Principal + auxiliar) – em funcionamento, por ano [kWh];  $E_{ys}$  = Energia activa total (Principal + auxiliar) – em standby, por ano [kWh];

## **6.2 – Estimativa do consumo anual de energia eléctrica - medições realizadas pelo grupo E4**

### **6.2.1 Considerações iniciais**

Como necessidade para obter a estimativa anual de consumo de energia, deve-se conhecer o número de viagens anuais que cada elevador realiza. Este tipo de informação normalmente não se encontra disponível para quem faz um estudo deste tipo, apesar de a maioria dos equipamentos ter contadores de viagens no sistema de comando, pois não é realizado um registo destes valores de forma regular. [35]

Face a esta dificuldade, a estimativa de consumo anual dos elevadores auditados, foi efectuado tendo por base a seguinte orientação:

- Edifícios de habitação – 100 000 viagens por ano
- Edifícios de escritórios – 200 000 viagens por ano
- Hotéis – 300 000 viagens por ano

### **6.2.2 Estimativas consumos anuais na Alemanha, Itália e Polónia**

Na **Alemanha** sobre as estimativas de consumo anual, para os elevadores monitorizados, apenas foram disponibilizados os valores indicados na figura seguinte:

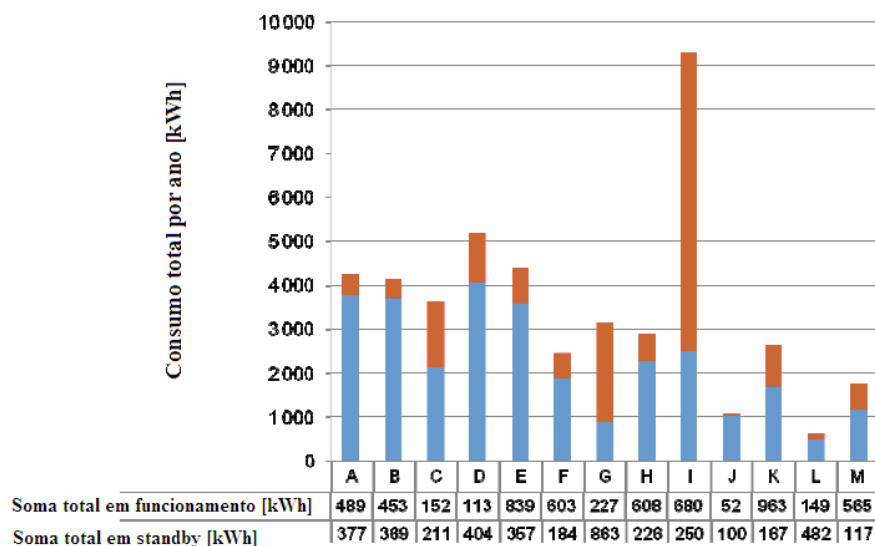


Fig. 6.37 Estimativa do consumo anual nos elevadores monitorizados na Alemanha [35]

Como se pode verificar, o consumo anual varia entre 600 kWh e 9300 kWh por ano. Em termos de custos, isto significa uma variação entre 100 €/ano e 1500 €/ano, assumindo o preço de 0,15 Euro por kWh.

Na **Itália** as estimativas de consumo anual, para os elevadores monitorizados são as que constam na tabela 6.13, apresentadas na página seguinte do presente trabalho.

Da tabela retira-se que, a estimativa do consumo anual de energia para os equipamentos monitorizados, varia entre 871 kWh para o elevador A até 22120 kWh para o elevador N, o que representa um custo anual de energia eléctrica de 174 €/ano a 4424 €/ano, assumindo o preço de 0,20 €/kWh.

Tabela 6.13 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Itália [35]

Elevador	Consumo em modo de funcionamento [kWh]	Consumo em modo de standby [kWh]	Consumo total [kWh]
A	617	254	871
B	1773	253	2026
C	1218	492	1710
D	1491	771	2262
E	731	948	1679
F	772	441	1213
G	210	1499	1709
H	1705	1291	2996
I	623	1001	1624
J	945	1373	2318
K	742	1703	2445
L	3414	1607	5021
M	1050	1150	2200

N	20415	1705	22120
O	3150	1208	4358
P	2738	854	3592
Q	8950	1003	9953
R	184	2186	2370
S	1290	463	1753
T	749	486	1235
U	598	2644	3242
V	722	461	1183

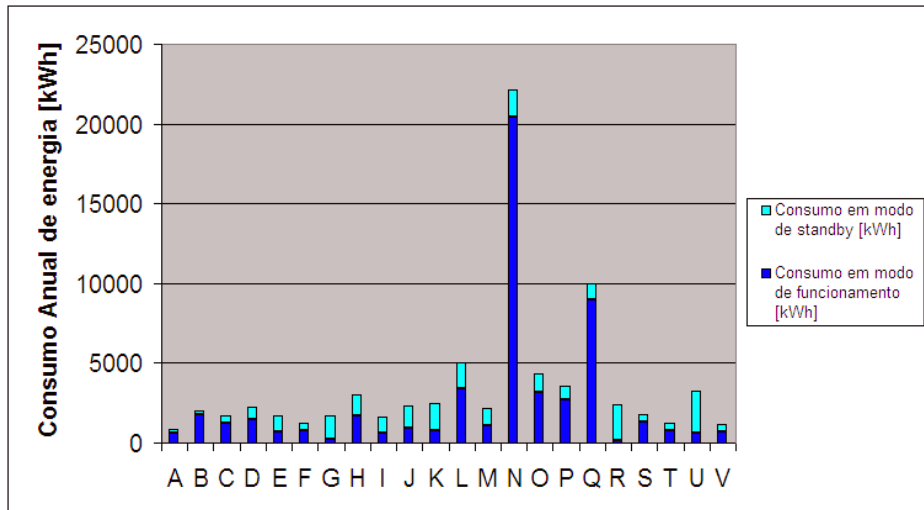


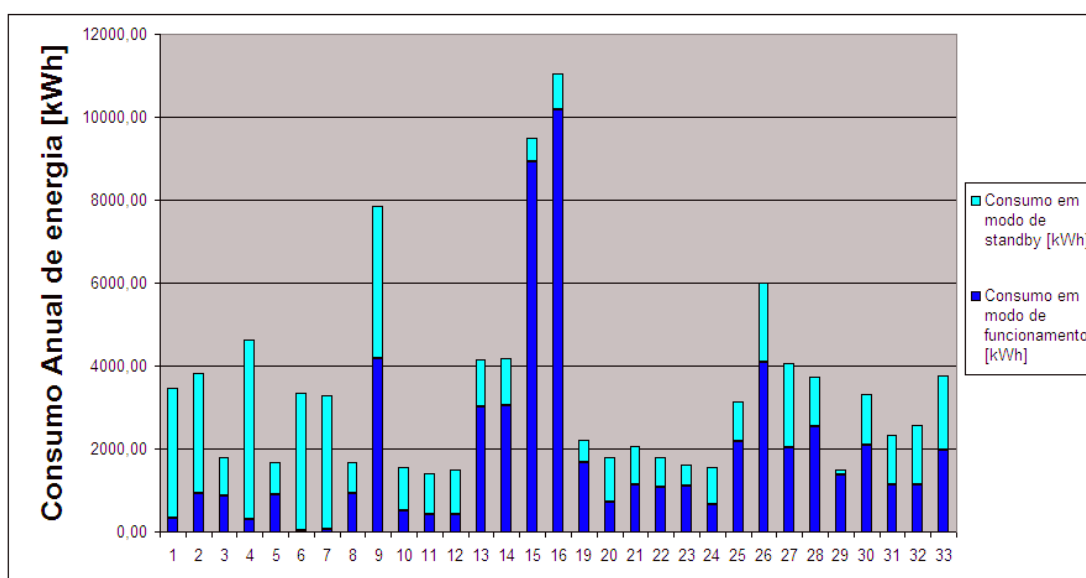
Fig. 6.38 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Itália [35]

Na **Polónia** as estimativas de consumo anual, para os elevadores monitorizados são as seguintes:

Tabela 6.14 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Polónia [35]

Elevador	Consumo em modo de funcionamento [kWh]	Consumo em modo de standby [kWh]	Consumo total [kWh]
1	325,49	3152,00	3477,49
2	921,55	2892,92	3814,47
3	862,69	916,00	1778,69
4	289,35	4339,00	4628,35
5	910,34	750,00	1660,34
6	21,25	3317,00	3338,25
7	59,41	3223,00	3282,41
8	918,40	748,00	1666,40
9	4190,18	3661,00	7851,18
10	501,75	1046,00	1547,75
11	423,08	986,00	1409,08
12	424,76	1062,00	1486,76
13	3002,75	1143,00	4145,75
14	3031,10	1143,00	4174,10
15	8937,96	546,00	9483,96

16	10185,21	848,00	11033,21
19	1659,71	557,00	2216,71
20	714,30	1087,05	1801,35
21	1140,37	931,00	2071,37
22	1074,06	720,00	1794,06
23	1092,41	514,00	1606,41
24	661,10	906,00	1567,10
25	2193,64	950,00	3143,64
26	4075,09	1934,00	6009,09
27	2017,07	2039,92	4056,99
28	2548,46	1171,00	3719,46
29	1359,57	134,00	1493,57
30	2093,38	1228,00	3321,38
31	1135,59	1190,00	2325,59
32	1134,50	1441,00	2575,50
33	1962,13	1812,00	3774,13



**Fig. 6.39 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados na Polónia [35]**

A estimativa do consumo anual de energia para os equipamentos monitorizados, varia entre 1400 kWh até 12300 kWh, o que representa um custo anual de energia eléctrica de 154 €/ano a 1353 €/ano, assumindo o preço de 0,11 €/kWh.

### 6.2.3 Estimativas anuais em Portugal

Em Portugal para o cálculo do consumo, assumiu-se um valor típico para o factor de carga do motor obtido entre a relação da carga nominal com o contrapeso. Os valores estimados são os seguintes:

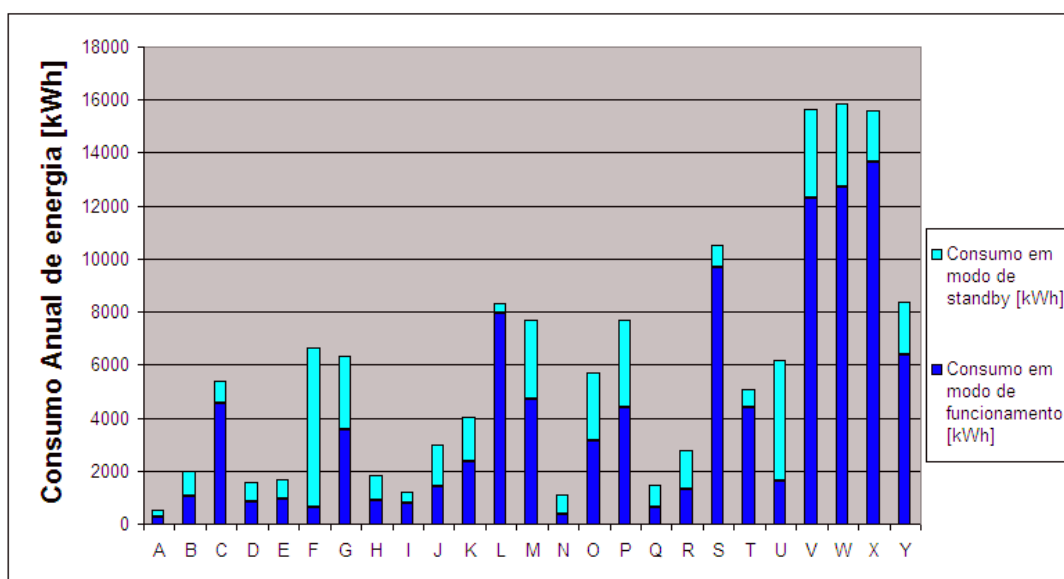
Os valores obtidos na estimativa variam entre 513 kWh (Elevador A) e 15870 kWh (elevador W), o que representa 82 €/ano e 2540 €/ano de energia eléctrica respectivamente, ao valor de

0,1622 €/kWh para longa utilizações em regime de BTN e 0,1092 €/kWh para longas utilizações em regime de MT e em horas de ponta.

Tarifa de Baixa Tensão Normal – ano de 2010 – em Portugal – preços fornecidos no tarifário da EDP. [37]

**Tabela 6.15 Estimativas de consumo anual nos equipamentos monitorizados em Portugal [35]**

Elevador	Consumo em modo de funcionamento [kWh]	Consumo em modo de standby [kWh]	Consumo total [kWh]
A	256	257	513
B	1029	973	2002
C	4577	834	5411
D	814	749	1563
E	942	748	1690
F	646	6001	6647
G	3570	2776	6346
H	890	921	1811
I	761	443	1204
J	1390	1600	2990
K	2373	1674	4047
L	7973	352	8325
M	4707	2966	7673
N	371	744	1115
O	3158	2538	5696
P	4397	3272	7669
Q	611	877	1488
R	1284	1501	2785
S	9686	823	10509
T	4383	712	5095
U	1644	4545	6189
V	12298	3344	15642
W	12703	3167	15870
X	13658	1947	15605
Y	6397	1997	8394



**Fig. 6.40 Estimativas de consumos anuais nos equipamentos monitorizados em Portugal [35]**

## 6.3. – Estimativa do consumo anual de energia – elevadores monitorizados pelo autor

### 6.3.1 Elevador hidráulico

2.		Consumo de Energia Activa				
2.1.	<b>Energia Activa Principal - Funcionamento</b>					
	$C_{200}$	$C_{250}$	$C_{300}$	Energia Activa Principal - Funcionamento por 1 ciclo ( Ecm )	Numero viagens por ano ( Ntrip )	Energia Activa Principal - Funcionamento por ano ( Eym )
	-	-	-	Wh	-	kWh
	0	0,3	0,5	113,20	100.000	3.396,00
2.2.	<b>Energia Activa Principal - Standby</b>					
			$C_{250}$	Potência Activa Principal - Standby ( Pm )	Tempo de um ciclo ( C )	Energia Activa Principal - Standby por ano ( Ems )
			-	W	s	kWh
			0,5	40,00	100,50	322,00
2.3.	<b>Energia Activa Auxiliar - Funcionamento</b>					
			$C_{250}$	Energia Activa Auxiliar - Funcionamento por 1 ciclo ( Eca )	Numero viagens por ano ( Ntrip )	Energia Activa Auxiliar - Funcionamento por ano ( Eya )
			-	Wh	-	kWh
			0,5	2,00	100.000	100,00
2.4.	<b>Energia Activa Auxiliar - Standby</b>					
			$C_{250}$	Potência Activa Auxiliar - Standby ( Pa )	Tempo de um ciclo ( C )	Energia Activa Auxiliar - Standby por ano ( Eas )
			-	W	s	kWh
			0,5	70,00	100,50	564,00
2.5.	<b>Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar)</b>					
				Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por 1 ciclo ( Ecm )	Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por ano ( Eyr )	
				Wh	kWh	
				115,20	3.496	
2.6.	<b>Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar)</b>					
				Potência Activa - Standby (Principal + Auxiliar)	Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar) por ano ( Eys )	
				W	kWh	
				110,00	886	
2.7.	<b>Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)</b>					
				Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)		
				kWh		
				4382		
2.8.	<b>Relação da Energia Activa - Standby, por ano com o Somatorio da Energia Activa - (Funcionamento + Standby), por ano ( R )</b>					
				%		
				20,22%		

### 6.3.2 Elevador eléctrico de 2 velocidades

2.		Consumo de Energia Activa				
2.1.	<b>Energia Activa Principal - Funcionamento</b>					
	$C_{200}$	$C_{250}$	$C_{300}$	Energia Activa Principal - Funcionamento por 1 ciclo ( Ecm )	Numero viagens por ano ( Ntrip )	Energia Activa Principal - Funcionamento por ano ( Eym )
	-	-	-	Wh	-	kWh
	0,5	0,35	0,5	58,20	100.000	1.019,00
2.2.	<b>Energia Activa Principal - Standby</b>					
			$C_{250}$	Potência Activa Principal - Standby ( Pm )	Tempo de um ciclo ( C )	Energia Activa Principal - Standby por ano ( Ems )
			-	W	s	kWh
			0,5	30,00	97,20	243,00

2.3. Energia Activa Auxiliar- Funcionamento						
			$C_{950}$	Energia Activa Auxiliar - Funcionamento por 1 ciclo ( Eca )	Numero viagens por ano ( Ntrip )	Energia Activa Auxiliar - Funcionamento por ano ( Eya )
			-	Wh	-	kWh
			0,5	2,50	100.000	125,00

2.4. Energia Activa Auxiliar - Standby						
			$C_{950}$	Potência Activa Auxiliar - Standby ( Pa )	Tempo de um ciclo ( C )	Energia Activa Auxiliar - Standby por ano ( Eas )
			-	W	s	kWh
			0,5	80,00	97,20	647,00

2.5. Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar)						
				Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por 1 ciclo ( Ecm )	Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por ano ( Eyr )	
				Wh	kWh	
				60,70	1,144	

2.6. Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar)						
				Potência Activa - Standby (Principal + Auxiliar)	Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar) por ano ( Eys )	
				W	kWh	
				110,00	890	

2.7. Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)						
				Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)		
				kWh		
				2034		

2.8. Relação da Energia Activa - Standby, por ano com o Somatorio da Energia Activa - (Funcionamento + Standby), por ano ( R )						
				%		
				43,76%		

### 6.3.3 – Elevador eléctrico com VVVF

2. Consumo de Energia Activa						
2.1. Energia Activa Principal - Funcionamento						
	$C_{950}$	$C_{950}$	$C_{950}$	Energia Activa Principal - Funcionamento por 1 ciclo ( Ecm )	Numero viagens por ano ( Ntrip )	Energia Activa Principal - Funcionamento por ano ( Eym )
	-	-	-	Wh	-	kWh
	0,5	0,35	0,5	47,90	100.000	838,00
2.2. Energia Activa Principal - Standby						
			$C_{950}$	Potência Activa Principal - Standby ( Pm )	Tempo de um ciclo ( C )	Energia Activa Principal - Standby por ano ( Ems )
			-	W	s	kWh
			0,5	60,00	109,60	480,00
2.3. Energia Activa Auxiliar- Funcionamento						
			$C_{950}$	Energia Activa Auxiliar - Funcionamento por 1 ciclo ( Eca )	Numero viagens por ano ( Ntrip )	Energia Activa Auxiliar - Funcionamento por ano ( Eya )
			-	Wh	-	kWh
			0,5	3,00	100.000	150,00
2.4. Energia Activa Auxiliar - Standby						
			$C_{950}$	Potência Activa Auxiliar - Standby ( Pa )	Tempo de um ciclo ( C )	Energia Activa Auxiliar - Standby por ano ( Eas )
			-	W	s	kWh
			0,5	100,00	109,60	800,00
2.5. Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar)						
				Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por 1 ciclo ( Ecm )	Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por ano ( Eyr )	
				Wh	kWh	
				50,90	988	

2.6.	<b>Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar)</b>	
	Potência Activa - Standby (Principal + Auxiliar)	Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar) por ano (Eys)
	W	kWh
	160,00	1.280
2.7.	<b>Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)</b>	
	Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)	
	kWh	
	2268	
2.8.	<b>Relação da Energia Activa - Standby, por ano com o Somatorio da Energia Activa - (Funcionamento + Standby), por ano ( R )</b>	
	%	
	56,44%	

### 6.3.4 – Mapa comparativo das leituras efectuadas

Tabela 6.16 Estimativa do consumo anual da energia activa das leituras efectuadas pelo autor

Consumo energia eléctrica activa	Hidráulico	Eléctrico de 2 V	Eléctrico VVVF
	Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por ano (Eyr)	3.496 kWh	1.144 kWh	988 kWh
Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar) por ano (Eys)	886 kWh	890 kWh	1.280 kWh
<b>Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (Ey)</b>	<b>4.376 kWh</b>	<b>2.024 kWh</b>	<b>2.268 kWh</b>
<b>(R) - Relação da energia eléctrica activa em modo de standby, por ano, com o somatório da energia eléctrica activa - (funcionamento + standby), por ano</b>	<b>20,11%</b>	<b>43,48%</b>	<b>56,44%</b>

### 6.3.5 – Análise gráfica das medições realizadas

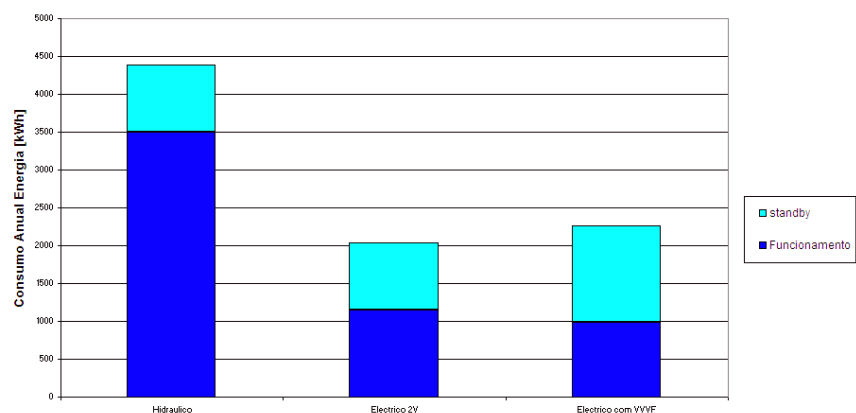


Fig. 6.41 Estimativa do consumo anual da energia activa das leituras efectuadas pelo autor

## 6.4 – Estimativa de redução no consumo energético com a aplicação das Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD) na totalidade do parque europeu

### 6.4.1 Caracterização do parque europeu

A nível europeu a estimativa do consumo foi baseada na monitorização efectuada nos quatro países europeus. [35]

A caracterização do parque europeu foi efectuada com base na informação disponibilizada por mais 15 países, em resposta à solicitação efectuada pela ELA – Associação Europeia de Elevadores, sendo depois ajustado à Europa a 27, incluindo a Suíça e a Noruega. [14]

**Tabela 6.17 Numero de elevadores instalados (UE27+2) [14]**

Sector	Hidráulico	Electrico com redutor	Electrico sem redutor	Total	Percentagem
Habituação	743.979	2.254.112	100.330	3.098.421	64%
Terciário	333.248	946.208	270.344	1.549.800	32%
Industria	49.312	126.397	227	175.936	
<b>Total</b>	<b>1.126.539</b>	<b>3.326.717</b>	<b>370.901</b>	<b>4.824.157</b>	

Esta análise procurou incidir em edifícios do sector Habitacional, do sector Terciário e Industrial e tomou em consideração as tecnologias típicas existentes nos elevadores.

O parque europeu tem as seguintes características:

**Tabela 6.18 Características médias de grande parte do parque de elevadores da Europa [14]**

Sector	Tecnologia	Nº de Unidades	Carga (kg)	Curso (m)	Velocidade (m/s)	Potencia Motor (kW)	Viagens / Ano
Habituação	Hidraulico	699.340	461	16	0.8	8.7	44.943
	Electrico com redutor	2.118.866	392	17	1.0	4.8	62.302
	Electrico sem redutor	94.310	608	22	1.0	6.0	131.013
Escritório	Hidraulico	176.515	693	23	0.9	16.7	164.362
	Electrico com redutor	330.323	703	25	1.4	12.7	231.587
	Electrico sem redutor	121.570	760	33	1.6	11.7	242.092
Hospital	Hidraulico	29.712	1.264	12	0.7	11.8	277.722
	Electrico com redutor	147.410	1.258	17	1.1	11.8	382.102
	Electrico sem redutor	26.050	1.275	28	1.3	19.4	565.259
Industria	Hidraulico	46.353	1.817	13	0.6	24.5	43.165
	Electrico com redutor	118.813	1.120	12	0.6	15.0	73.005
	Electrico sem redutor	213	1.160	8	1.0	17.9	27.638
Comercio	Hidraulico	58.386	963	14	1.1	15.2	142.389
	Electrico com redutor	172.197	920	12	1.1	14.6	191.533
	Electrico sem redutor	16.118	945	11	1.3	11.9	223.965
Hotéis	Hidraulico	30.937	1.024	15	0.6	16.3	85.546
	Electrico com redutor	114.276	873	18	0.9	10.3	199.287
	Electrico sem redutor	24.996	1.114	24	1.6	15.4	220.486
<b>Total</b>		<b>4.326.385</b>					

## 6.4.2 Estimativa do consumo anual em funcionamento por tipo de tecnologia

A estimativa a realizar por tecnologia, segue os seguintes pressupostos:

- Entra-se em linha de conta com o valor médio para a energia consumida em cada ciclo ( $E_{cycle}$ ) para cada tipo de tecnologia de elevação é apresentado por sector. [35]

**Tabela 6.19 Valor médio de energia por ciclo, em Wh e em mWh/m.kg [14]**

Sector	Hidráulico	Electrico com redutor	Electrico sem redutor
Habituação	63,8 14,1	50,4 5,5	33,07 3,1
Escritório	83,1 15,0	57,9 3,9	43,9 2,6
Hospitais	346,1 14,1	129,5 5,5	56,8 1,5
Industria	140,7 14,1	23,8 4,0	-----
Comercio	-----	-----	24,0 4,4
Hotéis	107,6 16,0	77,7 6,2	44,13 0,8

- Efectua-se a estimativa do consumo anual, com base na metodologia já referida no capítulo 4 do presente trabalho. - Com o valor obtido multiplica-se pelo número de unidades de cada

tecnologia em estudo (accionamento hidráulico, accionamento eléctrico com máquinas com redutor, accionamento eléctrico com máquina de acoplamento directo). – Estima-se o consumo anual [14]

### 6.4.3 Estimativa da potência activa em modo de standby por tipo de tecnologia dos equipamentos monitorizados

A estimativa a realizar por tecnologia, segue os seguintes pressupostos:

- Entra-se em linha de conta com o valor médio para a potência activa em modo de standby para cada tipo de tecnologia de elevação é apresentado por sector. [35]

**Tabela 6.20 Valor médio da potência activa em modo de standby, em W [14]**

Sector	Hidráulico	Electrico com redutor	Electrico sem redutor
Habitação	180,4	163,8	249,0
Escritório	182,9	244,8	320,7
Hospitais	339,6	244,1	163,7
Industria	253,1	436,5	-----
Comercio	-----	-----	253,1
Hoteis	113,6	198,5	204,3

- Efectua-se a estimativa do consumo anual, com base na metodologia já referida no capítulo 4 do presente trabalho. - Com o valor obtido multiplica-se pelo número de unidades de cada tecnologia em estudo (accionamento hidráulico, accionamento eléctrico com máquinas com redutor, accionamento eléctrico com máquina de acoplamento directo). – Estima-se o consumo anual total. [14]

### 6.4.4 Estimativa do consumo anual total para o parque europeu por sector

Dos valores obtidos para os 19 países foi feito um ajuste para a Europa a 27, acrescidos da Suíça e da Noruega. Foi feita uma estimativa de consumo de energia nos elevadores de cerca de 18,4 TWh, dois quais 6,7 TWh são referentes ao sector Habitacional, 10,9TWh ao sector Terciário e apenas 812 GWh ao sector Industrial.

**Tabela 6.21 Estimativa do consumo anual total para o parque europeu por sector [14]**

Sector	Cenário	Consumo Anual de Electricidade (em modo funcionamento) (GWh)	Consumo Anual de Electricidade (em modo standby) (GWh)	Consumo Anual de Electricidade (Total) (GWh)
Habitação	Tecnologias Existentes	2.119	4.545	6.664
	Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD)	880	1.673	2.553
	Melhores Tecnologias Não Disponíveis (MTND)	880	196	1.076
Terciário	Tecnologias Existentes	6.346	4.558	10.904
	Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD)	3.224	884	4.108
	Melhores Tecnologias Não Disponíveis (MTND)	3.224	341	3.565

Industria	Tecnologias Existentes	209	603	812
	Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD)	129	106	235
	Melhores Tecnologias Não Disponíveis (MTND)	129	15	144
Total	Tecnologias Existentes	8.674	9.706	18.380
	Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD)	4.233	2.663	6.896
	Melhores Tecnologias Não Disponíveis (MTND)	4.233	552	4.785

Dos resultados estimados para os equipamentos instalados na Europa a 27, acrescida da Suíça e da Noruega, pode-se verificar que o consumo de energia em modo de standby representa uma percentagem importante do consumo energético, especialmente nos elevadores instalados no sector Habitacional e no sector terciário.

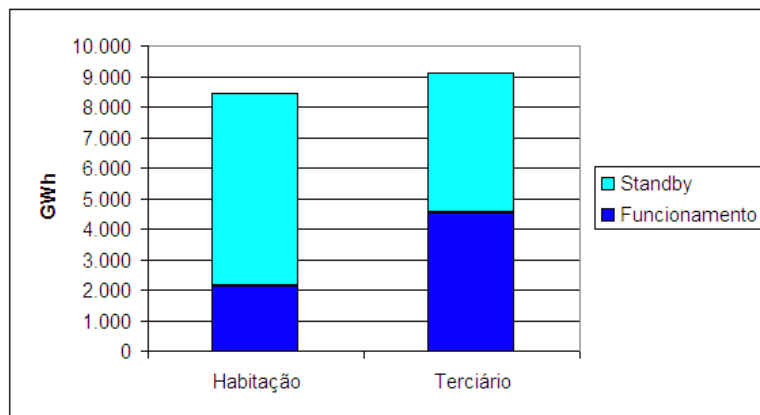


Fig. 6.42 Comparação do consumo anual no sector Habitacional e o Terciário [14]

A nível proporcional o consumo em modo de standby, no sector Terciário é praticamente 50% do consumo total. [14]

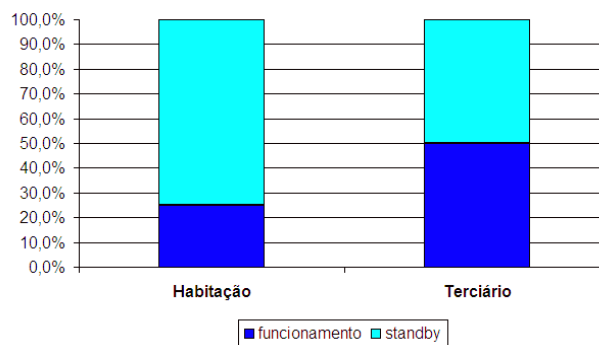


Fig. 6.43 Comparação do consumo anual em valor absoluto entre o sector Habitacional e o Terciário [14]

### 6.4.5 Estimativa de redução no consumo energético anual em funcionamento por tipo de tecnologia

Assumindo que os melhores factores de eficiência energética para cada componente de elevador, são os seguintes: [14] - Eficiência do motor – redução de 15% das perdas de eficiência por comparação a um motor classe IE3 (motor considerado excelente a nível de

eficiência energética) pela metodologia estandardizada IEC 60034-30; - Eficiência do sem-fim – 96%; - Perdas por atrito – 5%; - Eficiência dos sistemas de variação de accionamento – 95%; - Capacidade regenerativa – 25%. Deve-se calcular o valor global de eficiência e da energia consumida em cada ciclo para cada tecnologia de elevador.

Dos valores utilizados de consumo por ciclo, para estimar o consumo anual em funcionamento, conforme subcapítulo 6.4.2 do presente trabalho, obtém-se a potência

$$P_{mec} = E_{cycle} + \eta_{system} \frac{v}{h} [W]$$

com  $P_{me}$  = Potência mecânica [W];  $E_{cycle}$  = energia para um ciclo [Ws];  $\eta_{system}$  = rendimento do sistema;  $h$  = curso [m];  $v$  = velocidade nominal [m/s].

Para o rendimento de cada componente do sistema deve-se considerar: [14] - rendimento do motor eléctrico – 93,4%, o mesmo do rendimento de um motor classe IE3 da IEC60034-30; - rendimento do redutor – 96%; - rendimento do sistema de suspensão 2:1 – 90%, normalmente aplicado em sistemas com máquinas de acoplamento directo; - rendimento da central hidráulica – 70%; - perdas por atrito – 5%; rendimento dos sistemas de variação de tensão e frequência – 90%;

Efectua-se o cálculo da energia consumida por ciclo com a aplicação das MTD para cada um

$$E_{cycle} = \frac{P_{mech}}{\eta_{melhorado}} \frac{h}{v} [W],$$

com  $P_{me}$  = Potência mecânica [W];  $E_{cycle}$  = energia para um ciclo [Ws];  $\eta_{melhorado}$  = eficiência do sistema aplicando as MTD;  $h$  = curso [m];  $v$  = velocidade nominal [m/s].

- Efectua-se a estimativa do consumo anual, com base na metodologia já referida no capítulo 4 do presente trabalho. - Com o valor obtido multiplica-se pelo número de unidades de cada tecnologia em estudo (accionamento hidráulico, accionamento eléctrico com máquinas com redutor, accionamento eléctrico com máquina de acoplamento directo). – Estima-se o consumo anual [14]

#### **6.4.6 Estimativa de redução no consumo energético anual em standby por tipo de tecnologia**

Para esta estimativa dois cenários podem ser colocados:

- **Aplicação das Melhores Tecnologias Disponíveis:** Iluminação por LED (varia de 12W para cabinas com carga nominal de 320 kg até 18W para cabinas com carga nominal de 1000 kg); Quadros de comando – 25 W; Variadores de frequência - 20 W; Operadores de porta - 5 W;

- Efectua-se a estimativa do consumo anual, com base na metodologia já referida no capítulo 4 do presente trabalho. - Com o valor obtido multiplica-se pelo número de unidades de cada tecnologia em estudo (accionamento hidráulico, accionamento eléctrico com máquinas com redutor, accionamento eléctrico com máquina de acoplamento directo). - Estimasse o consumo anual total. [14]

- Aplicação de outras tecnologias, considerando desligar equipamentos não essenciais e que contribuem para o consumo de energia em modo de standby. Pode-se considerar colocar o quadro de comando e o sistema VVVF em modo de hibernação, sendo o consumo residual – 1 W cada; Nestes casos para o cálculo da potência activa em modo de standby, ter-se-ia que considerar como necessário um período de 15 segundos, adicionados ao tempo de viagem, permitindo a estabilização do sistema antes de este entrar em modo de hibernação.

Com este cenário efectuar-se-ia o cálculo do consumo anual da mesma forma que anteriormente referido.

#### 6.4.7 Estimativa de redução no consumo energético anual total

Estes resultados estão apresentados na tabela 6.21 Estimativa do consumo anual total para o parque europeu por sector [14], apresentada no presente trabalho.

Os resultados demonstram que existe uma potencialidade de redução de cerca de 65%. A redução de 11TWh é possível obter com o recurso às MTD e de 13TWh através de aplicação de novas tecnologias actualmente em desenvolvimento, como por exemplo a regenerativa. Esta redução implica uma menor emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, na ordem das 4,9 Mton de CO<sub>2eq</sub> e de 5,8 Mton de CO<sub>2eq</sub> respectivamente (com o recurso as tecnologias actuais de produção de energia eléctrica, como por exemplo: o Petróleo).

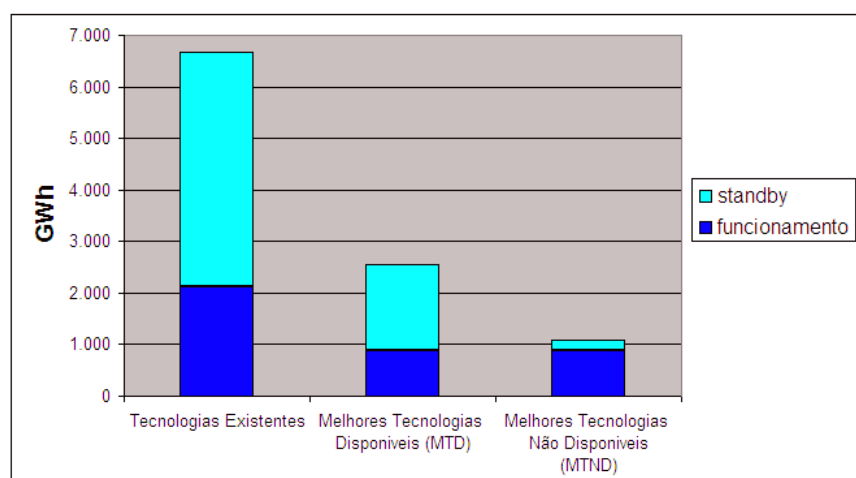
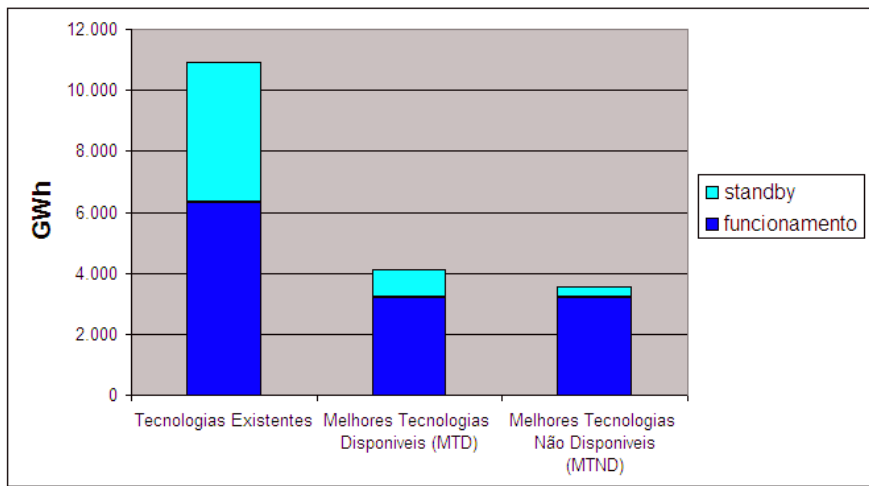
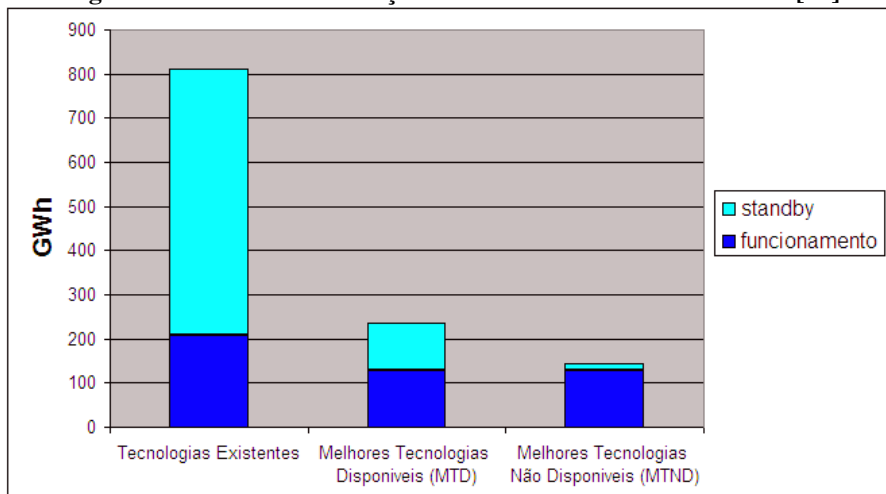


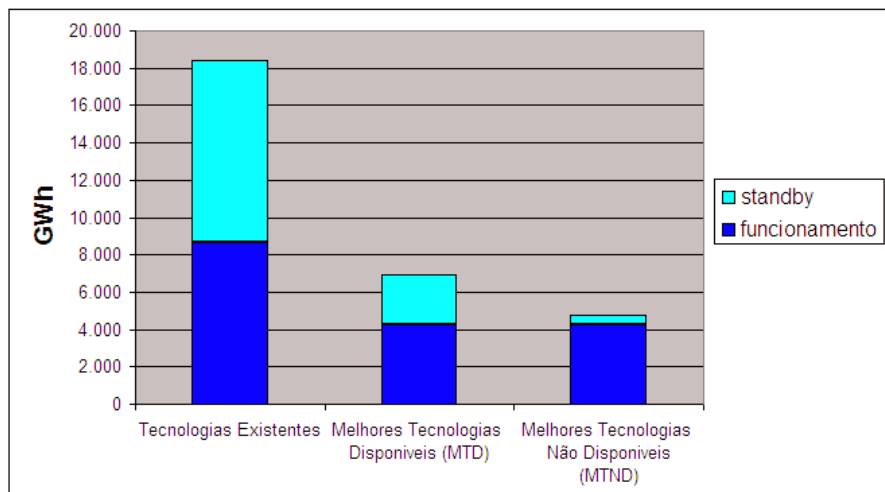
Fig. 6.44 Estimativa de redução no consumo do sector da Habitação [14]



**Fig. 6.45 Estimativa de redução no consumo do sector Terciário [14]**



**Fig. 6.46 Estimativa de redução no consumo do sector da Industria [14]**



**Fig. 6.47 Estimativa de redução no consumo total [14]**

A potencialidade de redução no consumo energético em modo de standby é particularmente evidente, mesmo com o cenário de aplicação das MTD, apesar de nos elevadores existirem componentes de baixa potência nominal que normalmente estão em uso

## **7 – Classificação energética do estudo efectuado pelo autor**

### **7.1 – Âmbito da VDI 4707 – lifts – energy efficiency**

A classificação energética dos elevadores tem por objectivo permitir que seja analisada a respectiva eficiência energética.

A norma VDI4707 / Part 1Lifts – energy efficiency [27], tem por objectivo definir de forma transparente a potência requerida para cada elevador e o seu consumo de acordo com critérios standard. Esta classificação aplica-se a elevadores instalados em todo o tipo de edifícios.

### **7.2 – Valores característicos**

#### **7.2.1 – Necessidade de energia em standby**

A quantidade de energia em standby é a quantidade de energia consumida por um elevador em modo de standby, ou seja, em período de não operação. Isto significa que existem alguns componentes que consomem energia eléctrica em modo de não operação do elevador e que se torna necessário levar em conta este consumo.

Conforme referido, para as leituras efectuadas com base na metodologia do grupo E4, nesta norma também não são considerados os consumos existentes na casa das máquinas e consumidos na iluminação da caixa.

#### **7.2.2 – Necessidade de energia em funcionamento**

A quantidade de energia em funcionamento representa a energia total consumida pelo elevador nas seguintes situações: - Durante um ciclo de funcionamento; - Com transporte de cargas específicas.

**O consumo de energia resultante será definido por  $[m.Wh/(kg.m)]$  – sendo a relação entre a distância percorrida em metros e a carga nominal em quilogramas.**

Quando se recorra à utilização de cargas diferentes da carga nominal, para o cálculo da necessidade de energia em funcionamento, deve ser feito o respectivo registo.

Estes valores de necessidade de energia em funcionamento, podem ser utilizados para efectuar a comparação da eficiência energética de diferentes elevadores.

## 7.2.3 – Necessidade de energia e classes de eficiência energética

Em função das necessidades de energia, os elevadores serão caracterizados em classes para: modo de funcionamento e modo de standby. Estes dois valores determinam a classe de eficiência energética, dependendo do tipo de utilização do elevador.

Existem sete classes de eficiência energética representadas pelas letras de A a G. A classe A representa a de necessidade de energia mais reduzida e consequentemente a que indica a melhor eficiência energética.

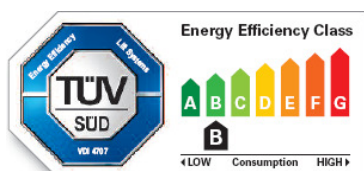


Fig. 7.48 Classes de eficiência energética [27]

## 7.2.4 – Tipos de utilização dos elevadores

O consumo de energia é fortemente influenciado pelo tipo de utilização do elevador – normalmente identificada pelo tipo de edifício que caracteriza o perfil dos utilizadores.

### 7.2.4.1 – Por classe de utilização

Tabela 7.22 Classes de utilização dos elevadores [27]

Classe de utilização	1	2	3	4	5
Utilização frequente/intensiva	muito reduzida	reduzida	ocasional	frequente	muito frequente
Tempo medio funcionamento em horas por dia	0,2 (≤ 0,3)	0,5 (>0,3-1)	1,5 (>1-2)	3 (>2-4,5)	6 (>4,5)
Tempo medio standby em horas por dia	23,8	23,5	22,5	21	18
Tipo de edificio e tipo de utilização	- Edificio habitacional até 6 condóminos - Pequenos edificios de escritórios ou de serviços com pouca utilização	- Edificio habitacional até 20 condóminos - Pequenos edificios de escritórios ou de serviços com 2 ou 5 pisos - Pequenos hotéis - Bons elevadores com reduzida utilização	- Edificio habitacional até 50 condóminos - Pequenos edificios de escritórios ou de serviços até 10 pisos - Hotéis de média dimensão - Bons elevadores com utilização média	- Edificio habitacional com mais de 50 condóminos - Edificios de escritorios ou de serviços, com mais de 10 pisos - Hotéis de grande dimensão - Hospitais de pequena ou média dimensão - Bons elevadores nas zonas de fabrico com um unico turno	- Edificios de escritórios ou de serviços, com mais de 100 mt de altura - Hospitais de grande dimensão - Bons elevadores nas zonas de fabrico com diversos turnos

Pela aplicação da tabela anterior, para as leituras registadas pelo autor, efectuou-se a seguinte atribuição de classes de utilização dos elevadores

**Tabela 7.23 Classes de utilização dos elevadores monitorizados pelo autor**

Classe de utilização	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Numero de pisos	6	9	11
Designação pisos	"0 a 5"	"-2 a 6"	"-3 a 7"
Numero médio de pessoas por piso	duas por piso do piso 1 a 5 = 8 inquilinos	2 inquilinos nos pisos 1 a 6 = 12 inquilinos	4 inquilinos nos pisos 1 a 5; 3 inquilinos nos pisos 6 e 7 = 26 inquilinos
Classe de utilização pela tabela 1: Usage categories according to VDI 4707 Part1	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

### 7.2.4.2 – Por classe de necessidade de energia

Os valores calculados de consumo de energia específica em cada modo de operação – funcionamento e standby - serão comparados com as respectivas tabelas com as classes de eficiência energética.

#### Em funcionamento

**Tabela 7.24 Classes de necessidade de energia com elevador em funcionamento [27]**

Consumo de energia específica em mWh/(kg m)	≤ 0,56	≤ 0,84	≤ 1,26	≤ 1,89	≤ 2,80	≤ 4,20	> 4,20
Classes	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

Pela aplicação da tabela anterior para as leituras registadas pelo autor, efectuou-se a seguinte atribuição de classes de necessidade de energia em funcionamento

**Tabela 7.25 Classes necessidade de energia com elevador em funcionamento - monitorização do autor [27]**

Classe de utilização	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Energia funcionamento – principal + auxiliar Energia Activa [Wh] - 1 ciclo	115,20	60,70	50,90
Numero de metros percorridos - 1 ciclo ( 2 x curso)	36	47	59,82
Carga nominal - kg	450	450	450
Factor carga [página 8 - VDI]	1,2	0,70	0,70
Energia específica por ciclo [ mWh/ (kg.m) ]	8,53	2,01	1,32
Classe de consumo pela VDI	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>D</b>

#### Em standby

**Tabela 7.26 Classes de necessidades de energia em standby [27]**

Potência em standby [W]	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
Classe	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

Pela aplicação da tabela anterior, para as leituras registadas efectuamos a seguinte atribuição de classes de necessidade de potência em standby

Tabela 7.27 Classes necessidade de potência com elevador em standby - monitorização do autor [27]

Classe de utilização	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Potência activa no circuito Principal – Em Standby Potência Activa [W]	40,00	30,00	60,00
Potência activa no circuito auxiliar – Em Standby Potência Activa [W]	70,00	80,00	100,00
Potência activa em Standby - principal + auxiliar Potência Activa [W]	110,00	110,00	160,00
Classe potência standby – circuito principal + circuito auxiliar	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

$$\text{Energia específica total: } E_{\text{specific,energy,max}} = E_{\text{travel,demand,max}} + 1000 \cdot \frac{P_{\text{standby,max}} \cdot t_{\text{standby}}}{Q \cdot v_{\text{nspeed}} \cdot t_{\text{usage}}}$$

Entra-se em linha de conta com o tempo médio dispendido pelos equipamentos em funcionamento e em standby

Classe de utilização	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Classe de utilização pela tabela 1: VDI 4707 Part1 [7]	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Tempo médio em modo funcionamento (em horas por dia)	0,5	0,5	1,5
Tempo médio em modo standby (em horas por dia)	23,5	23,5	22,5

De acordo com a seguinte tabela pode-se calcular a energia específica para os casos em estudo e para definir as classes de eficiência energética face ao tipo de utilização – tipo 2 para elevador hidráulico e de 2 velocidades e tipo 3 para o elevador com VVVF.

E específica, energia, max [ mWh/ (kg.m) ]	Tabela 4		Tabela 3	
	E funcionamento		E standby	
A	0,56		50	
B	0,84		100	
C	1,26		200	
D	1,89		400	
E	2,8		800	
F	4,2		1600	
G	4,2		1600	

Obtém-se a tabela de classificação energética dos elevadores em análise pelo tipo de utilização – classe 2 para hidráulico e eléctrico de 2V e classe 3 para eléctrico com VVVF.

Tabela 7.28 Eficiência energética aplicada aos elevadores em análise [27]

Classe de utilização	Necessidade específica consumo em mWh/(Kg.m)		
	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	categoria 2	categoria 2	categoria 3
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
A <	2,86	2,01	1,02
B <	5,45	3,74	1,77
C <	10,47	7,06	3,11
D <	20,31	13,49	5,59
E <	39,64	26,01	10,21
F <	77,88	50,62	19,01
G >	77,88	50,62	19,01

Com a aplicação das potências em modo de standby e dos consumos de energia activa em modo de funcionamento, obtém-se a classe de eficiência energética para cada elevador em análise

Tabela 7.29 Classes de eficiência energética aplicada aos elevadores monitorizados pelo autor [27]

Classes de Eficiência Energética	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Carga Nominal - kg	450	450	450
Velocidade Nominal - m/s	0,63	1,00	1,00
Velocidade Nominal - m/h	2268	3600	3600
Classe de utilização pela tabela 1: VDI 4707 Part1 [7]	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Tempo médio em modo funcionamento (em horas por dia)	0,5	0,5	1,5
Tempo médio em modo standby (em horas por dia)	23,5	23,5	22,5
Potência activa em modo de standby = principal + auxiliar [W]	110,00	110,00	160,00
Energia específica por ciclo [ mWh/ (kg.m) ]	8,53	2,01	1,32
<b>E específica, total [ mWh/ (kg.m) ]</b>	13,60	5,20	2,81
<b>Classe de Eficiência Energética</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

### 7.3 – Avaliação da energia eléctrica necessária para um ano

O cálculo da energia necessária para a operação de um elevador num período de um ano, é feito em função da energia necessária durante o funcionamento e em standby, dos rácios a aplicar em função da utilização do elevador, da energia necessária por dia e os dias de operação por ano.

Tabela 7.30 Energia consumida por ano das medições efectuadas pelo autor, pela VDI [27]

Consumo anual de energia	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Carga Nominal - kg	450	450	450
Tempo médio em modo funcionamento (em horas por dia)	0,5	0,5	1,5
Tempo médio em modo funcionamento (em segundos por dia) - Tfahren	1800	1800	5400
Velocidade Nominal - m/s	0,63	1,00	1,00
Numero de metros percorridos - por dia - Snenn	1134,0	1800,0	5400,0
Potência standby – principal + auxiliar - W	110,00	110,00	160,00
Tempo médio em modo standby (em horas por dia)	23,5	23,5	22,5
Energia específica por ciclo [ mWh/ (kg.m) ]	8,53	2,01	1,32
Energia standby por dia = principal + auxiliar - Wh	2585,0	2585,0	3600,0
Energia funcionamento por dia = principal + auxiliar - Wh	4352,9	1628,1	3207,6
Energia consumida por dia Wh	6937,9	4213,1	6807,6
<b>E específica, total [ mWh/ (kg.m) ]</b>	13,60	5,20	2,80
<b>Energia consumida por ano kWh</b>	2532,3	1537,8	2484,8

Tabela 7. 31 Classificações energética – tabela resumo - das medições efectuadas pelo autor [27]

Classe de utilização	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Potência standby – principal + auxiliar [W]	110,00	110,00	160,00
<b>Classe Eficiência Energética</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>
Energia específica por ciclo [ mWh/ (kg.m) ]	8,53	2,01	1,32
<b>Classe Eficiência Energética</b>	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>D</b>
<b>E específica, total [ mWh/ (kg.m) ]</b>	13,60	5,20	2,81
<b>Classe Eficiência Energética</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

## **8 – Medidas de melhoria energética**

### **8.1 – Caracterização dos consumidores de energia em standby**

Para a análise do consumo energético num elevador, existem inúmeros factores, conforme já referido anteriormente. Das diversas leituras efectuadas, pode-se concluir que o consumo em standby varia de instalação para instalação. Os resultados demonstram que em muitos casos, a energia consumida pelos elevadores vai para além das necessidades de consumo em operação. [35]

Os seguintes componentes constituem a estrutura do consumo em standby:

- Sistema de comando – está dependente da tecnologia instalada neste sistema (comandos a reles não consomem energia em standby e em oposição os comandos a microprocessador consomem dezenas de watts;
- Transformador (instalado no quadro de comando) – o seu consumo está interligado à potência necessária fornecer para os diversos elementos do elevador, como por exemplo o sistema de travagem. Existe o problema de haver perdas de energia por efeito de Joule;
- Equipamentos de sinalização (indicadores de posição e setas de direcção ou sentido de marcha) – a necessidade de indicar a posição da cabina e o sentido de marcha nos diversos patamares e no interior da cabina, associada à instalação de comandos a microprocessador, levaram à aplicação de componentes com base em indicadores de segmentos. Estes indicadores implicam a adaptação de resistores com o objectivo de proteger as lâmpadas de LED. Estes resistores produzem perdas de energia, sob a forma de calor. Estas perdas podem ser reduzidas com a instalação de sistemas de comunicação binários, aplicados de forma múltipla;
- Sistema de comunicação de emergência – Sendo obrigatória a sua instalação desde a aplicação da Directiva Europeia [38], no sentido de permitir a comunicação entre a cabina e um serviço de emergência. Na maioria dos casos a comunicação é realizada por cabo de cobre, sendo cada vez mais usual instalar-se sistemas GSM. A solução de comunicação apenas estabelece o meio como a comunicação e processada, sendo no entanto instalado um sistema de intercomunicação entre cabina, casa das máquinas e entre cabina e central de atendimento permanente;
- Variador de frequência – Estes componentes, em standby, consomem cerca de 100 W. Alguns sistemas de comando, desligam o variador após um período específico em regime de standby;

- Operador da porta automática de cabina – Os sistemas mecânicos dos operadores são consumidores de energia em standby, sendo que tem-se vindo a instalar operadores mais eficientes energeticamente;
- Iluminação da cabina – A iluminação é um grande consumidor de energia em modo de standby, sendo uma solução a adoptar a instalação de reles temporizados para cortar a alimentação. A instalação de lâmpadas pouco eficientes energeticamente ou que pelas suas características não devem trabalhar em modo temporizado, acaba por retirar ganhos de eficiência;
- Aquecimento do óleo da central hidráulica – este sistema tem necessidade de estar em actuação, em condições de; temperatura das casa das máquinas abaixo dos 12 °C – após esta condição alterar-se o sistema de aquecimento deixa de ser necessário, mesmo que o elevador esteja em modo de standby;
- Arrefecimento do óleo da central hidráulica – este sistema actua em condições de temperaturas das casas das máquinas elevadas acima dos 40 °C e em situações em que o numero de viagens realizadas num determinado período é elevado e torna-se necessário dissipar o calor acumulado no óleo hidráulico.

Os seguintes componentes consomem energia associada ao trabalho de transporte de pessoas / carga. No caso dos elevadores de accionamento a energia é distribuída a: - Motor de accionamento; - sistema de travagem; contactores do circuito do motor; interferências electromagnéticas de presentes.

A eficiência energética de um elevador é influenciada por:

- Tipo de gestão do motor do sistema de accionamento (VVVF, 2 V ou 1 V);
- Tipo de sistema de accionamento (com redutor, sem redutor);
- Potência do motor instalado e frequência nominal de trabalho;
- Optimização do ciclo de funcionamento (transições entre mudança de velocidade, paragem);
- Atrito causado pelas roçadeiras ou rodadeiras da cabina ou contrapeso nas respectivas guias;
- Correntes de compensação para equilibrar a relação entre a cabina e o contrapeso, devido ao peso dos cabos de accionamento – curso maior que 30 metros;

Os resultados da monitorização do grupo E4 indicam que existe um caminho para a melhoria da eficiência energética dos elevadores. O consumo de energia nos elevadores hidráulicos é superior à dos elevadores eléctricos quando comparados nas mesmas condições.

A substituição de equipamentos existentes por novos com a MTD, permite estimar uma poupança energética de cerca de 62%, conforme pode ser visto na tabela seguinte: [27]

**Tabela 8.32 Estimativa redução energética em % pela aplicação MTD e MTND [27]**

GWh		funcionamento	standby	Consumo Anual de Electricidade (Total) (GWh)	
Total	Tecnologias Existentes	8.674	9.706	18.380	
	Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD)	4.233	2.663	6.896	62%
	Melhores Tecnologias Não Disponíveis (MTND)	4.233	552	4.785	31%

## 8.2 – Novas instalações e modernização de existentes

Os elevadores têm um ciclo de vida longo sendo em média de 20 a 30 anos. Alguns dos elementos dos elevadores, como por exemplo a cabina e componentes da caixa – guias de cabina e guias de contrapeso, contrapeso ou portas de patamar – permanecem durante praticamente todo o ciclo de vida de um elevador. Para os elevadores antigos a optimização energética apenas é realizada de forma gradual. [39]

### 8.2.1 Novas instalações

As novas instalações permitem implementar as melhores práticas de mercado, melhorando-se assim a eficiência energética global.

Existem considerações que são tomadas aquando da instalação de novos elevadores, que podem condicionar a implementação de soluções energeticamente mais eficientes em detrimento de outras menos eficientes. O espaço disponível da caixa é um factor limitador da tipologia de elevador a instalar; A gestão do tráfego será outro factor.

Este tipo de restrições pode limitar o número de soluções disponíveis e conseqüentemente teremos a solução óptima para a optimização da eficiência energética, comprometida.

A necessidade de instalar um novo elevador num edifício pode variar, como por exemplo:

- A resposta a imposições legais; - A necessidade de servir pessoas com mobilidade reduzida;
- Incremento do conforto para os utentes do edifício; - Para o transporte de carga; - Outros motivos (mudança da imagem do elevador para os utentes alvos a que se destina o elevador – como por exemplo hotel) - Conjugação dos factores anteriores, incluindo instalações em que os períodos de imobilização dos equipamentos são elevados; custos de reparação anuais avultados; custos em que a modernização versus a substituição integral estejam muito próximos.

Nas novas instalações, as escolhas do dono da obra condicionam a instalação de soluções energeticamente eficientes, pois quando o factor preço é preponderante, algumas cedências são efectuadas a nível de tecnologias a instalar.

As soluções que considerem cabinas com dimensões de 450 kg ou 630 kg em detrimento das soluções de 320 kg, são passadas para segundo plano, o que vai implicar maior número de viagens dos equipamentos para responder a um mesmo tráfego.

### **8.2.2 Modernizações**

Os elevadores são uma parte importante dos edifícios, no entanto, como qualquer peça de uma máquina eventualmente irá avariar.

Um equipamento após um determinado período de vida (+- 20 anos), independentemente se está instalado num edifício de habitação ou de uso público, terá transportado muitos utilizadores e terá realizado muitos quilómetros de percurso.

Para manter um elevador em bom funcionamento será necessário proceder à substituição da maior parte dos componentes do sistema. Em alguns casos torna-se necessário realizar uma substituição integral, como por exemplo:

- Em situações em que os clientes deixaram ultrapassar em muito o período de vida útil dos equipamentos;
- As imposições legais não são adaptáveis aos componentes do sistema que poderiam eventualmente permanecer.

#### **Quando se deve proceder à modernização**

- **Quando as queixas e frustração dos utilizadores dos elevadores aumenta.** O elevador começa a ser conhecido na empresa de manutenção pelas razões erradas, como por exemplo, estar parado por longos períodos de tempo e de forma muito repetitiva, avarias frequentes, funcionamento irregular, etc.
- **O elevador tem mais de 20 (vinte) anos,** sendo aconselhável iniciar o processo de modernização em instalações com mais de 10 (dez) anos. Os elevadores devem funcionar por um longo período de tempo, no entanto, realizando uma intervenção cedo numa instalação, esta aumenta a sua longevidade.
- **Competição com edifícios modernos.** Quando em competição na venda de andares, o elevador é uma parte do edifício para o qual todos vão reparar. Enquanto prédios modernos têm elevadores modernos, os edifícios antigos podem dar essa impressão, ou tê-los efectivamente.
- **Tráfego sofreu alteração.** Num prédio que fique sujeito a um incremento de tráfego, torna-se importante analisar o estado dos componentes do elevador. Existe a possibilidade de o

equipamento instalado, na sua concepção e design, não ter sido fabricado para suportar o incremento de volume de tráfego que entretanto venha a verificar-se.

- **Incremento de exigência a nível de segurança.** O conceito de segurança, é o primeiro que se deve ter em linha de conta. Apesar de estatisticamente se demonstrar que as probabilidades de um utilizador sofrer um acidente num elevador, serem reduzidas comparativamente com outros meios de transporte, existe sempre uma forte possibilidade de ocorrerem pequenas mazelas em equipamentos antigos, devido a portas que batem nas pessoas, paragem desnivelada ao piso, arranques bruscos, paragens bruscas, etc.

- **Legislação.** As modernizações deverão ser analisadas à luz da legislação em vigor.

### **Tipo de modernizações possíveis**

- **Substituição integral.** A substituição integral implica a elaboração de um projecto de engenharia, efectuado após levantamento dos dados técnicos da caixa existente.

- **Remodelação geral do equipamento.** Este tipo de modernização pressupõe uma análise técnica prévia da instalação, sendo que se procura intervir no máximo número possível de componentes do elevador, de forma a garantir a fiabilidade da instalação, nomeadamente:

- *O quadro de manobra*; - *O quadro parcial*; - *O conjunto máquina motor*; - *Os cabos de aço de suspensão*; - *A central hidráulica*; - *O êmbolo*; - *O estado do óleo da central hidráulica*; - *O limitador de velocidade*; - *O cabo de aço do limitador*; - *A roda tensora*; - *A cabina* (possível remodelação, sendo que a sua realização deverá implicar sempre a equilibragem do sistema, que poderá implicar acréscimo ou decréscimo de peso no contrapeso); - *As roçadeiras de cabina e contrapeso*; - *O sistema de desencravamento de portas*; - *As fechaduras das portas de patamar*; - *Os ditactores / amortecedores hidráulicos das portas de patamar*; - *Os vidros das portas de patamar*; - *As molas instaladas no poço*.

Para além destes componentes, deve-se procurar actualizar o elevador aos regulamentos de segurança existente no país. Como por exemplo: - *Controlo de Carga*; - *Sistema de lubrificação automática das guias de cabina e contrapeso*; - *Variador de frequência*; - *Adaptação de porta automática na cabina*; - *Cliente instalar linha telefónica na casa das máquinas*; - *Escada de acesso ao poço*

A nível da instalação devem ser analisados os seguintes pontos: - *Porta regulamentar*; *Fechadura da porta regulamentar*; - *Pintura das paredes*; - *Adaptação de iluminação de emergência*; - *Instalação de gancho regulamentar por cima do conjunto máquina motor*; - *Garantir a ventilação regulamentar*; - *Garantir que a temperatura interna não ultrapassa os 40 °C*; - *Garantir que a temperatura interna não é inferior a 12 °C (para*

elevadores hidráulicos), sendo que nestes casos deve ser instalada uma resistência na central hidráulica

### - Substituição de componentes individualmente

A substituição de cada componente do elevador, sendo realizada de forma faseada no tempo, deve ser efectuada de modo a garantir que o componente substituído possa interagir com os de origem que permanecem na instalação, tendo presente que o cliente quer preservar a fiabilidade da mesma.

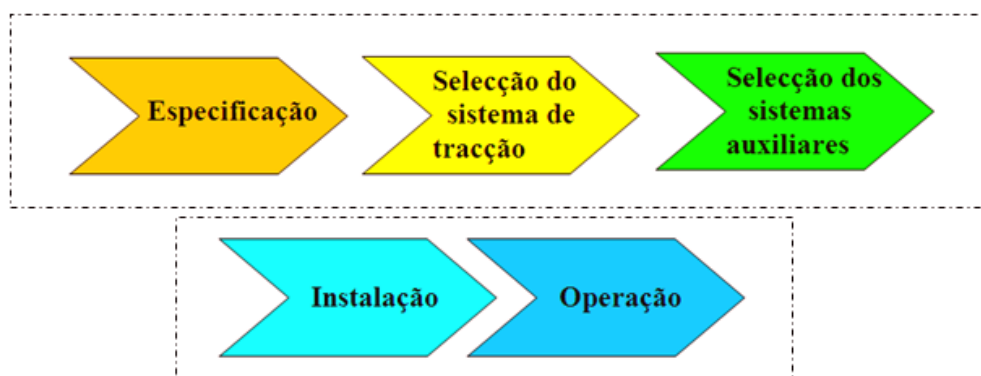
### 8.2.3 Opções para a melhoria da eficiência energética

Os elevadores instalados têm características muito diferentes entre si, pelo que a implementação de políticas de melhoria da eficiência energética não é linear.

Para cada tipo de instalação terão que ser estudadas as melhores soluções a implementar. Para além de se analisar o equipamento de forma individual, dever-se-á estudar o conjunto a nível de optimização de tráfego e gestão das chamadas (selectividade dos equipamentos e conexão em modo de bateria).

A nível geral, pode-se indicar intervenções aconselhadas no sentido de reduzir o consumo energético. [39] Essas intervenções podem servir como checklist para o estudo de implementação de novas instalações ou para a modernização das existentes.

As checklists apresentadas não pretendem ser demasiado exaustivas nem conclusivas e não assumem de forma geral que se garante a melhoria da eficiência energética ou que são correctas a nível de custo-benefício. Um ciclo de vida de um elevador deve ser eficiente energeticamente em toda a sua abrangência. Na figura seguinte podemos tomar conhecimento desse ciclo.



#### 8.2.3.1 Medidas gerais para instalações mais eficientes energeticamente

A eficiência energética de uma instalação pode ser obtida, se a instalação for pensada desde o seu início dessa forma (fase de projecto).

A percepção desta necessidade e o conhecimento de soluções são pré-requisitos cruciais para o correcto design, selecção, operação e manutenção de equipamentos eficientes energeticamente.

A tabela seguinte lista aspectos que não estão directamente ligados à eficiência energética de uma instalação individual, mas são de forma geral importantes contributos para a obtenção da eficiência energética. [39]

**Tabela 8.33 Eficiência Energética: Conhecimento e Consciência [39]**

<b>Conhecimento e Consciência</b>	
<b>1</b>	<b>Formação dos técnicos comerciais e dos projectistas</b>
	<p>O papel dos técnicos comerciais é muito importante quando estão a propor soluções técnicas aos clientes. Nem sempre estes profissionais estão conscientes do impacto que certas soluções tecnológicas, que possam estar a propor, sejam eficientes energeticamente para a instalação que possa estar em causa, ou que estão a propor as melhores tecnologias disponíveis.</p> <p><b>Recomendação:</b> As empresas fabricantes e as empresas instaladoras devem sensibilizar os técnicos comerciais e os projectistas para o tema da eficiência energética.</p>
<b>2</b>	<b>Formação dos técnicos que instalam novos equipamentos, executam modernizações e os que efectuam a manutenção para a preocupação da eficiência energética</b>
	<p>Para além de terem que assegurar e verificar o conforto e a segurança dos equipamentos instalados/modernizados/sujeitos a manutenção periódica, estes técnicos devem ser sensibilizados para este tema. Anomalias que possam afectar a eficiência energética de uma instalação podem ser detectadas por simples inspecção.</p> <p>Adicionalmente os técnicos de manutenção estão mais próximos do cliente final, podendo exercer a influência necessária para motivar o cliente para a implementação de medidas eficientes energeticamente.</p> <p><b>Recomendações:</b> Sensibilização dos técnicos de novas instalações, de modernizações e de manutenção.</p>
<b>3</b>	<b>Análise de benefícios de inclusão de apoio de outras empresas</b>
	<p>Com frequência as propostas para a aquisição e instalação de novos equipamentos ou modernização de existentes, provêm de empresas responsáveis pela manutenção dos equipamentos. Por essa via as soluções propostas aos clientes pode estar limitada às tecnologias disponibilizadas por essa empresa ou por fornecedores com que essa empresa colabore normalmente. Analisar propostas de empresas concorrentes pode ser útil pois permite comparar soluções.</p> <p>O recurso a uma empresa de consultadoria pode ser útil na tomada de decisão efectuando uma análise das diferentes soluções propostas versus a necessidade do cliente conjugada com a temática da eficiência energética.</p> <p><b>Recomendações:</b> Verificar as soluções disponíveis no mercado e a possibilidade de recorrer a uma empresa de consultadoria.</p>

Quando se olha para uma instalação de forma individual, o primeiro passo para determinar a melhor solução em termos de eficiência energética é examinar, analisar e discutir as características / exigências actuais para os equipamentos (tecnologias a instalar; exigências regulamentares, expectativas arquitectónicas e de conforto).

A tabela seguinte indica soluções a ter em conta na fase de especificação das instalações.

Tabela 8.34 Eficiência Energética - Especificação [39]

<b>Especificação</b>	
<b>4</b>	<b>Verificar as necessidades da instalação</b>
	<p>O objectivo primário dos elevadores é de permitir a acessibilidade para todos os utentes. Qualquer edifício com dois pisos ou mais poderá necessitar da instalação de um elevador devido à necessidade da acessibilidade (por exemplo de pessoas com mobilidade reduzida; gestão de tráfego; localização dos fluxos de pessoas no edifício).</p> <p><b>Recomendação:</b> Em edifícios em que os elevadores já existem, deverá ser discutido se essas instalações podem ser modificadas para responder às necessidades de transporte (nº de pessoas, carga a transportar), enquanto asseguram bons tempos de resposta, antes de se adoptar novas soluções.</p> <p><b>Relevância:</b> Em edifícios com mais do que uma instalação de novos equipamentos ou a modernização dos existentes</p>
<b>5</b>	<b>Verificar a localização e o número de instalações</b>
	<p>Seleccionar a correcta localização dos elevadores, incrementa o conforto e a facilidade de utilização e pode reduzir o número de instalações necessárias.</p> <p><b>Recomendações:</b> Em edifícios em que esteja planeado a implementação de diversas unidades, devem ser consideradas diversas soluções de instalação (layout e/ou tecnologias).</p> <p>A redução do numero de instalações pode significar a redução do consumo global de energia, sendo no entanto que esta solução está relacionada com outros aspectos, como a topologia do edifício, acessibilidades, tráfego associado aos equipamentos, tempo de espera aceitável, segurança, etc.</p> <p>A localização do elevador deve ser analisada em conjunto com as escadas de serviço. Acessos fáceis e escada de serviço atractivas, podem contribuir para a redução do consumo da energia devido a uma diminuição na utilização dos elevadores.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante para novas instalações.</p>

### 8.2.3.2 Medidas específicas para obter instalações mais eficientes energeticamente

O processo de selecção de um equipamento deve ser correctamente caracterizado, tanto a nível do sistema de accionamento como dos componentes auxiliares. A tabela seguinte indica soluções a ter em conta na fase de especificação do sistema de accionamento.

Tabela 8.35 Eficiência Energética: Especificações do sistema de accionamento [39]

<b>Especificações do sistema de accionamento</b>	
<b>6</b>	<b>Verificar dimensões</b>
	<p>A dimensão da cabina, a carga a transportar ou a velocidade determinam entre outros requisitos o sistema de accionamento.</p> <p><b>Recomendação:</b> Para determinar o número de elevadores, devemos de conhecer: a dimensão das cabinas e a velocidade, as necessidades específicas de acessibilidade e de emergência combinados com uma análise cuidada do tráfego e do tempo aceitável de espera.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante para novas instalações, mas também para grandes modernizações.</p>
<b>7</b>	<b>Verificar a necessidade de equipamentos adicionais de conforto</b>
	<p>Por necessidade de obter informação de controlo, por questões de conforto ou design, os elevadores podem ser equipados com sistemas de vídeo - vigilância, música ou outros equipamentos. Esses equipamentos podem ter impacto no consumo energético, especialmente</p>

	<p>quando estão em funcionamento permanentemente.</p> <p><b>Recomendações:</b> Verificar a real necessidade destes equipamentos, os padrões de consumo / eficiência energética e a frequência de utilização no sentido de contribuir para a redução do consumo.</p> <p><b>Relevância:</b> Novas instalações e modernizações</p>
<b>8</b>	<b>Verificar tecnologias de accionamento apropriadas</b>
	<p>Conforme referido no capítulo 2, existem diferentes tipos de sistemas de accionamento para movimentar uma cabina. O consumo do sistema de accionamento tem um forte impacto no consumo de energia, especialmente em instalações que estão em funcionamento à muito tempo.</p> <p>Os elevadores de accionamento hidráulico têm um consumo muito superior aos elevadores de accionamento eléctrico.</p> <p><b>Recomendações:</b> Deve ser verificada que tecnologia se deve aplicar em termos de eficiência energética.</p> <p><b>Relevância:</b> A escolha de tecnologias eficientes energeticamente é mais relevante nos casos de novas instalações e modernizações para edifícios com um número de viagens médio ou alto. Nas situações de instalações com utilização pouco frequente (baixo numero de viagens), deve-se dar uma maior atenção ao consumo em standby.</p>
<b>9</b>	<b>Verificar sistema adequado de transmissão e suspensão</b>
	<p>A transmissão é utilizada para transformar o rácio de velocidade - binário de um motor. Em elevadores de accionamento, esta transmissão é encontrada entre o motor e a roda de accionamento. A transmissão tem peças em movimento, que causam atrito e consequentemente perdas de energia; a quantidade de perdas depende entre outras coisas da relação de transmissão e do tipo de transmissão. O recurso a sistemas de transmissão muito eficientes ou a não utilização do sistema de transmissão pode incrementar a eficiência energética.</p> <p>A suspensão, ou seja, a configuração da ligação entre a cabina e o contrapeso (se existir) e a forma como passa pelo motor, tem uma função similar à transmissão, pois pode ajudar a contribuir para a redução do binário necessário no motor.</p> <p>Os sistemas modernos de accionamento são constituídos por máquinas de acoplamento directo, recorrendo-se a motores de elevado binário para movimentar a cabina.</p> <p><b>Recomendações:</b> A utilização de uma correcta relação entre transmissão, suspensão e rodas de accionamento e de desvio para atingir a eficiência energética óptima versus a funcionalidade dos sistemas é uma tarefa complexa. Devem ser analisadas diversas soluções para ajudar a incrementar a eficiência energética.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante para novas instalações mas também para grandes modernizações.</p>
<b>10</b>	<b>Verificar a arquitectura dos sistemas</b>
	<p>Os cabos de accionamento (em sistemas eléctricos ou hidráulicos) ou os cilindros hidráulicos podem ser ligados à cabina em diferentes posições. Podem ser ligados numa posição central (fixação ao topo da arcada da cabina – ascensor eléctrico; fixação por baixo da arcada da cabina – elevador eléctricos com êmbolo em sistema de ataque directo), superiormente (fixação no topo caixa em sistemas de suspensão diferencial para ascensores eléctricos); ou lateralmente (para elevadores hidráulicos com suspensão diferencial).</p> <p><b>Recomendações:</b> A aplicação de sistemas de fixação central reduz a atrito pelo que reduz o consumo energético.</p> <p>As fixações superiores têm sido as mais adoptadas para sistemas de accionamento eléctrico em que não existe casa das máquinas e em que o sistema de suspensão é diferencial. A nível de atrito estas soluções são menos eficientes, pelo que o desenvolvimento de rodas de desvio com menor coeficiente de atrito é imprescindível.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em grandes modernizações</p>

<b>11</b>	<b>Verificar a utilização de motores muito eficientes e correctamente dimensionados</b>
	<p>A eficiência de um motor no accionamento de um elevador é o componente chave para o consumo energético. A eficiência de um motor significa a relação entre a potência eléctrica consumida e a potência mecânica disponibilizada pelo elevador na caixa. Quanto mais elevado o rácio de eficiência, menores serão as perdas consideradas durante a operação. O rácio de eficiência fora do ponto nominal de operação é variável. Motores sobredimensionados podem no entanto disponibilizar um factor de segurança de trabalho, pois funcionam abaixo de pontos em que começam a ocorrer sobreaquecimentos.</p> <p><b>Recomendações:</b> Os motores devem ser escolhidos no sentido de terem eficiências elevadas, tanto em termos de eficiência com carga completa como em termos de eficiência com carga parcial na cabina.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em grandes modernizações</p>
<b>12</b>	<b>Verificar benefícios de recorrer a sistemas de accionamento com regeneração</b>
	<p>Sistemas de accionamento regenerativos são sistemas que podem converter ou armazenar a energia de travagem de um elevador em movimento.</p> <p>Em elevadores de accionamento convencional, a energia de travagem é dissipada sob a forma de calor (nos elevadores de 2V ou de 1V) ou por um resistência de frenagem (para sistemas com VVVF). O sistema de regeneração permite que a energia seja recuperada e redistribuída para o edifício ou para a rede eléctrica, dependendo da configuração e dos regulamentos locais. Estima-se que a percentagem de energia recuperada (como sendo a relação entre a energia recuperada e a energia total necessária para satisfazer as necessidades de viagem em sentido ascendente e descendente), para pequenos elevadores (630 kg, 1,6 m/s), é inferior a 30%, enquanto que em grandes instalações (2200 kg, 2,5 m/s), pode ir até 40%. A recuperação é possível durante o período de funcionamento estabilizado, pelo que o potencial de redução decresce substancialmente em elevadores com caixas de pequenos cursos.</p> <p>Em elevadores convencionais de accionamento hidráulico, a energia de travagem no sentido descendente da cabina é dissipada através de uma válvula optimizada. Soluções recentes neste tipo de elevadores permitem por exemplo acumular pressão num reservatório devido ao movimento de descida da cabina. Essa pressão armazenada pode permitir a redução da necessidade de consumo de energia para efectuar o movimento de subida da cabina na próxima viagem.</p> <p><b>Recomendações:</b> Especialmente para sistemas com tráfego intenso ou grandes instalações. A utilização de um sistema de accionamento com sistema regenerativo é uma possibilidade para a redução do consumo energético.</p> <p>Deve ser verificada a possibilidade de se poder consumir a energia regenerada no edifício ou se existe localmente autorização para a distribuir para a rede eléctrica. Deve-se discutir se o recurso a tecnologias regenerativas contribui ou não para o incremento do consumo de energia em modo de standby.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em grandes modernizações</p>
<b>13</b>	<b>Verificar a utilização de sistema de variação de tensão e frequência com funções automáticas de colocação em modo de standby</b>
	<p>As instalações modernas são normalmente instaladas com variadores de tensão e de frequência. Estes componentes permitem o controlo do arranque e da curva de operação do motor, controlando assim o movimento da cabina e o conforto dos utilizadores. Adicionalmente reduzem as perdas por deslize durante o processo de arranque da cabina.</p> <p>O recurso a estes variadores leva a um incremento do consumo de energia em modo de standby. O recurso a novos variadores permitirá a colocação do equipamento em modo de hibernação (standby), significando que alguns ou todos os componentes internos do variador serão automaticamente desligados, para reduzir ou anular o consumo de energia quando eles não são precisos.</p> <p><b>Recomendações:</b> O recurso a variadores de tensão e de frequência, que tenham gestão em modo de standby pode ajudar a reduzir o consumo de energia eléctrica do elevador em modo de</p>

	standby. <b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em grandes modernizações
<b>14</b>	<b>Verificar a utilização e a optimização dos contrapesos</b>
	<p>O contrapeso permite reduzir a carga que o sistema de accionamento tem que elevar quando o elevador está em funcionamento. A sua utilização permite o recurso a motores mais pequenos e à diminuição da energia necessária para operar o sistema.</p> <p>Normalmente o contrapeso tem a mesma massa que a cabina acrescida de metade da carga nominal a transportar, pelo que, a menor quantidade de energia requerida ocorre quando a cabina transporta metade da sua carga nominal. Na prática, os elevadores efectuem viagens com a cabina vazia, ou transportam um número reduzido de passageiros, pelo que a carga media a transportar é inferior a 50% da carga nominal. Ajustar a massa do contrapeso pode ser uma opção para a redução do valor médio da carga que o motor tem que vencer, reduzindo-se assim a energia eléctrica requerida.</p> <p><b>Recomendações:</b> considerar o recurso a contrapesos para reduzir a carga necessária que o sistema de accionamento tem que elevar e proceder a uma optimização da sua massa de acordo com os padrões de utilização a que o sistema possa estar sujeito.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em grandes modernizações</p>
<b>15</b>	<b>Redução da massa da cabina</b>
	<p>Em sistemas sem contrapeso, o motor tem que elevar tanto o peso da cabina como a carga no seu interior. A redução do peso da cabina, com o recurso por exemplo a materiais mais leves, pode incrementar a eficiência energética, desde que estejam assegurados tanto a estabilidade com o a segurança da cabina. Adicionalmente, a redução da massa da cabina pode decrescer a necessidade de consumo energético na fase de aceleração e desaceleração, também em sistemas com contrapeso.</p> <p><b>Recomendações:</b> verificar os benefícios da utilização de cabina com menor massa.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em grandes modernizações em que os elevadores tenham um grande tráfego e em sistemas sem contrapeso.</p>

A tabela seguinte indica soluções a ter em conta na fase de especificação dos sistemas auxiliares.

**Tabela 8.36 Eficiência Energética: Projecto dos equipamentos auxiliares [39]**

<b>Projecto dos equipamentos auxiliares</b>	
<b>16</b>	<b>Utilizar iluminação eficiente energeticamente e materiais apropriados</b>
	<p>A iluminação pode ser um dos factores mais importantes a nível de consumo energético num elevador, especialmente quando está ligada 24 horas por dia. Reduzir a potência de iluminação necessária é tão importante como incrementar a eficiência energética da iluminação utilizada. Os sistemas de iluminação modernos, como por exemplo as lâmpadas fluorescentes e a tecnologia de LED podem reduzir o consumo energético.</p> <p>Evitar aplicar materiais escuros ou com texturas nas decorações das cabinas. Material claros e sem texturas podem contribuir para a redução do consumo energético, através da diminuição da potência de iluminação necessária.</p> <p><b>Recomendação:</b> A solução mais eficiente para sistemas de iluminação permanente é as lâmpadas de LED. Recorrer a lâmpadas eficientes energeticamente e desligar a iluminação quando não necessária, são soluções complementares que ajudam na redução do consumo de energia.</p> <p><b>Relevância:</b> Muito relevante em novas instalações e também para pequenas modernizações. A substituição do sistema de iluminação pode facilmente ser conseguida</p>

	em instalações existentes. Esta medida é estimada como sendo de um excelente rácio entre custo-benefício.
<b>17</b>	<b>Evitar motor permanentemente alimentado em operador de porta de cabina</b>
	<p>O sistema de abertura das portas é considerado como sendo primário, ou seja, faz parte da serie de seguranças do elevador. Por razões de segurança para os utilizadores, a porta da cabina tem que permanecer fechada quando a cabina se encontra em movimento. Alguns mecanismos de bloqueio da porta de cabina recorrem a motores permanentemente alimentados, para garantir que a porta permanece fechada, mesmo que o elevador não esteja em uso (parqueado num determinado piso de porta fechada). Este tipo de motor requer alimentação eléctrica permanentemente.</p> <p><b>Recomendações:</b> mecanismos de bloqueio da porta de cabina que não sejam permanentemente alimentados quando o elevador não está em utilização.</p> <p><b>Relevância:</b> Relevante para modernizações</p>
<b>18</b>	<b>Utilização de transformadores eficientes e sistemas de alimentação</b>
	<p>Alguns circuitos dos elevadores requerem energia com baixa tensão, que é fornecida por um transformador ou uma fonte de alimentação.</p> <p><b>Recomendações:</b> Devem ser escolhidos transformadores ou fontes de alimentação com elevada eficiência em modo de funcionamento e com baixo consumo em modo de standby.</p> <p><b>Relevância:</b> Especialmente relevante em novas instalações e em pequenas modernizações</p>
<b>19</b>	<b>Utilização de componentes energeticamente eficientes para todos os restantes componentes ou equipamentos do elevador</b>
	<p>Um sistema de elevação inclui equipamentos como botoneiras de patamar e displays indicadores, botoneiras de cabina (com botões de chamada, indicadores de posição e botões complementares para funções adicionais), intercomunicadores entre cabina e central de atendimento permanente, e em alguns casos ventilação da cabina. Deve ser verificada também a eficiência energética desses equipamentos.</p> <p><b>Recomendações:</b> Para o sistema de ventilação devem ser utilizados motores eficientes. Botoneiras e indicadores também devem ser seleccionados de acordo com a sua eficiência energética.</p> <p><b>Relevância:</b> Igualmente relevante para novas instalações e modernizações</p>

Quando é feita a selecção dos equipamentos energeticamente eficientes, o equipamento tem que ser correctamente instalado de forma a garantir que vai ser utilizado de acordo com todo o seu potencial de poupança de energia.

**Tabela 8.37 Eficiência Energética: Instalação do elevador [39]**

<b>Instalação do elevador</b>	
<b>20</b>	<b>Assegurar uma instalação de qualidade</b>
	<p>Um factor que influencia o consumo de energia num elevador é a qualidade da sua instalação. Má qualidade na instalação acarreta impactos negativos no consumo de energia. Se as guias forem incorrectamente apuradas haverá um incremento no atrito induzindo a um aumento do consumo de energia para movimentar a cabina. Indirectamente contribui para um maior desgaste nos componentes associados como as roçadeiras / rodadeiras; comportamentos irregulares no movimento da cabina com</p>

	<p>aumento da probabilidade de avarias por falhas de leituras na caixa e insatisfação dos utilizadores.</p> <p><b>Recomendação:</b> A execução da montagem de novas instalações deve ser realizada por pessoal qualificado. De outra forma a perda de energia é fortemente provável que ocorra devido a montagem de má qualidade. Pode ter efeitos negativos nos equipamentos seleccionados como sendo energeticamente eficientes.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>
<b>21</b>	<p><b>Interface entre o elevador e o edifício: Ventilação da caixa, evacuação de fumos, insuflação da caixa</b></p>
	<p>A ventilação da casa das máquinas tem o propósito de dar continuidade à ventilação da caixa e de ventilar os equipamentos instalados na casa das máquinas (essencialmente conjunto máquina-motor e quadro de comando). Uma incorrecta ventilação contribui para um desgaste nos componentes em funcionamento e conseqüentemente a um incremento do consumo de energia.</p> <p>A ventilação da caixa tem dois propósitos: providenciar ar fresco para a caixa do elevador e cabina e também permitir a remoção de fumos de um edifício em caso de incêndio. De forma simples a ventilação é obtida com a existência de uma grelha de ventilação no topo da caixa que comunica com a casa das máquinas ou para o exterior (a casa das máquinas também tem que ter ventilação permanente para o exterior). Como este ponto é da responsabilidade do projectista / construtor do edifício, as empresas de manutenção não sentem responsabilidades neste assunto. No entanto como esta necessidade deriva de imposições de funcionamento e regulamentação dos elevadores, os projectistas e construtores também não sentem essa responsabilidade. Uma má ventilação pode levar a perdas térmicas consideráveis ou a avarias e comportamentos irregulares de componentes instalados na caixa ou na casa das máquinas. O funcionamento dos equipamentos fora do seu intervalo normal, altera a sua eficácia e o seu comportamento a nível de eficiência energética.</p> <p><b>Recomendações:</b> Os sistemas de elevação têm que ser monitorizados também a nível da integração com o edifício. Ventilação descontrolada e perdas térmicas devem ser evitadas.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>

Para além da sua eficiência energética, o tempo de utilização e o tipo de utilização dos componentes do elevador são factores importantes para o consumo energético total. Na tabela seguinte indicam-se diferentes medidas no âmbito operacional e organizacional para a redução do consumo energético.

**Tabela 8.38 Eficiência Energética: Operação do elevador [39]**

<b>Operação do elevador</b>	
<b>22</b>	<p><b>Desligar a iluminação da cabina quando o elevador não está em utilização</b></p>
	<p>Em alguns casos a iluminação pode ser desligada ou pode-se reduzir a intensidade luminosa, sem se reduzir a vida útil das lâmpadas. Estas acções podem levar a reduções no consumo energético nos períodos em que os elevadores não estejam a ser utilizados. O controlo é feito por sistemas de temporização por relés ou pela placa de manobra que trabalham em desoperação.</p> <p><b>Recomendação:</b> Esta medida é estimada como sendo de um excelente rácio entre custo-benefício e um método simples para incrementar a eficiência energética de uma instalação.</p>

	<b>Relevância:</b> em todas as instalações
<b>23</b>	<b>Utilização de sistema automático de ventilação da cabina / desligar automaticamente</b>
	<p>Em alguns casos é instalado um ventilador na cabina que fornece ar fresco para a cabina. Independentemente da sua eficiência, este sistema está permanentemente a consumir energia quando em funcionamento.</p> <p><b>Recomendações:</b> O recurso a um sistema automático de controlo (por tempo ou por temperatura), para operar o ventilador pode reduzir o consumo de energia.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>
<b>24</b>	<b>Desligar outros componentes do elevador quando este não estiver em utilização</b>
	<p>O consumo em standby pode ser maior do que o em operação. Existem diversas estratégias para desligar componentes de um elevador. Por curtos períodos de tempo em que não ocorra a utilização do elevador, apenas alguns dos equipamentos devem ser desligados (“hibernação”), colocando-se o equipamento em modo de standby em poucos segundos. Para longos períodos de imobilização (por exemplo durante a noite), mais componentes devem ser desligados (“hibernação profunda”).</p> <p><b>Recomendações:</b> componentes que não estejam em utilização devem ser desligados quando o elevador não estiver a ser utilizado, assegurando-se sempre uma utilização segura do elevador.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>
<b>25</b>	<b>Desligar equipamentos de conforto quando não necessários</b>
	<p>Como complemento ao ponto anterior, o sistema de conforto do elevador deve entrar em modo de hibernação.</p> <p><b>Recomendações:</b> verificar a possibilidade de desligar estes componentes</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>
<b>26</b>	<b>Desligar o controlo de temperatura da casa das máquinas de acordo com os requisitos</b>
	<p>Devido às perdas de energia, o calor é acumulado na casa das máquinas. Para evitar que os componentes aí instalados sejam sujeitos a sobreaquecimentos ou sub-arrefecimentos, são instalados sistemas de climatização. Os pontos de funcionamento devem ser correctamente definidos. Intervalos curtos levam a consumos de energia elevados</p> <p><b>Recomendações:</b> utilização do controlo de temperatura na casa das máquinas apenas quando a temperatura passar o intervalo aceitável de funcionamento dos equipamentos.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>
<b>27</b>	<b>Operação do permutador de calor ou da resistência de aquecimento</b>
	<p>Nos elevadores hidráulicos o fluido tem um comportamento oleodinâmico mais correcto quando utilizado num determinado intervalo de temperatura (devido a questões de viscosidade e de segurança relacionadas com a operação). Para assegurar uma correcta temperatura do óleo hidráulico, os equipamentos de aquecimento ou de arrefecimento têm que manter a temperatura num nível estável.</p> <p><b>Recomendações:</b> O permutador ou a resistência apenas devem entrar em modo de operação quando a temperatura do óleo sair do intervalo de funcionamento.</p> <p><b>Relevância:</b> relevante para novas instalações e modernizações com sistemas de aquecimento ou arrefecimento instalados.</p>

<b>28</b>	<b>Desligar a iluminação por cima da cabina ou da caixa após a manutenção</b>
	<p>A caixa e em alguns casos o topo da cabina têm iluminação, cuja necessidade deriva do facto de as tarefas de manutenção terem de ser realizadas em segurança. A iluminação deve ser desligada após a sua utilização. O tipo de lâmpada instalado deve também ser eficiente energeticamente.</p> <p><b>Recomendações:</b> verificar se a iluminação é desligada após a sua utilização ou recorrer a um sistema de desactivação automática após a entrada em modo “normal” do elevador.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações</p>
<b>29</b>	<b>Verificar a adequação e tipo de lubrificação das guias (cabina e contrapeso)</b>
	<p>Lubrificação adequada das guias (se necessário) faz parte do programa regular de manutenção. Uma correcta lubrificação permite evitar perdas desnecessárias devido ao atrito.</p> <p><b>Recomendações:</b> verificar se o sistema de lubrificação existente é adequado.</p> <p><b>Relevância:</b> em todas as instalações onde a lubrificação é necessária.</p>
<b>30</b>	<b>Optimizar a gestão de tráfego e de monitorização</b>
	<p>Optimizar a gestão do tráfego e de controlo pode ser relevante para instalações individuais assim como para grupos de elevadores (bateria). Em elevadores instalados e controlados em bateria o consumo de energia pode ser reduzido colocando um ou mais elevadores em modo de “hibernação” ou “hibernação profunda” durante períodos de baixo tráfego, como por exemplo durante o período laboral, à noite, aos fins de semana, reduzindo ou eliminado o consumo em standby.</p> <p><b>Recomendações:</b> Verificar a possibilidade de desligar elevadores ou otimizar a gestão de tráfego.</p> <p><b>Relevância:</b> Novas instalações e modernizações onde se controlará mais de um elevador</p>
<b>31</b>	<b>Verificar os benefícios de utilizar o controlo da condição</b>
	<p>O controlo da condição permite verificar o estado de operação do elevador. Irregularidades no modo de operação podem servir como indicadores de possíveis problemas que também podem afectar a eficiência energética de uma instalação.</p> <p><b>Recomendações:</b> Verificar os benefícios da monitorização controlada e de incluir informação sobre o consumo energético.</p> <p><b>Relevância:</b> Novas instalações e modernizações</p>

## **8.3 Barreiras e estratégias para a promoção de tecnologias energeticamente eficientes nos elevadores**

### **8.3.1 Barreiras**

Conforme já referido existem consideráveis poupanças no consumo global de um elevador com a implementação de tecnologias apropriadas. No entanto, a implementação de novas tecnologias mais eficientes está a ocorrer de forma lenta. Este fenómeno pode ser explicado por barreiras existentes no mercado. [40]

A maior barreira para a penetração de tecnologias energeticamente eficientes é a falta de monitorização relacionada com o consumo energético e a falta de conhecimento sobre essas tecnologias. A escolha dos componentes da instalação é efectuada sem qualquer base de análise do consumo energético e os consumidores finais que pagam a factura energética não são envolvidos no processo de tomada de decisão. Prevalecem a maior parte das vezes tomadas de decisão com base em custos iniciais de investimento sem considerar investimentos com a sua relação custo-benefício energético.

Para além disso o número de unidades instaladas anualmente é muito inferior ao parque existente, pelo que a modernização dos equipamentos existentes é muito importante.

Como primeira abordagem para ultrapassar as barreiras existentes, deve ser implementado um sistema de monitorização dos consumos energéticos e de cálculo da energia consumida anualmente a nível europeu. Os utilizadores, os operadores e proprietários das instalações não têm conhecimento suficiente acerca do consumo energético. Quando existe monitorização do consumo energético ele ocorre a nível do edifício pelo não é possível determinar o consumo individual de cada equipamento. Para que tal fosse possível ter-se-ia que instalar equipamento adicional de monitorização. Mesmo que tal monitorização existisse ou fosse estimada a informação tem que chegar e ser levada em linha de conta por quem propõe e por quem decide.

A certificação energética dos edifícios deve incluir os elevadores, no sentido de obrigar a mudanças das tecnologias instaladas para novas mais eficientes. A criação de campanhas de sensibilização para esta temática também é um factor importante, devendo de haver material de apoio para estas acções no sentido de as tornarem mais perceptíveis.

O acesso a informação que apoie os clientes compradores de elevadores no processo de tomada de decisão é imprescindível para a tomada de conhecimento e orientação para a escolha de soluções energeticamente eficientes.

Quem decide para a instalação de novos equipamentos ou a modernização dos existentes tem que ter acesso a informação sobre as tecnologias existentes. Esta nem sempre é fácil de obter, uma vez que a que existe sobre tecnologias alternativas pode não estar acessível ou ser de baixa qualidade (disponibilizada apenas informação comercial).

A eficiência energética é um conceito que ainda não está fechado nos elevadores, pois pode incluir fontes de consumo como iluminação da caixa, sistemas de climatização ou outros componentes complementares. Adicionalmente os elevadores são produtos complexos que consistem na interacção de diversos componentes, pelo que se torna difícil de entender as implicações das escolhas tecnológicas que venham a ser realizadas.

Os equipamentos eficientes energeticamente são, normalmente, mais dispendiosos que os equipamentos não eficientes, pelo que as restrições orçamentais podem liderar a tomada de decisão.

O custo da energia também pode desempenhar um papel na tomada de decisão, pois com valores relativamente baixos, o retorno do investimento será mais prolongado e os investimentos energeticamente mais eficientes serão adiados. Assim o custo elevado da energia tem o efeito perverso de obrigar à procura de soluções energeticamente mais eficientes.

A implementação de tecnologias mais eficientes, pode significar um incremento nos tempos aplicados na manutenção preventiva ou de futuras necessidades de formação a nível da manutenção e instalação.

### **8.3.2 Tipo de estratégias e medidas**

Após conhecer as barreiras que podem impedir a implementação de tecnologias energeticamente eficientes, é importante definir estratégias para encetar uma transformação no mercado.

Criar ferramentas para aumentar a sensibilização e o conhecimento para com o desenvolvimento de tecnologias eficientes energeticamente, contribuindo para as tornar mais acessíveis a nível de custo. A informação que seja disponibilizada pode ser útil a grupos de Investigação e Desenvolvimento, pode ser útil para definir métodos e guias para ir colmatando a falta de informação.

A criação de incentivos, que normalmente são atribuídos pelos governos nacionais, pela União Europeia ou pelas respectivas instituições, pode ajudar no desenvolvimento das novas tecnologias. Os incentivos podem ser atribuídos de várias formas, como por exemplo a atribuição de subsídios para o seu desenvolvimento ou a aplicação de taxas ou impostos para quem não investir neste sentido.

A alteração da legislação e regulamentação pode transformar o mercado, pois a implementação da etiqueta de eficiência energética ou a definição de padrões para consumos energéticos, obrigarão a alterações para os novos equipamentos a instalar.

Nos equipamentos existentes a certificação energética dos elevadores seria uma forma de implementar políticas de modernização fortemente orientadas para o desenvolvimento de tecnologias energeticamente eficientes.

Este tipo de ferramentas são formas importantes para induzir a inovação e para eliminar instalações muito ineficientes, e poderão contribuir para ultrapassar a maioria das barreiras.

Podem forçar a divulgação do conhecimento baixando os custos de transacção dos equipamentos, se todos os intervenientes na tomada de decisão tiverem que forçosamente cumprir com padrões de consumo. Os riscos nos investimentos não diminuirão, mas a sua influência será menor.

Obviamente as restrições financeiras não são ultrapassadas via regulamentação. No entanto elas podem restringir a obtenção das melhores tecnologias, se todos os intervenientes se limitarem a atingir apenas os padrões definidos pela legislação. Assim a legislação ou a regulamentação poderão criar uma barreira adicional para a eficiência energética e devem ser combinadas com medidas e ferramentas adicionais.

Os acordos voluntários entre empresas fabricantes ou empresas de manutenção, através das associações do sector, podem contribuir para a transformação do mercado. Podem ajudar a definir padrões e objectivos para a indústria ou para o sector e assim despoletar a inovação. As grandes vantagens destes acordos é que deixam mais espaço para excepções do que as medidas legislativas e podem levar a um maior envolvimento das empresas mais relevantes na industria ou no sector. No entanto este tipo de acordos são muito complexos de atingir, pois podem envolver problemas de cartelização, problemas de definição de objectivos pouco ambiciosos, perdendo-se a hipóteses de mudanças reais e de apenas se intervir em alguns dos componentes não se abarcando a totalidade do mercado.

### 8.3.3 Matriz entre as barreiras e as medidas

A seguinte matriz permite efectuar uma análise relacional entre as barreiras que impedem a implementação de tecnologias energeticamente eficientes e as estratégias e medidas para se conseguir a sua implementação.

Tabela 8.39 Barreiras e medidas para implementar tecnologias energeticamente eficientes [40]

	Estratégias e medidas			
	Consciencia e conhecimento	Incentivos	Legislação e regulamentação	Acordos voluntários
Informação e custos de transacção	✓	✓	✓	✓
Separção da tomada de decisão		✓	✓	
Decisões limitadas	✓		✓	✓
Restrições de capital		✓		
Riscos e incertezas		✓	✓	

## 8.4 Importância dos custos

Qualquer entidade ou cliente final que tenha que propor ou tomar a decisão sobre o investimento a efectuar, tem sob a sua responsabilidade a caracterização das tecnologias a instalar e a previsão sob o tipo de utilização a que o elevador venha a estar sujeito no futuro.

A tomada de decisão do cliente final, deverá entrar em linha de conta com os custos previstos durante o ciclo de vida de um equipamento, sendo que esses custos podem influenciar a procura de soluções financeiramente e energeticamente eficientes.

Com este tipo de perspectiva, pode-se entrar em linha de conta com as seguintes categorias de custos:

- **Custos de investimento:** Corresponde ao preço da aquisição do equipamento e da sua instalação no edifício, onde estão incluídos os preços dos diferentes tipos de componentes a instalar;
- **Custos de manutenção:** Os custos de manutenção correspondem essencialmente aos custos da manutenção periódica regular (normalmente obrigatória e com a regularidade mensal), realizada pela empresa de manutenção. Os custos relacionados com a substituição de peças podem ser estimados e ser incluídos neste ponto. Em opção efectuasse uma análise com custos de manutenção para um serviço contratado que incluía as peças – normalmente designado por contrato completo;
- **Custos de energia:** Conforme já referido os elevadores apresentam consumos energéticos diversos, dependentes do tipo de utilização e da tecnologia instalada. Deve ser possível efectuar uma análise dos custos associados ao período de operação e os custos associados em modo de standby de forma a permitir uma melhor análise do que está envolvido a nível de consumo energético.

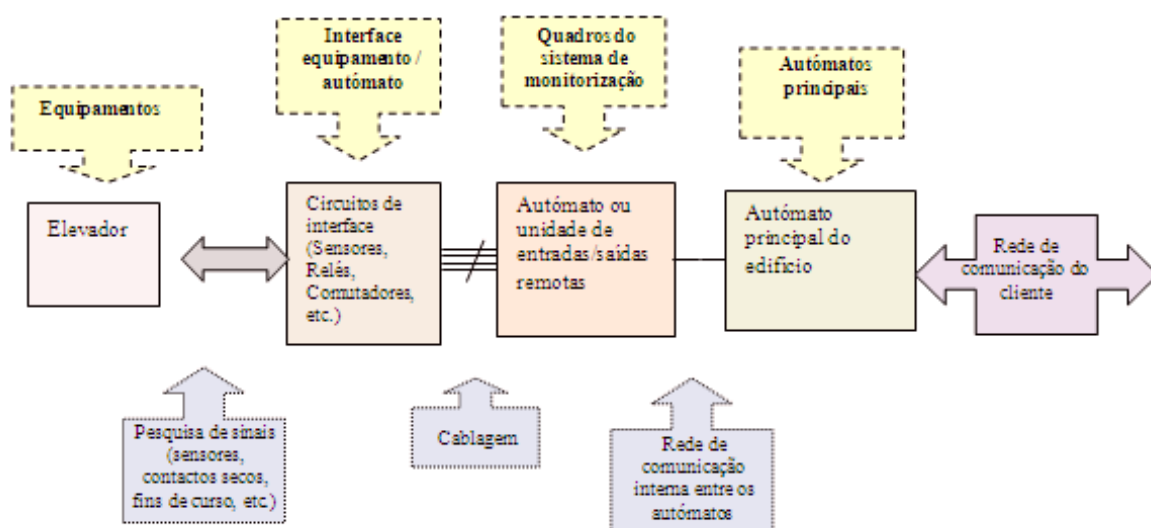
Estimar estes tipos de custos é um desafio, sendo no entanto uma importante ferramenta que conjuntamente com o checklist dos pontos a analisar na instalação, ajudarão na tomada de decisão.

## 9 – Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica de Ascensores

A implementação deste tipo de sistemas permite, entre outros:

- Dispor de dados estatísticos relativos aos equipamentos no que respeita à sua disponibilidade, oferta produzida, necessidades de manutenção, etc.
- Dispor de indicadores de controlo relativos ao desempenho das empresas de manutenção dos equipamentos, como por exemplo, regularidade das intervenções, tempo para acudir a situações de avaria, etc.
- Ter a possibilidade de efectuar alguns comandos remotos, nomeadamente para colocar os equipamentos fora de serviço em função do período de utilização.

O diagrama seguinte apresenta a constituição básica deste tipo de sistemas.



**Fig. 9.49 Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica**

A obtenção dos sinais dos equipamentos para o Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica é, talvez, o ponto mais importante.

### 9.1 – Sistema separados do elevador

Nestes sistemas a obtenção dos sinais é feita através de sensores magnéticos (por exemplo para detecção de porta aberta, elevador fora do piso, etc.), fins de curso, colocação de contactos extra em botoneiras e contactores, detectores de tensão e de temperatura, etc.

O transporte de sinais entre a cabina e a “casa de máquinas” é feito com recurso a um cabo autónomo face ao cabo de manobra existente.

Todos os componentes do sistema de supervisão estarão claramente identificados como fazendo parte do mesmo e como não pertencendo ao equipamento original.

O objectivo é não existir qualquer confusão na leitura dos esquemas eléctricos, mantendo-se intacto o esquema eléctrico original do equipamento e criando um novo respeitante unicamente à interface do sistema de supervisão.

As características deste tipo de sistema encontram-se no **Anexo 5 – Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica de Ascensores**

## **9.2 – Sistema incluído no quadro de comando do elevador**

Neste tipo de sistemas os sinais são obtidos através de um microprocessador de monitorização remota. Esta solução permite conhecer o estado de operacionalidade do elevador. Os equipamentos são monitorizados 24 horas por dia.

Com este sistema é possível prever o desgaste de componentes antes mesmo que estes afectem o desempenho do equipamento. O tempo de imobilização do equipamento diminui.

Quando o sistema detecta um problema, imediatamente diagnostica com precisão a causa e o local e envia essas informações ao Centro de Atendimento ao Cliente. Caso seja necessário, será notificado um técnico que se dirigirá ao local da ocorrência com as informações, ferramentas e peças específicas. [47]

## 10. Conclusões

Por força do aquecimento global e de acções desenvolvidas mundialmente como o Protocolo de Quioto, na Europa passaram a haver políticas ambientais viradas para a diminuição das emissões dos Gases com Efeito de Estufa (GEE), e para o incremento do recurso a fontes de energia renováveis para a produção de energia eléctrica. A questão da eficiência energética passou a ser de extrema importância, desenvolvendo-se alterações de fabrico e de concepção que visam a melhoria deste rácio.

Foram implementados padrões de consumo que permitiram catalogar os equipamentos e, por força destas, ajudar o consumidor a escolher equipamentos mais eficientes, obrigar os fabricantes a melhorarem os seus produtos e, conseqüentemente, retirar de funcionamento equipamentos pouco eficientes.

O consumo da energia eléctrica na Europa a 27 tem continuado a crescer nos últimos anos, atingindo o valor de 2.843 TWh em 2007, de acordo com o Eurostat statistics [39]. No sector Habitacional, o incremento foi de 10% e, no sector terciário, a subida situou-se nos 15%. Os elevadores contribuem entre 3% a 8% para esse consumo, tendo assim uma baixa expressão (Sachs 2005, p.2; estudo com os resultados da campanha de monitorização, 2010,p.4). Por isso, a maioria dos proprietários prefere investir, por exemplo, em melhorias a nível de isolamentos térmicos para os edifícios do que investir nos elevadores para efeitos de melhoria da sua eficiência energética. [35]

Conforme referido no decurso do presente trabalho, no sector dos elevadores **a eficiência energética**, tradicionalmente, não tem sido a maior preocupação dos fabricantes, instaladores, empresas de manutenção, empresários do sector da construção, projectistas, entidades publicas, utilizadores e proprietários dos equipamentos.

Esta realidade tem permitido, e continua a permitir, que sejam projectados, escolhidos e instalados equipamentos em que as maiores preocupações são o preço e a gestão do espaço ocupado pelo equipamento na caixa, conseqüentemente levando à ausência da casa das máquinas. Também se tem investido, no incremento do conforto dos passageiros, na velocidade nominal de deslocação da cabina e no incremento da segurança para os passageiros e técnicos de manutenção.

A nível Mundial, através da ISO – International Organization for Standardization, começaram a ser dados os primeiros passos com a colocação em fase de discussão e aprovação, do seguinte documento de trabalho - Norma ISO/DIS 25745 – 1 - Draft – Energy performance of lifts and escalators – Part 1: Energy measurement and conformance, de 26/06/2008. O intuito da norma é de responder ao rápido incremento de consumo de energia a nível mundial e, de

apoiar esforços que possam ser desenvolvidos para assegurar a utilização efectiva e eficiente da energia e reduzir o desperdício. [25].

O recurso a essa norma pretende permitir que seja verificado o consumo de um equipamento de elevação, em condição de funcionamento e de standby. A metodologia constante na norma, tem por objectivo obter-se uma estimativa do consumo anual de energia, possibilitando que, quem efectue os estudos, possa analisar o impacto que esse consumo estimado tem nos edifícios nos quais os equipamentos estão inseridos. Estas verificações pretende-se que sejam efectuadas no edifício em que o equipamento está instalado e, que sejam praticas no terreno. O equipamento de elevação é analisado como uma unidade individual e a abrangência vai do que foi instalado para ser colocado em serviço, aos equipamentos já existentes no mercado, independentemente do tempo de serviço e da tecnologia instalada.

A Europa assumiu um papel importante neste processo de mudança, implementando medidas legislativas - directivas, especialmente nos equipamentos eléctricos e electrónicos. As directivas mais relevantes são: - Quadro legislativo sobre o consumo de energia nos produtos eléctricos – (EuP, 2005/32/EC) - Directiva sobre Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos – (WEEE, 2005/96/EC). - Directiva sobre a restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos – (RoHs, 2002/95/EC). - Directiva sobre a performance energética dos edifícios – (EPB, 2002/91/EC). A União Europeia considera o ciclo do produto, desde o desenho, obtenção das matérias-primas, fabricação, utilização e destruição do mesmo.

A directiva sobre a performance energética dos edifícios – (EPB, 2002/91/EC), foi transposta para a legislação nacional sobre a forma de três decretos-lei, nomeadamente: □ Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril □ Decreto-lei 79/2006 □ Decreto-lei 80/2006. Infelizmente a directiva EPB, 2002/91/EC **não inclui** os sistemas de elevação, que podem contribuir para um grande consumo de energia eléctrica nos edifícios, particularmente no sector terciário.

O programa Intelligent Energy Europe da Comissão Europeia, criou um grupo de estudo em 2007, designado por E4 Project - Energy-Efficient Elevators & Escalators, com o objectivo de desenvolver uma metodologia para efectuar monitorizações de equipamentos, de apresentar os resultados obtidos e propor caminhos para a melhoria da eficiência energética. O trabalho desse grupo terminou em Março de 2010, tendo sido divulgados diversos artigos referenciados no presente trabalho.

A metodologia de monitorização dos equipamentos do grupo E4, teve por base a norma de trabalho da ISO e apoiou-se também em estudos divulgados em 2005 pelo SAFE - Swiss agency for efficient energy . A Universidade HTW Chur University of Applied Sciences,

colaborou com a SAFE sobre o seguinte projecto: Energy consumption and efficiency potentials of lifts – Jürg Nipkow; Max Schalcher.

Com base nas monitorizações efectuadas pelo grupo E4 tornou-se possível conhecer os consumos energéticos dos diversos equipamentos de elevação em modo de funcionamento e em modo de standby e projectar consumos anuais estimados para os diversos elevadores monitorizados na Alemanha, Itália, Portugal e Polónia. Conhecendo, ou estimando, o parque europeu de equipamentos de elevação (elevadores, escadas e tapetes rolantes), torna-se possível projectar consumos anuais estimados e obter um impacto a nível de consumo energético neste sector face aos consumos anuais numa Europa a 27. [35]

A caracterização do parque europeu foi efectuada com base na informação disponibilizada por 19 países, em resposta à solicitação efectuada pela ELA – Associação Europeia de Elevadores. Dos valores obtidos para os 19 países foi feito um ajuste para a Europa a 27, acrescidos da Suíça e da Noruega. Foi feita uma estimativa de consumo de energia nos elevadores de cerca de 18,4 TWh, dois quais 6,7 TWh são referentes ao sector Habitacional, 10,9TWh ao sector terciário e apenas 810 GWh ao sector industrial. Pode-se verificar que o consumo de energia em modo de standby representa uma percentagem importante do consumo energético, especialmente nos elevadores instalados no sector Habitacional e no sector terciário. [14]

O consumo de energia eléctrica em Portugal em 2008 totalizou 50,6 TWh, representando um crescimento de 1% em relação ao ano anterior. O grupo E4, em Portugal, efectuou a monitorização com o apoio da ANIEER – Associação Nacional dos Industriais de Elevadores e Escadas Rolantes e, com base nessas monitorizações e, com o conhecimento do nosso parque de elevadores, foram efectuadas estimativas anuais do consumo dos equipamentos de elevação em serviço, nomeadamente: consumo total 713.267 GWh, com 407.995 GWh em modo de funcionamento e 305.272 GWh em modo de standby. O consumo em standby anteriormente caracterizado significa 43% do consumo total. A energia total consumida representa 1,47% da energia eléctrica total consumida em Portugal em 2008. [22]

Para comparar os registos obtidos pelo grupo E4 e no sentido de aplicar a metodologia de medições no local, o autor, efectuou três monitorizações de elevadores. As monitorizações ocorreram em elevadores fabricados, instalados e sob manutenção da ThyssenKrupp Elevadores. Estas permitiram estimar o consumo anual de energia eléctrica em modo de funcionamento e em modo de standby. Obteve-se uma estimativa de consumo anual em modo de funcionamento de: 3496 kWh no elevador hidráulico; 1144 kWh no elevador eléctrico com maquina com redutor e accionamento de 2 velocidades e, 988 kWh no elevador eléctrico com maquina com redutor com sistema de variação de frequência. A nível de consumo em modo

de standby verificou-se que os consumos no elevador hidráulico e no eléctrico de 2 velocidades são praticamente iguais de 890 kWh e que o consumo no elevador eléctrico com sistema VVVF é de 1280 kWh. Verifica-se também que o consumo em modo de standby é percentualmente maior no elevador eléctrico com sistema VVVF.

Para além destas análises o presente trabalho teve por objectivo catalogar os equipamentos de elevação monitorizados pelo autor a nível de eficiência energética. Para tal recorreu-se à norma alemã anteriormente referida, de onde se retira um padrão de comparação do consumo energético dos elevadores, permitindo esse padrão efectuar a comparação directa entre qualquer tipo de equipamento. Este padrão de comparação é designado na norma por: consumo específico em funcionamento, tendo as seguintes unidades de medida [mWh/(kg.m)]. Para o elevador hidráulico o valor é de 13,60, para o elevador eléctrico com 2 velocidades o valor é de 5,20 e para o elevador eléctrico com sistema de VVVF o valor é de 2,81 [mWh/(kg.m)]. Os valores obtidos mostram que as medições estão dentro dos valores obtidos pelo grupo E4, quer em Portugal quer nos restantes países da Europa monitorizados.

Com base nas estimativas obtidas pelo grupo E4 para a Europa a 27, acrescido da Suíça e da Noruega e, aplicando as melhores tecnologias disponíveis (MTD), foram feitas estimativas de redução do consumo de energia eléctrica. Os resultados demonstraram que existe uma potencialidade de redução de cerca de 65%. A redução de 11TWh é possível obter com o recurso às MTD e pode-se efectuar uma redução adicional de 2TWh através de aplicação de novas tecnologias actualmente em desenvolvimento, como por exemplo a regenerativa. Esta redução implica uma menor emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, na ordem das 4,9 Mton de CO<sub>2eq</sub> e de um adicional de 0,9 Mton de CO<sub>2eq</sub> respectivamente (com o recurso as tecnologias actuais de produção de energia eléctrica, como por exemplo: o Petróleo). [14]

A melhoria de eficiência energética num elevador deve ser analisada por duas vias: Conceptual e Funcional. Isto significa que não é apenas importante entrar em linha de conta com a instalação de componentes eficientes energeticamente, mas também se torna necessário considerar o tipo de utilização que esses componentes vão estar sujeitos.

Após se caracterizar os equipamentos de elevação, torna-se necessário indicar as potencialidades de melhoria a nível de eficiência energética nos componentes que fazem parte do sistema de elevação e da forma como é feita a sua gestão em modo de operação e standby, sendo que a forma escolhida foi a de criar um tipo checklist cujos intervenientes nas diversas fases do processo devem utilizar como linhas orientadoras. A União Europeia considera que o ciclo de vida de um produto, começa com o desenho e a obtenção das matérias-primas. De seguida, entra-se na fase de fabricação, instalação, utilização em modo de serviço e fim da vida útil com a destruição do mesmo.

Paralelamente, pode-se melhorar a eficiência energética, intervindo no modo de funcionamento de componentes ou sistemas nos elevadores que podem ser desligados totalmente ou parcialmente, como por exemplo: Iluminação de cabina; ventilador da cabina; botões de chamada de cabina e patamar; displays, etc.

A forma como o elevador é gerido também afecta directamente o consumo de energia, pois a escolha da velocidade de deslocação, a aceleração ou o arranque podem ser optimizados para efeitos de correcta resposta para o serviço a que se destinam e para efeitos de eficiência energética. A iluminação pode ser considerado como um grande consumidor de energia em modo de standby.

Ao se apontar caminhos, verifica-se que existem barreiras que podem impedir a alteração das tecnologias actualmente disponíveis, com vista à sua substituição por novas mais eficientes energeticamente (MTD). Existem barreiras legislativas e financeiras que têm impedido o mercado de evoluir no sentido da melhoria da eficiência energética.

O sector de elevação também está a efectuar alterações de forma lenta, pelo que aparenta aguardar o impulso legislativo para avançar para tecnologias mais eficientes. A título de exemplo, pode-se referir o recente surgimento no mercado de elevadores “verdes”, ou seja, que são referenciados como sendo produtos não agressivos para o meio ambiente. Um dos conceitos de elevador “verde” é a aplicação da tecnologia regenerativa que tem elevada potencialidade para redução do consumo energético. Em Portugal, esta solução ainda tem uma forte componente comercial, pois a mesma não tem aplicação por falta de soluções/legislação que permita a colocação da energia regenerada na rede eléctrica nacional. A alternativa de aproveitar essa energia regenerada para outros equipamentos existentes no edifício ainda não está desenvolvida. É de referir que no entanto o caminho está bem traçado.

Foi também âmbito do presente trabalho, a verificação de eventuais possibilidades de melhoria do sistema de gestão da manutenção preventiva e manutenção programada a que as empresas de manutenção de ascensores recorrem para servir de base para o planeamento dessas actividades. Assim, no presente trabalho efectuou-se uma análise de possibilidades de controlar a condição dos equipamentos em serviço. Este controlo pode ser realizado através da aplicação de contactos adicionais no elevador ou através de uma placa de monitorização adaptada ao sistema de comando existente. Em qualquer dos casos a informação é enviada para uma central de gestão da informação, que processa a mesma no intuito de ajustar a manutenção preventiva, a manutenção programada ou preparar uma resposta eficaz para uma manutenção correctiva.

Como objectivos traçados no presente trabalho, destaca-se a possibilidade de se elucidar sobre as funções de um elevador e sobre os tipos de aplicações e utilizações existentes. Destaca-se a

caracterização individual dos consumos de energia dos equipamentos em modo de funcionamento em operação e em modo de standby e, a estimativa de consumos anuais de energia, para os modos anteriormente referidos e os consumos totais estimados. Estas estimativas serviram também para caracterizar o parque de elevadores na Europa.

Verificou-se também que se torna possível catalogar os equipamentos a nível de classe de eficiência energética e conhecer o seu consumo específico de energia, possibilitando uma comparação directa. Espera-se que as indicações de melhoria, que são possíveis de implementar nas diversas fases do ciclo de um equipamento, sirvam de orientação para os diversos intervenientes no sector da elevação. Espera-se que a certificação dos edifícios passe a incluir a análise da eficiência energética dos elevadores, com a estimativa de consumos anuais e a sua catalogação a nível de classe de eficiência energética, especialmente no sector Terciário.

Como pontos não analisados e que não faziam parte do presente trabalho, destaca-se que, a estimativa dos consumos anuais não foi ajustada em função do tipo de gestão dos equipamentos, nomeadamente quando estes se encontram em edifícios com gestão em modo de bateria. Não se entrou em linha de conta com a carga que possa estar a ser transporta na cabina em cada viagem, pois a monitorização foi efectuada com a cabina sem carga. Também não se entrou em linha de conta com os ganhos reais que são criados através dos estudos de tráfego que permitem otimizar os períodos de funcionamento e dos tempos de espera dos equipamentos com vista à redução do consumo energético. Também não se analisou a influência da qualidade da rede da energia eléctrica, que tem preponderância quando são aplicados equipamentos que injectam harmónicas na rede.

Por último, o consumo energético de um equipamento durante um determinado período de tempo, também é influenciado pelas condições de operacionalidade dos componentes instalados, nomeadamente: a relação de aderência entre os cabos de accionamento e a roda de accionamento, o estado de lubrificação das guias de cabina e contrapeso, o estado das guarnições das roçadeiras ou o estado das rodadeiras, as afinações das portas de patamar, das fechaduras de patamar, do operador de portas, do sistema de travagem (travão mais ou menos aberto), o processo de arranque, aceleração, desaceleração e travagem, o ciclo de funcionamento do variador de frequência, o equilíbrio de carga entre a cabina e o contrapeso, a massa de inércia existente no sistema de accionamento quando adaptado um variado de frequência, etc. Estas considerações, que não foram tidas em linha de conta, podem e devem ser tidas em linha de conta no futuro, pois não são indissociáveis para se efectuar uma estimativa de consumo energético de um elevador, mais próxima da realidade de cada edifício. O autor lança este desafio como uma possibilidade futura de se efectuar este estudo, para o qual o mesmo gostaria de se debruçar.

## Referências:

- [1] – European Comission>Entrepise & Industry>Industry Sectos>MechanicalEquipments - Lifts - [http://ec.europa.eu/enterprise/mechan\\_equipment/lifts/index.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/lifts/index.htm)  
(consulta a 01/02/2009 - actualizada a 07/8/2010).
- [2] – Organisational scheme for the Lifts Directive  
[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/lifts/directive-management/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/lifts/directive-management/index_en.htm)  
(consulta a 30/10/2010).
- [3] - DL. 26591/1936 – Legislação aplicada aos elevadores instalados a partir de 1936
- [4] - Decreto n.º 513/70. DR 252/70 SÉRIE I de 1970-10-30. Ministério da Economia - Secretaria de Estado da Indústria - Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos. Promulga o Regulamento de Segurança de Elevadores Eléctricos - Revoga o Decreto n.º 26591
- [5] - Decreto Regulamentar n.º 13/80. DR 113/80 SÉRIE I de 1980-05-16. Ministério da Indústria e Energia - Secretaria de Estado da Energia e Minas - Direcção-Geral de Energia. Introduce alterações ao Regulamento de Segurança de Elevadores Eléctricos, aprovado pelo Decreto n.º 513/70, de 30 de Outubro
- [6] – Decreto Lei 320/2002, de 28 de Dezembro - transpôs para o direito interno a Directiva n.º 95/16/CE, de 29 de Junho – aplicado os requisitos de segurança aos ascensores instalados a partir de 01 de Julho de 1999. Estabelece o regime de manutenção e inspecção de ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes, após a sua entrada em serviço, bem como as condições de acesso às actividades de manutenção e de inspecção
- [7] - DL. 163/2006 Decreto-Lei n.º 163/2006 de 8 de Agosto, Aprova o regime da acessibilidade aos edifícios e estabelecimentos que recebem público, via pública e edifícios habitacionais, revogando o Decreto-Lei n.º 123/97, de 22 de Maio.
- [8] - Decreto-Lei n.º 295/1998, de 22 de Setembro, estabelece os princípios gerais de segurança a que devem obedecer os ascensores. Este diploma entrou em vigor 23 de Outubro de 1998. (cfr. art.º 18.º, do Decreto-Lei n.º 295/1998 ).
- [9] - Regulamento Geral das Edificações Urbanas -, Decreto-Lei n.º 38382 de 07-08-1951, actualizado até ao DL 290/2007, de 17 de Agosto (que alterou Artº 17º)
- [10] – DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia (2009). - <http://www.dgge.pt/> (secção Política Energética – Energia – Ambiente - Desenvolvimento).

- [11] – DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia (2009). - <http://www.dgge.pt/> (secção Política Energética – Caracterização Energética Nacional).
- [12] - Werner A. Boehm, ELA WG Ecology & Werner (Presentation to REHVA Seminar April 9th, 2008), Vertical Mobility - Energy Efficiency of Lifts - Energy - Light + building 2008– ELA European Lift Association - [www.rehva.eu/?download=/200/BOEHM.pdf](http://www.rehva.eu/?download=/200/BOEHM.pdf).
- [13] - 2010 ENEA - Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development Lungotevere Tahon di Revel, 76 00196 Roma Italy: Group E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: [E4 Final Brochure - Options to Improve Lift Energy Efficiency](#) de 15/3/2010 - <http://www.e4project.eu/> (secção Documents – subsecção Brochures)
- [14] - Aníbal T. de Almeida, Carlos Patrão, João Fong, Urbano Nunes, Rui Araújo (ISR – Universidade de Coimbra, Portugal): Grupo E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: WP4: Estimation of savings - <http://www.e4project.eu/>, 25/03/2010
- [15] -Carlos Patrão, João Fong, Aníbal de Almeida, Dep. Energia eléctrica Engineering, Coimbra, Portugal; Luc Rivet, ELA, Belgium: Group E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: [ECEEE 2009 - E4 Project Paper "Energy Efficient Elevators and Escalators"](#) de 19/05/2009 - <http://www.e4project.eu/> (secção News and Events – sub secção News)
- [16] – Esfandiar Gharibaan, KONE International S.A.; Belgium, Paper – Energy Efficiency and Ecology of Lifts – Legislative and Standardisation Activities – European Lift Congress Heilbronn 2008 – Technical Academy of Heilbronn eV
- [17] - Aníbal T. De Almeida, Carlos Patrão, João Fong, Urbano Nunes, Rui Araújo (ISR – Universidade de Coimbra, Portugal): Grupo E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: [E4-WP4: Technology Assessment](#) de 21/10/2009 - <http://www.e4project.eu/> (secção Documents)
- [18] - Elevador GEN2 comfort da OTIS com cinta;  
[http://www.otis.com/site/br/OT\\_DL\\_Documents/OT\\_DL\\_DocumentLibrary/Gen2%20Comfort/CatalogoGen2Comfort.pdf](http://www.otis.com/site/br/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/Gen2%20Comfort/CatalogoGen2Comfort.pdf)
- [19] – Estudo geral sobre maquina de acoplamento directo com cinta;  
<https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/7387/3/VERDE.doc>

[20] – Aníbal de Almeida<sup>1</sup>, Elisabeth Dütschke<sup>2</sup>, Carlos Patrão<sup>1</sup>, Simon Hirzel<sup>2</sup>, João Fong<sup>1</sup>, (1 ISR – Universidade de Coimbra, Portugal; 2 Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Alemanha) - Group E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: [IEECB'10 - E4 Paper "Elevators and escalators: Energy performance and Strategies to promote energy efficiency"](#) de 14/04/2010 - <http://www.e4project.eu/> (secção News and Events – sub secção News)

[21] - ANIEER - Associação Nacional dos Industriais de elevadores e escadas rolantes <http://www.anieer.com/>

[22] Aníbal T. de Almeida, Carlos Patrão, João Fong (ISR – Universidade de Coimbra) - Group E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: D2.2 – Country Report – Portugal, 18/05/2009 - <http://www.e4project.eu/>

[23] - CEMEP – Motor Efficiency Classes - <http://www.cemep.org/index.php?id=21> – download a 04/07/10

[24] - Guidelines on Energy Efficiency of Lift and Escalator Installations – 2000 edition - Energia eléctrica and Mechanical Services Department - The Government of the Hong Kong Special Administrative Region; <http://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/eersb.shtml> download a 27/09/2008

[25] – DRAFT prEN ISO/DIS 25745-1:2008 - Energy formance of lifts and escalators - Part 1: Energy measurement and conformance ; [http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/160729/doclang/en/preview/1/prEN\\_ISO\\_25745\\_1\\_en\\_preview.aspx](http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/160729/doclang/en/preview/1/prEN_ISO_25745_1_en_preview.aspx)

[26] – Energy consumption and efficiency potentials of lifts – Jürg Nipkow; Max Schalcher – Swiss agency for efficient energy use S.A.F.E. – HTW Chur University of Applied Sciences; <http://www.energieeffizienz.ch/e/IndexAktuell.html> - secção news - energy efficcient lifts

[27] – VDI 4707 Part 1 – Lifts – energy efficiency – VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE; VDI – Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 5: Aufzugstechnik

[28] ThyssenKrupp AI Elevator Group Control, last update: Version 26 October 2007 – Informação sobre a gestão de tráfego com o recurso a sistemas de controlo por inteligência artificial, com aprendizagem do comportamento de tráfego.

[29] – Worksshop instalações eléctricas de baixa tensão – Qualidade de energia – Harmónicas - [www.schneider.com.br](http://www.schneider.com.br)

[30] – Code of Practice for Energy Efficiency of Lift and Escalator Installations 2005 Edition – Energia eléctrica & Mechanical Service Department - The Government of the Hong Kong Special Administrative Region;

<http://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/eersb.shtml> download a 27/09/2008

[31] António Garrido EFACEC, Apresentação na Ordem dos Engenheiros em 16-04-2009;

[32] – draft Pren iso 25745-1; Energy performance of lifts and escalators — Part 1: Energy measurement and conformance (ISO/DIS 25745-1:2008);

[http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/160729/doclang/en/preview/1/prEN\\_ISO\\_25745\\_1\\_en\\_preview.aspx](http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/160729/doclang/en/preview/1/prEN_ISO_25745_1_en_preview.aspx)

[33] - E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: Interim Report Work Package 2, 2009-07-10 - <http://www.e4project.eu/>

[34] - E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: Methodology of energy measurement and estimation of annual energy consumption of lifts (elevators), escalators and moving walks - - <http://www.e4project.eu/>

[35] Start date of the action: 01 October 2007 Duration: 30 months - End date of the action: 31 March 2010; Project coordinator Aníbal de Almeida/ISR-University of [Coimbra/adealmeida@isr.uc.pt](mailto:Coimbra/adealmeida@isr.uc.pt); +351 239 796 218 - E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: WP3 – D 3.2 Report with the results of the monitoring campaign - <http://www.e4project.eu/>

[36] Aníbal T. Almeida, Carlos Patrão, João Fong, Rui Araújo, Urbano Nunes (ISR – Universidade de Coimbra); Luc Rivet, Urs Lindegger, Maurizio Nanetti (ELA); Walter Cariani, Antonio Disi, Laura Manduzio, Claudio Viola (ENEA); Simon Hirzel, Elisabeth Dütschke, júlia Oberschmidt, Tobias Fleiter (Fraunhofer isi); Tadeusz Skoczowski, Arkadiusz Weglraz, Ryszard Zwierchabowski, Krzysztof Brzoza-Brzezina, Krzysztof Kisiel (KAPE) – Contractor: ISR; Parteners ELA (Europa); ENEA (Italia); FhG-ISI (Alemanha); KAPE (polónia) -Grupo E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – Final Report, Março 2010 - <http://www.e4project.eu/>

[37] – Regime de tarifário da EDP –

<http://www.edpsu.pt/pt/negocios/tarifasehorarios/Pages/tarifasHorarios.aspx>

[38] – Directiva n.º 95/16/CE, de 29 de Junho do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia - Estabelece os princípios gerais de segurança a que devem obedecer os ascensores e respectivos componentes de segurança e define os requisitos necessários à sua

colocação no mercado, assim como a avaliação da conformidade e à marcação CE de conformidade

[39] Simon Hirzel; Elisabeth Dütschke, Fraunhofer, ISI, Alemanha - E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: Guidelines for new lift installations and retrofitting - <http://www.e4project.eu/>

[40] Elisabeth Dütschke; Simon Hirzel, Fraunhofer, ISI, Alemanha - E4 - Energy-Efficient Elevators and Escalators – documento sobre: Barriers to and strategies for promoting energy-efficient lift and escalator Technologies - <http://www.e4project.eu/>

[42] – Instituto Português da Qualidade - [http://www.ipq.pt/backhtmlfiles/ipq\\_mei.htm](http://www.ipq.pt/backhtmlfiles/ipq_mei.htm)

[43] – Norma Portuguesa NP2058:1992 (2ª edição); Instituto Português da Qualidade - [http://www.ipq.pt/backhtmlfiles/ipq\\_mei.htm](http://www.ipq.pt/backhtmlfiles/ipq_mei.htm)

[44] - **Rotary encoder** -[http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary\\_encoder](http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder)

[45] – Norma - NP EN81-1: 2000 Regras de segurança para o fabrico e instalação de elevadores—parte 1: ascensores - EN 81-1:1998/A2: 2004 eléctricos.

[46] – Norma - NP EN81-2: 2000 Regras de segurança para o fabrico e instalação de elevadores—parte 2: ascensores - EN 81-2:1998/A2: 2004 hidráulicos

[47] REM® - Sistema de monitorização remota – catálogo REM da OTIS - [http://www.otis.com/site/br/OT\\_DL\\_Documents/OT\\_DL\\_DocumentLibrary/Catal%C3%B3go%20REM/Catal%C3%B3go%20REM.pdf](http://www.otis.com/site/br/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/Catal%C3%B3go%20REM/Catal%C3%B3go%20REM.pdf)

## **Anexo 1 - Glossário**

Para apoio ao presente glossário foi consultado o site do Instituto Português da Qualidade. [42].

No presente anexo existem vocabulários que seguem a Norma Portuguesa NP2058:1992 (2ª edição) [43].

As definições que não são incluídas na presente norma, são obtidas nos documentos que lhe deram origem como por exemplo, as referentes às medições energéticas a realizar ou são terminologias do sector de elevação e o entendimento que no sector se tem para cada caso.

### **Capítulo 1:**

**Norma:** É um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, linhas directrizes ou características, para actividades ou seus resultados, garantindo um nível de ordem óptimo num dado contexto.

**Directiva "Nova Abordagem":** "Nova Abordagem" é a expressão por que é conhecida a Resolução do Conselho de Ministros, de 7 de Maio de 1985, segundo a qual as directivas passam a referir os requisitos essenciais de saúde, segurança e bem-estar de pessoas e animais, de protecção do meio ambiente que os produtos devem cumprir e as formas de comprovação da conformidade com esses requisitos. Os documentos normativos (EN) definem as características técnicas dos produtos. As directivas elaboradas de acordo com esta resolução são comumente designadas por "Directivas Nova Abordagem".

**Marcação CE:** A marcação CE (abreviatura de "Comunidade Europeia") indica a conformidade de um produto com os requisitos estabelecidos em directivas comunitárias "Nova Abordagem". Os equipamentos abrangidos pelas directivas a seguir indicadas, para poderem ser comercializados nos países da Comunidade Europeia deverão ter a marcação CE.

**Decreto-Lei:** É um decreto com força de lei, que emana do Poder Executivo, previsto nos sistemas legislativos de alguns países. Os decretos-lei podem aplicar-se à ordem económica, fiscal, social, territorial e de segurança, com legitimidade efectiva de uma norma administrativa e poder de lei desde a sua edição, sanção e publicação no diário ou jornal oficial. O decreto-lei existe em Portugal e noutros países e territórios com sistemas constitucionais e jurídicos inspirados nos portugueses. Aliás, os decretos-lei constituem a maioria das leis ordinárias publicadas em Portugal.

**Conselho de Ministros:** Aprova objectivos, metas, programas com vista a atingir objectivos. Traça linhas orientadoras para a sociedade civil e para a administração pública.

**Eficiência energética:** A eficiência energética pode ser definida como a optimização que podemos fazer no consumo de energia. Relação entre a energia consumida ou recebida e a energia produzida.

**Desperdício de energia:** Sucede quando a energia não é utilizada na sua totalidade. Pode existir desperdício de energia ao longo de todo o processo de transformação da energia, como também na sua utilização.

**Alterações climáticas:** Alterações de clima não cíclicas, associadas ao aumento da presença de gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera em resultado de actividades humanas, entre as quais a queima de combustíveis fósseis.

**Gases com Efeito Estufa (GEE):** São os principais responsáveis pelo chamado efeito estufa. Entre os vários gases que constituem os GEE, podemos encontrar o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ou o metano (CH<sub>4</sub>).

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Também chamado gás carbónico, é um dos responsáveis pelo aumento do efeito de estufa associado à combustão de energias fósseis. Este é o gás de maior importância para o cumprimento do Protocolo de Quioto, uma vez que representa 55% dos gases com efeito de estufa na atmosfera.

**Efeito de estufa:** Efeito natural da Terra, e que pressupõe o aquecimento da atmosfera devido à acumulação de gases que retêm o calor do Sol, tal como numa estufa. Este efeito mantém a superfície da Terra com uma temperatura média de 15° C.

**Aquecimento global:** Termo utilizado para descrever o aumento da temperatura média da atmosfera da Terra e dos oceanos, que tem sido observada nas últimas décadas.

**Desenvolvimento sustentável:** Modelo de desenvolvimento que, segundo a ONU, permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades.

**Energia renovável:** É aquela que é obtida a partir de fontes capazes de se regenerarem, e portanto virtualmente inesgotáveis, como por exemplo: sol, vento, ondas, marés, biomassa e calor da Terra.

**Protocolo de Quioto:** Protocolo internacional que estabelece compromissos para a redução da emissão de gases com efeito de estufa, considerados como a causa do aquecimento global. O Protocolo de Quioto prevê metas de redução de emissões de GEE para os países desenvolvidos, de 5% até 2012, em relação a 1990.

**Recurso energético primário:** Recursos energéticos esgotáveis cuja formação demorou muitos milhões de anos. Estes recursos, uma vez utilizados, não podem ser renovados à escala da vida humana. Exemplo: os combustíveis fósseis, que actualmente são responsáveis pela maior parte da energia consumida pelo Homem.

**Tep:** Unidade energética que significa tonelada equivalente petróleo. Equivale a 42 GJ ou 11,6 MWh.

**per capita:** Um indicador per capita é a razão - quociente entre determinada variável em estudo, face à população de um determinado agregado, nomeadamente: país, região,

concelho,...

$$\text{Indicador per capita} = \frac{\text{Frequência absoluta da variável em estudo}}{\text{População}}$$

## Capítulo 2:

**Elevador:** Elevador instalado com carácter permanente, servindo patamares definidos, que contém uma cabina cujas dimensões e constituição permitem o acesso a pessoas, deslocando-se, pelo menos parcialmente, ao longo de guias verticais ou cuja inclinação com a vertical é inferior a 15°.

Os elevadores distribuem-se por cinco classes, sendo quatro para os ascensores e uma para os monta-cargas.

**Ascensor:** Elevador instalado com carácter permanente, servindo patamares definidos, que contém uma cabina cujas dimensões e constituição permitem o acesso a pessoas, deslocando-se, pelo menos parcialmente, ao longo de guias verticais ou cuja inclinação com a vertical é inferior a 15°.

Os ascensores distribuem-se pelas classes seguintes:

- Classe I – Ascensor destinado essencialmente ao transporte de pessoas.
- Classe II – Ascensor destinado ao transporte de pessoas acompanhadas ou não de carga.
- Classe III – Ascensor destinado ao transporte de pessoas deitadas em camas.
- Classe IV – Ascensor destinado ao transporte de cargas acompanhadas ou não de pessoas.

**Monta-cargas:** Elevador da classe V instalado com carácter permanente, contendo uma cabina inacessível a pessoas devido às suas dimensões e à sua constituição, deslocando-se, pelo menos parcialmente, ao longo de guias verticais ou cuja inclinação com a vertical é inferior a 15°.

**Casa das máquinas:** local onde se instalam normalmente elementos de accionamento, controlo do elevador, componentes de segurança. Local em que, da parte da Empresa de Manutenção de Ascensores (EMA), só pessoal autorizado deve aceder para efeitos de manutenção preventiva ou correctiva. Da parte do cliente, apenas pode aceder pessoal autorizado, para efeitos de execução de acção manual de resgate de passageiros presos no interior da cabina devido a uma paragem intempestiva.

**Caixa:** É o local por onde se deslocam a cabina e o contrapeso (Elevadores eléctricos) ou a cabina e o êmbolo (Elevadores hidráulicos).

**Patamar:** Superfície horizontal de um piso servido, junto do acesso da caixa. É o local do edifício onde estão instaladas as portas de acesso à cabina, a botoneira de patamar para chamar para o Elevador e os elementos de sinalização para o utilizador.

**Sistema de manobra/comando:** é um conjunto de componentes que fazem a gestão do elevador. É constituído por um armário de manobra, instalação de caixa que envia e recebe informação de e para a cabina e botoneiras de patamar. Gere informação de posicionamento da cabina na caixa, com o envio de informação para os utentes. Gere os arranques, mudanças de velocidade e paragens da cabina em cada patamar. Gere series de segurança: como das portas de patamar e cabina; fins de curso inferior e superior; sistemas limitadores de velocidade; sistema de pára-quedas. Gere sinais de sensores de temperatura, como o térmico do motor.

**Armário de manobra:** No armário estão instalados os aparelhos eléctricos, electrónicos ou electromecânicos que formam a manobra e que servem para dirigir e controlar todos os movimentos da cabina, de acordo com os pedidos dos utilizadores e a localização do Elevador

**Conjunto máquina-motor:** Conjunto de órgão motores que asseguram o movimento e paragem do elevador.

**Maquina de 1 velocidade:** Conjunto de órgão motores que asseguram o movimento e paragem do elevador, em que o motor tem um enrolamento.

**Maquina de 2 velocidades:** Conjunto de órgão motores que asseguram o movimento e paragem do elevador, em que o motor tem dois enrolamentos – enrolamento para a alta velocidade (velocidade nominal) e a baixa velocidade (velocidade de aproximação para paragem).

**Maquina com VVVF:** Maquina em que a gestão do motor é realizada por um sistema de variação da frequência e da variação da tensão.

**Maquina geared:** Máquina com redutor (engrenagem), o veio do motor transmite o movimento através de um sem-fim, para uma roda de coroa. O veio da roda de coroa,

instalado no centro da mesma, por sua vez, transmite o movimento para uma roda de accionamento.

**Máquina De acoplamento directo:** Máquina sem redutor (engrenagem)

**Encoder:** O encoder rotativo, também designado, encoder de eixo, é um equipamento electrónico adaptado neste caso a um conjunto máquina-motor, que converte uma posição angular do veio do motor num código analógico ou digital, obtendo-se assim um gerador de impulsos angular.

**Central hidráulica:** Formada por uma electrobomba que injecta até ao êmbolo o óleo contido num depósito através de um bloco de electro-válvulas que regulam a aceleração, velocidade, desaceleração e paragem do êmbolo e portanto da cabina

**Conjunto Limitador de velocidade:** Previne os danos que podem ocorrer por rotura dos cabos de accionamento ou o excesso de velocidade da cabina. Consiste num anel fechado, formado pelo limitador de velocidade, a roda tensora e o pára-quedas.

**Limitador de velocidade:** Órgão que, acima de uma velocidade de regulação pré-determinada, comanda a paragem da máquina e, se necessário, provoca a actuação do pára-quedas.

**Roda tensora:** Roda existente no fundo do poço destinada a manter em tensão cabos ou correntes.

**Pára-quedas:** Órgão mecânico destinado a fazer parar e manter parada a cabina e/ou contrapeso por fixação nas suas guias em caso de uma rotura dos órgãos de suspensão.

**Amortecedores poço:** Servem para absorver a energia cinética da cabina ou do contrapeso, evitando danos aos passageiros, no caso da cabina do elevador ultrapassar o curso normal, não parar no fim de curso e apenas travar no fundo do poço.

**Quadro de entrada da casa das máquinas (quadro parcial):** Quadro situado junto ao acesso da casa das máquinas, no seu interior, equipado com aparelhagem de corte, comando e protecção e que alimentará o(s) quadro(s) de manobra dessa casa das máquinas.

**Portas patamar:** Porta que protege o acesso da caixa e permite o acesso à cabina.

**Porta cabina:** Porta que protege o acesso á cabina.

**Cabina:** Órgão do ascensor ou do monta-cargas, destinado a receber as pessoas e/ou as cargas a transportar.

**Contrapeso:** Órgão do elevador destinado a equilibrar a massa da cabina e parte da sua carga nominal.

**Bateria:** Conjunto de dois ou mais elevadores, cuja gestão dos sistemas de comando é partilhada, permitindo uma gestão mais eficiente numa perspectiva de redução dos tempos de espera dos utilizadores e de optimização das paragens em pisos intermédios.

### Capítulo 3:

**Ciclo de vida de um elevador em operação:** Período de tempo de funcionamento de um elevador. A contagem tem início com a posta em marcha do equipamento (entrada ao serviço – após a sua montagem), até ao fim da sua vida útil, ou sua substituição integral.

**Entrada ao serviço:** No âmbito da Directiva Europeia e de legislação nacional, um elevador só pode entrar ao serviço com certificação CE e com a assinatura de um contrato de manutenção com uma empresa de manutenção credenciada – EMA.

**Carga nominal:** Carga máxima ou número de pessoas que podem ser transportados na cabina. Calculado normalmente em função da área da cabina. No interior da cabina deve existir informação que indique a carga nominal que a cabina pode transportar.

**Velocidade nominal:** velocidade em que a cabina se desloca em modo normal (em movimento entre pisos e sem entrar em fase de aceleração no arranque ou desaceleração na paragem) em [m/s].

**Potência:** É a medida do trabalho realizado numa unidade de tempo. Ela é a medida da capacidade do equipamento de desenvolver velocidade. Quanto maior a potência, maior é a capacidade de atingir maiores velocidades. O motor oferece maior potência à medida em que a rotação aumenta. A potência máxima está disponível na rotação máxima.

**Consumo em Standby:** Quando um aparelho está em repouso (pronto a trabalhar) e continua a consumir energia eléctrica.

**Consumo em funcionamento:** – Energia activa consumida durante o funcionamento do equipamento.

**Rendimento de um motor:** Significa a relação entre a potência mecânica ao veio do motor e a potência eléctrica consumida pelo motor. Quanto mais elevado o rácio de eficiência, menores serão as perdas consideradas durante a operação.

**Estudo de tráfego:** Estudo efectuado com vista a obter valores estimados para tempo de espera dos utilizadores, diminuição do tempo de viagem, maximizar a carga em utilização nas cabinas e minimizar o consumo de energia.

**Binário:** O binário do motor, binário do motor ou par motor, por vezes chamado simplesmente *binário* ou *par*, é uma medida da força rotacional exercida sobre um eixo,

mede-se em newtons metro (Nm) e é reportado à rotação do motor em que é atingido. O binário reflecte a força exercida sobre o veio do motor e que é disponibilizada para provocar a rotação da roda de accionamento. Ele é a medida da capacidade que o motor tem de desenvolver força. O binário máximo, ou máxima capacidade do motor traccionar uma cabina, ocorre sempre numa rotação inferior à máxima.

**Motor assíncrono:** Os motores corrente alterna assíncronos são normalmente de multi-polos e operam a baixas frequências.

**Motor Síncrono:** Os motores CA síncronos são normalmente de ímanes permanentes.

## **Capítulo 4:**

**Corrente principal de funcionamento** – corrente consumida pelo Elevador quando o mesmo atinge a sua velocidade nominal de funcionamento, quer em sentido ascendente ou em sentido descendente (motor, variador de frequência, sistema de controlo e comando, travão, operador porta automática, sistema automático desencravamento portas semi-automáticas).

**Corrente auxiliar de funcionamento** – corrente utilizada para alimentar a iluminação de cabina, ventilador, sistema alarme, etc.

**Ponto de leitura da corrente principal** – ponto onde são efectuadas as leituras do consumo da corrente principal, sendo localizado à saída da alimentação eléctrica do quadro eléctrico parcial para o sistema de controlo e comando do elevador.

**Ponto de leitura da corrente auxiliar** – ponto onde são efectuadas as leituras do consumo de corrente auxiliar, sendo localizado à saída da alimentação eléctrica do quadro eléctrico parcial para os consumidores de energia auxiliar.

**Ciclo de referência** – ciclo durante o qual a cabina percorre o curso da caixa desde o piso extremo inferior, até ao piso extremo superior, e depois faz o mesmo percurso no sentido descendente até ao piso extremo inferior.

**Condição de standby de um Elevador** – condição em que o equipamento está ligado mas não está em funcionamento.

**Ciclo automático de teste** – ciclo em que a cabina é colocada de forma em funcionamento de forma continua entre o piso extremo inferior e o piso extremo superior, com o sistema de abertura das portas inactivo e sem carga na cabina.

**Ciclo manual de teste** – ciclo em que a cabina é colocada de forma em funcionamento de forma manual entre o piso extremo inferior e o piso extremo superior, com o sistema de abertura das portas activo e sem carga na cabina.

**Um ciclo** - representado pelas seguintes acções:

As medições começam com a cabina parqueada no piso inferior. A porta de cabina (caso exista) deve estar fechada.

1. Abertura da porta de patamar;
2. Fecho da porta de patamar;
3. Envio da cabina do piso inferior para o piso superior;
4. Abertura da porta de patamar;
5. Fecho da porta de patamar;
6. Envio da cabina do piso superior para o piso inferior;
7. Abertura da porta de patamar;
8. Fecho da porta de patamar;

**Piso Extremo inferior** – Último piso situado na parte inferior de um edifício, normalmente corresponde à última cave/garagem;

**Piso Extremo Superior** – Último piso situado na parte superior de um edifício, normalmente corresponde ao piso imediatamente abaixo do telhado/placa;

## **Capítulo 8:**

**Barreira:** Mecanismo que inibe a decisão ou um comportamento que aparenta ser eficiente energeticamente e economicamente eficiente, inibindo assim investimentos em novas tecnologias mais eficientes energeticamente. (Sorrell, O'Malley, Schleich, & Scott, 2004).

## Anexo 2 - Sistemas de Elevação Vertical para transporte de pessoas – Tipos de Elevadores

Os elevadores podem-se classificar de diferentes formas em função de factores como as suas características (velocidade, carga); a localização (intempérie, interior); o tipo de instalação (habitação, edifício público); o sistema de accionamento, etc.

Segundo o sistema de accionamento aplicado, existem dois grupos principais de elevadores:

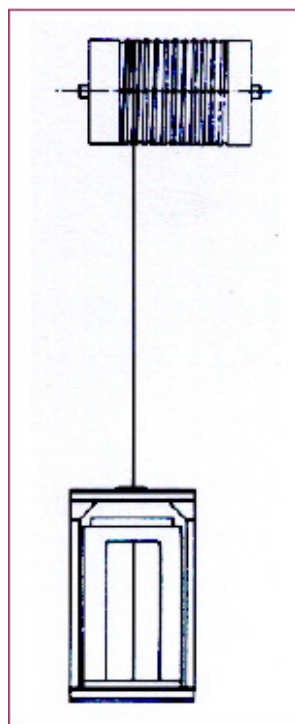
- **Elevadores eléctricos**

- **Elevadores hidráulicos**

A denominação de elevador eléctrico é puramente tradicional, já que todos os elevadores utilizam energia eléctrica para se movimentarem.

Estes grupos de elevadores dividem-se noutros subgrupos, atendendo a outros critérios, como a localização da casa de máquinas, a disposição dos pistões, etc.

### Tambor de enrolamento



Além dos sistemas mencionados, existe outro sistema de elevação: o tambor de enrolamento. Este sistema é constituído por um tambor sobre o qual se enrola o cabo que suporta a cabina. Alcançam-se velocidades máximas de 0,63 m/s. O tambor é accionado por um motor de corrente alterna, acoplado a um redutor de velocidade.

Este sistema está em desuso devido às grandes dimensões dos tambores necessários e devido ao perigo de choque da cabina no tecto da caixa em caso de falhas do sistema.

Hoje em dia apenas é possível aplicar este sistema em Monta-Cargas (Elevadores que transportam carga não acompanhada por pessoas) – sendo mais conhecidos por guinchos eléctricos.

### 2.1 Elevadores de accionamento eléctrico

Este sistema é o utilizado na maioria das instalações de elevadores. Uma roda de tracção, accionada por um motor eléctrico directamente ou através de um redutor, move por aderência os cabos que unem a cabina a um contrapeso instalado para o efeito.

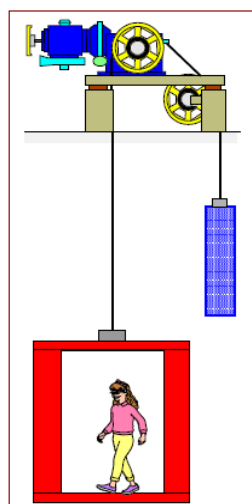
O grau de aderência é determinado pelos pesos das massas suspensas (cabina e contrapeso), pelo tipo de gorne (ranhura) da roda e pelo ângulo que descrevem os cabos ao passar pela roda de accionamento.

O sistema de accionamento eléctrico é o que menos energia consome, devido ao princípio mecânico em que se inspira.

### 2.1.1 – Tipo de suspensão

Paralelamente ao tipo de máquina utilizada, é normal agrupar os elevadores eléctricos pelo tipo de suspensão. Denomina-se suspensão à relação entre a velocidade linear da roda tractora e a velocidade da cabina. Existem dois tipos de suspensão: Suspensão directa e Suspensão diferencial

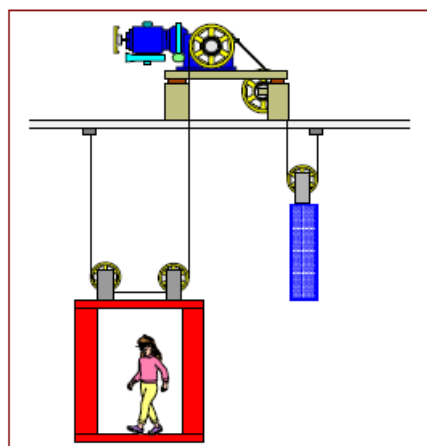
#### Suspensão directa:



É aquela em que a velocidade da roda tractora é a mesma que a velocidade da cabina. Ou seja, se a velocidade da roda é 1 m/s, a velocidade da cabina também é de 1 m/s. Neste caso, diz-se que a suspensão é 1:1

Fig. - Suspensão 1:1

#### Suspensão diferencial:



Neste caso, a velocidade da roda tractora é superior à velocidade da cabina, que pode ser uma, duas, três ou quatro vezes inferior à da roda tractora. Isto é possível através um sistema de rodas de desvio.

Neste caso, a suspensão é 2:1, 3:1 ou 4:1, que dizer, a velocidade da roda tractora é duas, três ou quatro vezes superior à da cabina.

Fig. - Suspensão 2:1

A suspensão diferencial também tem influência no binário do motor da máquina e na carga sobre o veio da máquina.

A carga que deve ser suportada pelo veio e a potência requerida da máquina em suspensão 2:1 é metade em relação à suspensão 1:1

Assim, por exemplo, utiliza-se a mesma máquina com a mesma potência para movimentar um elevador de 800 kg. a 1 m/s em suspensão directa que para mover um elevador de 1.600 kg. a 0,50 m/s em suspensão 2:1.

### **2.1.2 Elevadores eléctricos com casa de máquinas.**

É o elevador eléctrico tradicional. A casa de máquinas pode situar-se em cima da caixa no seguimento da mesma, pode-se situar em cima afastada da caixa, sendo designada como recuada e havendo rodas de desvio que permitem a queda de cabos para a cabina e contrapeso, na prumada vertical da caixa. Pode ser em baixo recuada, tendo também rodas de desvio e o tipo de suspensão neste caso não pode ser directa.

#### **2.1.2.1 Elevadores eléctricos com casa de máquinas em cima**

É o modelo mais versátil, já que admite qualquer carga e velocidade, e é a única solução possível para a alta velocidade, grandes cargas e grandes cursos.

Os elevadores eléctricos são utilizados para toda a gama de cargas e velocidades, podendo ter máquinas com ou sem redutor, sendo agrupados pelo tipo de suspensão (1:1 ; 2:1 ; 4:1).



A suspensão de um elevador é constituída pela arcada de cabina, pela arcada de contrapeso, pelos cabos e no caso de existir, pelas rodas de desvio.

**Fig. - Elevador eléctrico com casa de máquinas em cima**

#### **2.1.2.2 Elevadores eléctricos com casa de máquinas em baixo**

Neste modelo de elevadores, a casa de máquinas está normalmente contígua à caixa. O tipo de suspensão mais comum nesta solução é a 2:1, sendo os cabos amarrados no topo da caixa após passarem nas rodas de desvio existentes na arcada de cabina e na de contrapeso. No entanto, como anteriormente, é possível ter suspensões 4:1 ou superiores.

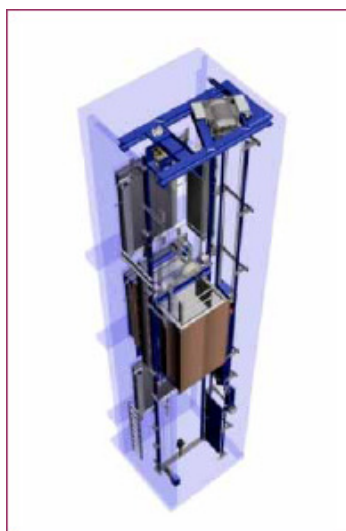
Normalmente aplicado em instalação onde não era possível a construção de uma casa de máquinas na projecção superior da caixa, tem vindo a reduzir a sua utilização devido ao surgimento dos elevadores sem casa de máquinas.



**Fig. Elevador com casa de máquinas em baixo**

### **2.1.3 Elevadores eléctricos sem casa de máquinas.**

Este elevador não necessita de casa de máquinas. A máquina e o limitador de velocidade instalam-se na zona superior da caixa do Elevador. O comando, o quadro parcial e o sistema de resgate são instalados num patamar, junto à caixa – por regra no ultimo piso superior.



Existem soluções no mercado em que a máquina, limitador e o comando são instalados no interior da caixa, normalmente no ultimo piso inferior, junto ao poço. Nestes casos é instalado um armario de manobra mais simples com o quadro parcial, sistema de resgate e porta de comunicação com a manobra no ultimo patamar inferior.

**Fig. Elevador Sem Casa das Máquinas**

Existem diferentes soluções para fixar a máquina: sobre uma plataforma fixada às guias de cabina e contrapeso; sobre uma estrutura apoiada nas paredes da caixa; ou fixa às guias.

O armário de manobra coloca-se dentro da caixa ou junto da porta de patamar do último piso.

Os elementos para o resgate de emergência estão também junto à porta de patamar do último piso. Este tipo de resgate pode ser por acção mecânica (manual) ou por acção energia eléctrica.

Os modelos podem ser aplicáveis em instalações com cargas compreendidas entre os 320 kg e os 2000 kg, variando a velocidade entre 1,0 m/s e 2,0 m/s.

A máquina instalada no tecto da caixa pode ser com ou sem redutor. As manobras podem ser aplicadas com motores de 2 velocidades ou com velocidade variável, através de variação electrónica de tensão e frequência.

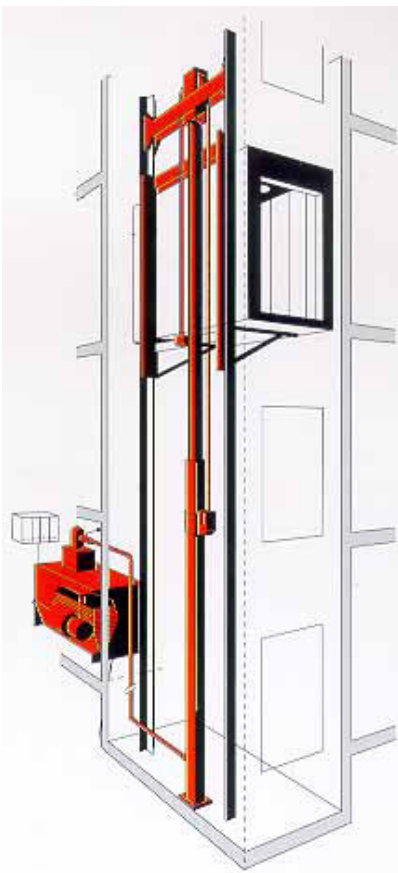
A suspensão pode ser directa, simétrica ou em consola (solução tecnicamente menos favorável que a suspensão simétrica).

Estes elevadores de baixa capacidade são aplicados entre edifícios residenciais de gama média / baixa, e correspondem à solução tecnicamente menos avançada.

Os equipamentos de maior capacidade e velocidade são usados em escritórios, hotéis, superfícies comerciais, edifícios públicos, como sejam escolas e aeroportos.

## 2.2 Elevadores hidráulicos

Os elevadores hidráulicos são aqueles em que a transmissão da força hidráulica é assegurada através de máquinas hidráulicas, as quais são compostas por uma turbina, o respectivo motor e válvulas de comando.



O movimento ascendente da cabina é realizado através do(s) cilindro(s), o qual se move devido à força que lhe é transmitida pelo óleo injectado a elevada pressão pela máquina hidráulica.

A paragem no sentido ascendente é assegurada pela corte da alimentação eléctrica ao motor da central hidráulica.

O sentido descendente da cabina é obtido pelo retorno do óleo hidráulico para a tina da central hidráulica (anteriormente injectado no êmbolo), comandado pelo bloco de válvulas e a paragem neste sentido também é comandado pelo mesmo bloco.

Este tipo de Elevadores apresenta como grande vantagem o facto da localização da casa de máquinas ser muito flexível, visto o óleo ser transmitido do grupo hidráulico para o(s) cilindro(s) através da tubagem.

**Fig. Elevador hidraulico**

Em virtude destes elevadores não possuírem contrapeso, a potência necessária para mover a cabina no sentido ascendente é duas a quatro vezes a potência de um elevador eléctrico.

No entanto, no sentido descendente a potência é quase nula, uma vez que o movimento é originado através do retorno do óleo por efeito de gravidade.

Existem dois tipos de elevadores hidráulicos:

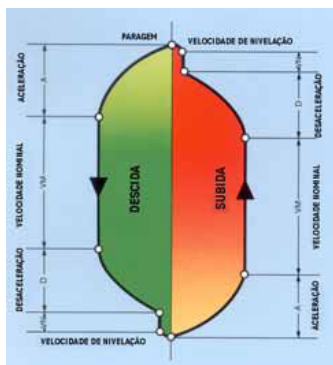
- De impulsão directa
- De impulsão diferencial.

**Hidráulicos de impulsão directa** - Neste sistema o êmbolo está acoplado directamente à cabina, lateralmente ou por baixo da mesma. Salvo no caso de elevadores de pequeno curso (3 a 4 metros), é necessário construir um furo por baixo do nível de poço para o alojamento do cilindro / êmbolo, o que encarece a instalação e apresenta problemas de infiltrações de água. Utiliza-se principalmente para elevadores industriais de pequeno curso e grande carga ou para elevadores panorâmicos de pequeno curso. A suspensão destes elevadores é 1:1

**Hidráulicos de impulsão diferencial** - Neste sistema o êmbolo situa-se numa lateral da cabina. No seu funcionamento, o êmbolo empurra um cabo de accionamento através de uma roda louca. O cabo está unido por uma extremidade à cabina e por outra a uma fixação à parede ou ao fundo da caixa. Tem a vantagem de que para um determinado comprimento do êmbolo, o curso pode ser o dobro dessa distância, o que aumenta o campo de aplicação, pois na suspensão directa, os cursos estão limitados à longitude do êmbolo. Outra grande vantagem da suspensão directa é que não necessita da construção de um poço para alojar o êmbolo quando a cabina está na parte mais baixa do curso. A suspensão deste modelo é 1:2

### Diagrama de Marcha

A marcha em subida de um elevador hidráulico produz-se injectando óleo no êmbolo através do equipamento motor-bomba.



A aceleração (A) regula-se através de uma válvula de modo a conseguir uma aceleração suave, imperceptível ao utilizador. Uma vez alcançada a velocidade de marcha (VM), esta mantém-se invariável, independentemente da carga, até que se inicia a desaceleração.

**Fig. - Diagrama de Marcha de Elevador Hidráulico**

A desaceleração (D) regula-se através de uma válvula que diminui a velocidade de marcha (VM) até à velocidade de nivelção (VN) de uma maneira suave e no menor tempo possível.

A paragem realiza-se com grande precisão e conforto. A marcha em descida produz-se por gravidade, actuando apenas energia electricamente sobre as válvulas, quer dizer, o equipamento impulsor não intervém em descida. O esquema de funcionamento é similar ao da subida.

**Nivelação de emergência** - Como os elevadores hidráulicos descem pelo seu próprio peso, é impossível ficar encerrado na cabina por falta de energia eléctrica. Existe a possibilidade de se instalar nestes elevadores uma bateria eléctrica de carga permanente e uma válvula de emergência. Com estes dispositivos consegue-se que, em caso de emergência, o elevador desça automaticamente até uma paragem determinada (normalmente a inferior), onde se deterá a cabina e permitirá a saída de passageiros, sem necessidade de ajuda exterior.

**Renivelação na paragem** - Opcionalmente, os elevadores hidráulicos podem possuir um dispositivo de precisão de nivelação ao piso, que corrige os desníveis ocasionados ao carregar ou descarregar a cabina.

**Retorno automático ao piso inferior** – Após 15 minutos de imobilização prolongada da cabina num determinado piso, o sistema de comando emite uma informação de retorno da cabina ao piso inferior ficando assim parqueada. Esta acção permite diminuir a pressão hidráulica no interior do êmbolo e eliminar o risco de queda da cabina por perda de pressão após a mesma eventualmente ter ficado presa entre as guias.

### **2.2.1 Elevadores hidráulicos com casa de máquinas**

Conforme foi referido anteriormente, a localização da casa das máquinas destes elevadores é muito flexível, pois como o óleo é transmitido do equipamento hidráulico para o(s) cilindro(s) através de tubagem, não existe a obrigatoriedade de a casa de máquinas estar na projecção ou contígua à caixa.

### **2.2.2 Elevadores com suspensão 1:1**

Este tipo de elevadores não possuem cabos de accionamento, conseqüentemente não necessita de sistemas de pára-quadras. Muito utilizado para instalações com curso reduzido, menor que 3,5 m, é raramente aplicado em instalações com cursos superiores, pois obrigaria à execução de um furo no poço para ser possível alojar o cilindro, ou então seria necessário aplicar cilindros telescópicos, que são mais caros que os tradicionais.

Este tipo de elevadores pode ser comercializado contendo um ou dois cilindros, dependendo da carga útil da instalação. Para cargas até 1000 kg é possível utilizar apenas um cilindro, mas no caso de as cargas serem superiores é necessário recorrer à aplicação de dois cilindros.

Carga útil de 320 kg a 1600 kg e velocidade 0,63 m/s

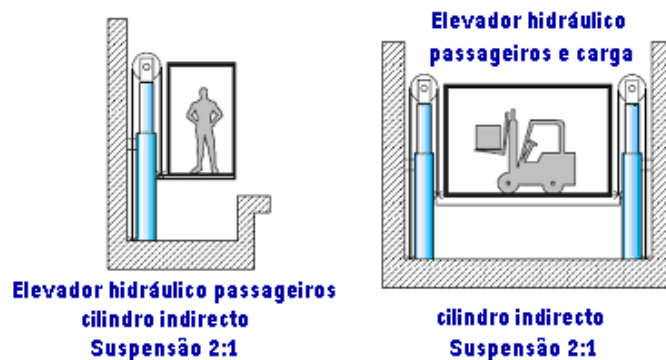
### **2.2.3 Elevadores com suspensão 2:1**

Esta é actualmente a solução mais comum nos elevadores hidráulicos, pois permite a sua aplicação em instalações com cursos até 20 m sem recurso à execução de furos no poço ou de aplicação de cilindros telescópicos.

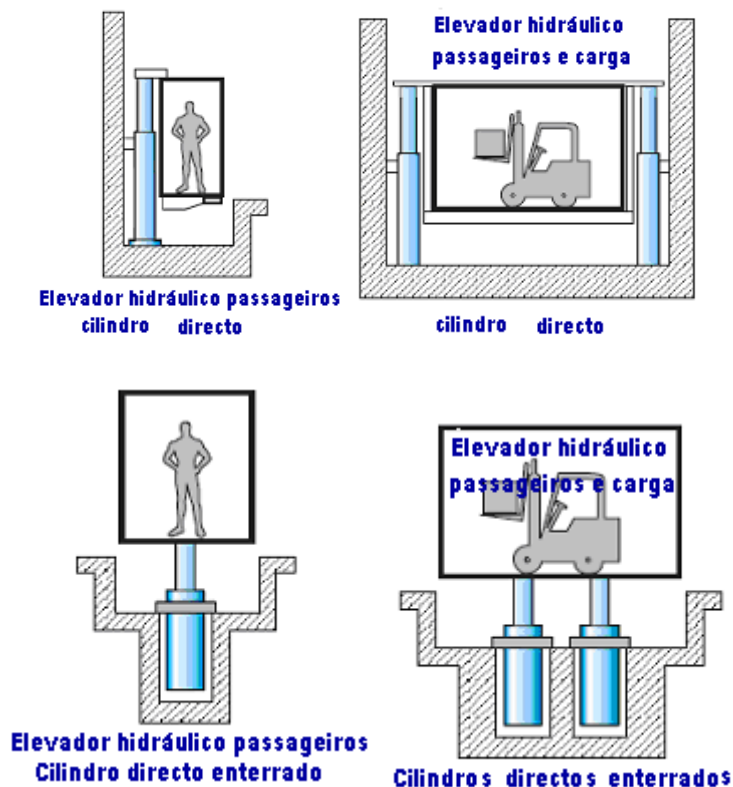
Neste sistema o cilindro actua sobre uma guia superior de accionamento, a qual está amarrada e que possui uma roda de desvio. Os cabos de accionamento estão unidos de um lado à cabina e do outro à base de apoio do cilindro.

Como anteriormente, esta solução pode ser aplicada com um ou dois cilindros, sendo que com um cilindro, a carga máxima é 1000 kg.

Carga útil de 320 kg a 1600 kg e velocidade 0,63 m/s



## 2.2.4 Elevadores com ataque directo



## Anexo 3 – Elevadores de cintas

A evolução de tecnologias permite aplicar novos componentes nos sistemas de accionamento.

Nesta linha, empresas fabricantes desenvolveram um sistema único de accionamento por meio de cintas de aço revestidas de poliuretano - uma tecnologia revolucionária

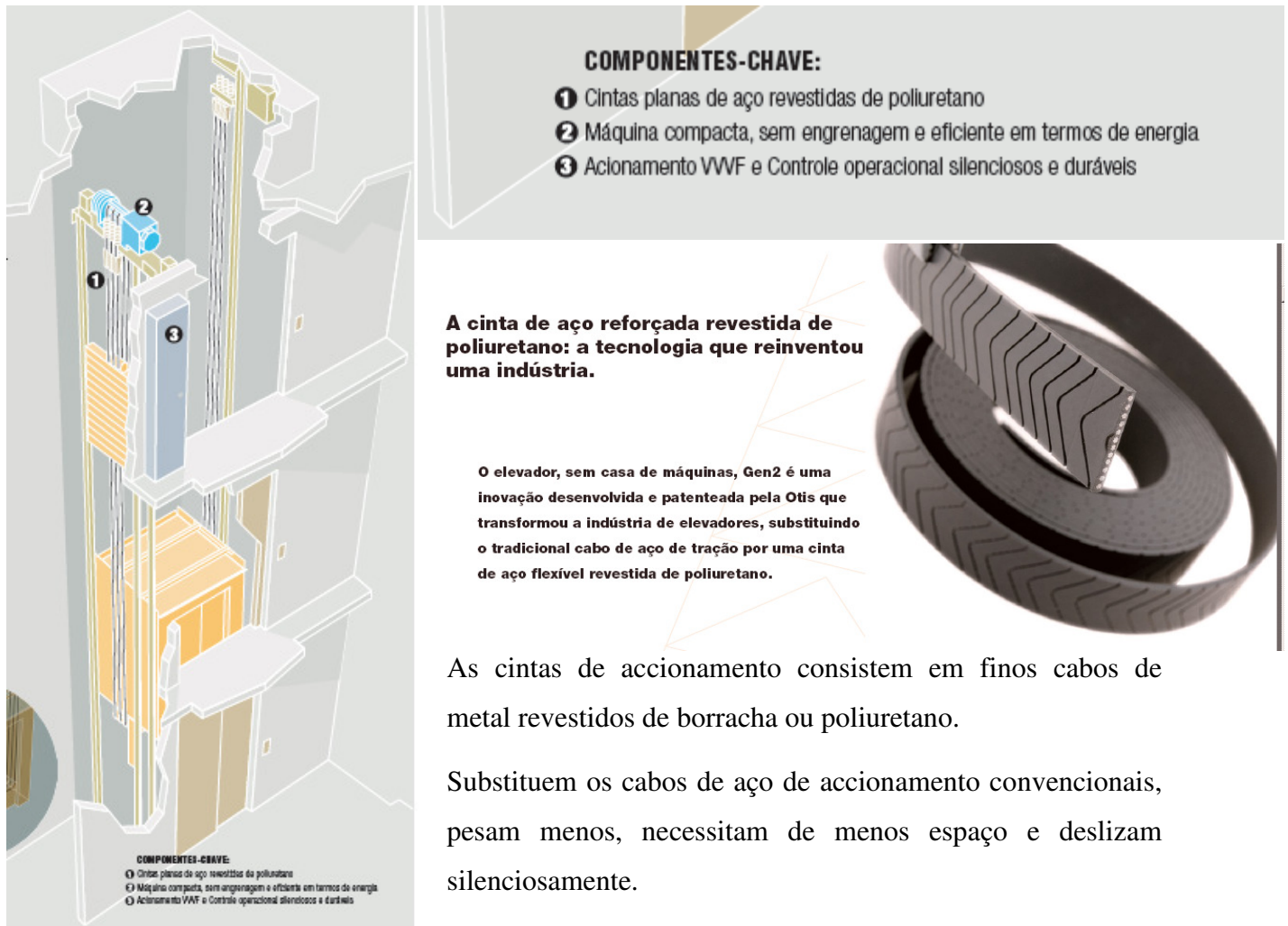
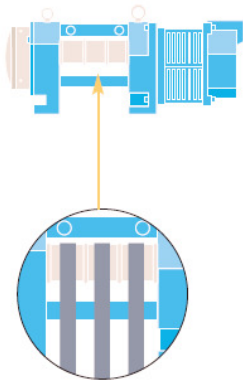


Fig. Elevador GEN2 comfort da OTIS com cinta

Fonte:

[http://www.otis.com/site/br/OT\\_DL\\_Documents/OT\\_DL\\_DocumentLibrary/Gen2%20Comfort/CatalogoGen2Comfort.pdf](http://www.otis.com/site/br/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/Gen2%20Comfort/CatalogoGen2Comfort.pdf)



#### CARACTERÍSTICAS:

- Substituição dos convencionais cabos de aço de tração por cintas planas de aço revestidas de poliuretano
- Máquina mais compacta, sem engrenagem e com acionamento VVVF
- Cintas planas de aço revestida de poliuretano e Máquina sem engrenagem com rolamentos selados
- Máquina colocada no topo das guias
- Sistema Otis PULSE: monitoramento 24 h./7 dias do estado dos fios de aço da cinta
- Sistema de resgate operado manualmente, movido a bateria e com monitoramento eletrônico da velocidade
- Elevador sem casa de máquinas

#### BENEFÍCIOS:

- Maior segurança
- Maior confiabilidade
- Maior durabilidade
- Maior conforto: viagem mais silenciosa e suave
- Precisão de parada
- Menor consumo de energia
- Resgate seguro e rápido de passageiro em caso de falta de energia
- Não requer lubrificação → Proteção ambiental
- Maior flexibilidade de projeto aos arquitetos
- Todas as forças são transmitidas ao fundo do poço → Menores custos de construção do edifício
- Processo de instalação mais rápido, seguro e controlado, com o mínimo de interferência na construção do edifício
- Maior espaço rentável disponível
- Não há custo de construção da casa de máquinas

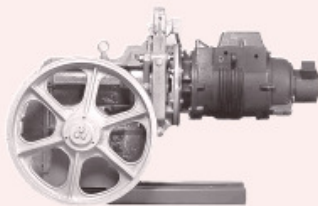
**GEN2™**  
Comfort

#### Elevador convencional com máquina com engrenagem



##### A CABOS DE AÇO DE TRAÇÃO CONVENCIONAIS

A rigidez dos cabos convencionais de aço faz com que estes necessitem de um grande raio de curvatura.

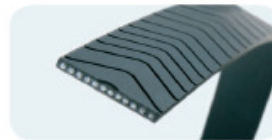


##### B MÁQUINA CONVENCIONAL COM ENGRENAGEM

O grande raio de curvatura dos cabos de aço requer uma máquina com uma polia de tração grande, normalmente, com 50-60 cm de diâmetro.

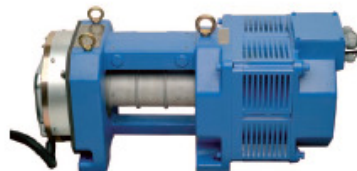
#### O elevador reinventado.

#### Elevador Gen2



##### A CINTAS DE AÇO FLEXÍVEIS

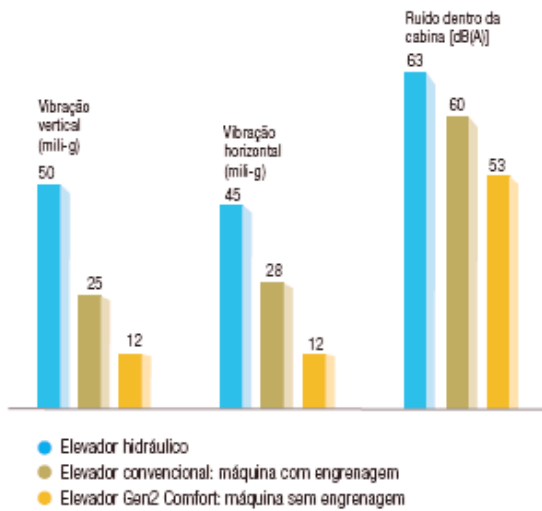
A cinta de aço plana revestida de poliuretano é até 20% mais leve e dura até 3 vezes mais que o cabo de tração convencional. Sua flexibilidade resulta em um raio de curvatura muito menor.



##### B MÁQUINA SEM ENGRENAGEM COMPACTA

Uma polia de tração – que pode chegar a 8 cm de diâmetro – permitiu à Otis desenvolver uma máquina que pode ser até 70% menor que as máquinas convencionais.

## O sistema Gen2 Comfort estabelece novos padrões de níveis de conforto e desempenho.

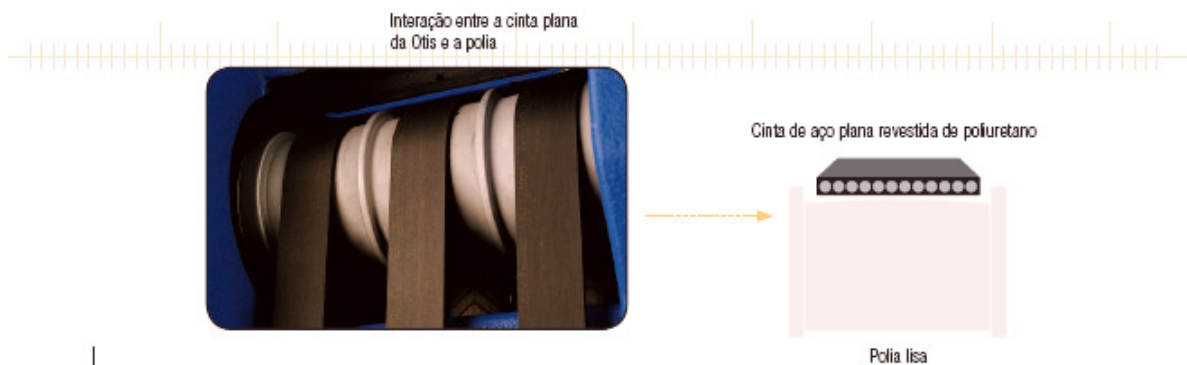


### CONFORTO DE VIAGEM SEM IGUAL

A substituição dos cabos de aço convencionais por cintas planas significa uma viagem mais suave e silenciosa.

A melhora da qualidade da viagem é obtida por meio da combinação de uma série de fatores. A cinta de aço plana revestida de poliuretano da Otis, que elimina o efeito de contato metal com metal do cabo convencional, em conjunto com a polia especialmente projetada, resulta em um elevador com funcionamento silencioso. A máquina sem engrenagem, o dispositivo de pesagem de carga e o acionamento VWF (tensão e frequência variáveis) vetorial de malha fechada possibilitam uma viagem suave com precisão de parada extraordinária ( $\pm 3$  mm em qualquer andar e condição de carga). Tudo isso permitiu à Otis ter um elevador que propicie uma viagem mais silenciosa, suave e confortável.

Com o tratamento apropriado das paredes da caixa do elevador, a máquina sem engrenagem de baixo ruído montada sobre borrachas de isolamento no topo das guias reduz a vibração transmitida ao prédio e mantém os níveis médios de ruído em recintos próximos abaixo dos 30 dB(A).



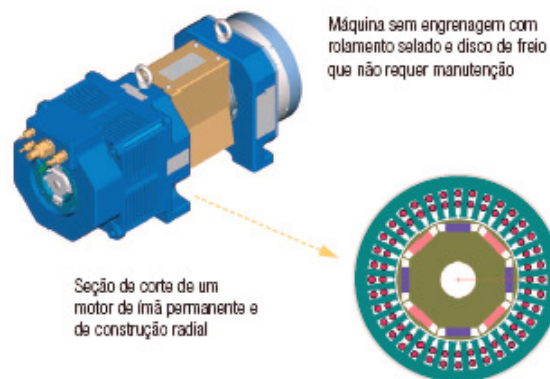
### MÁQUINA ALTAMENTE EFICIENTE

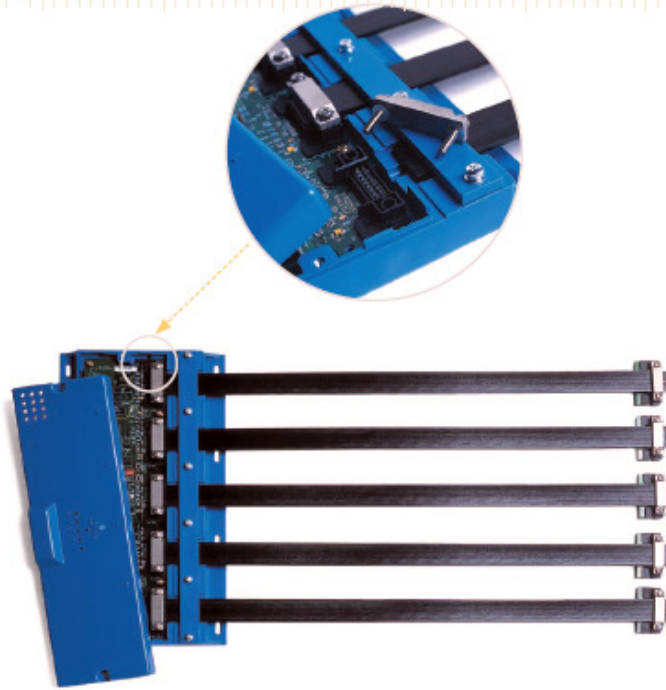
Uma cinta flexível significa uma máquina mais compacta.

A máquina sem engrenagem de baixa inércia e com rolamentos selados é equipada com um motor síncrono de ímã permanente de alta eficiência e de construção radial.

O resultado é uma máquina:

- 50% mais eficiente que máquinas convencionais com engrenagem
- 10% mais eficiente que máquinas convencionais sem engrenagem com motor de indução assíncrono
- 15% mais eficiente que outras máquinas com motor de ímã permanente e de construção axial





O sistema Otis PULSE monitora a integridade dos fios de aço da cinta 24 h./7 dias.

## CONFIABILIDADE AUMENTADA

### Confiável por projeto e durável pela construção.

As cintas de aço revestidas de poliuretano de longa durabilidade, a polia lisa e a redução de peças móveis na máquina sem engrenagem reduzem consideravelmente o desgaste e aumentam a durabilidade do sistema.

A confiabilidade e a segurança foram melhoradas com o sistema eletrônico Otis PULSE, que monitora continuamente (24 h./7 dias) o estado dos fios de aço da cinta. Ao contrário das usuais inspeções visuais dos cabos de aço convencionais, o sistema Otis PULSE monitora automaticamente e informa aos técnicos da Otis sobre o estado dos fios da cinta, eliminando-se assim o tempo de interrupção do serviço do elevador para a inspeção, e melhorando em muito sua confiabilidade.

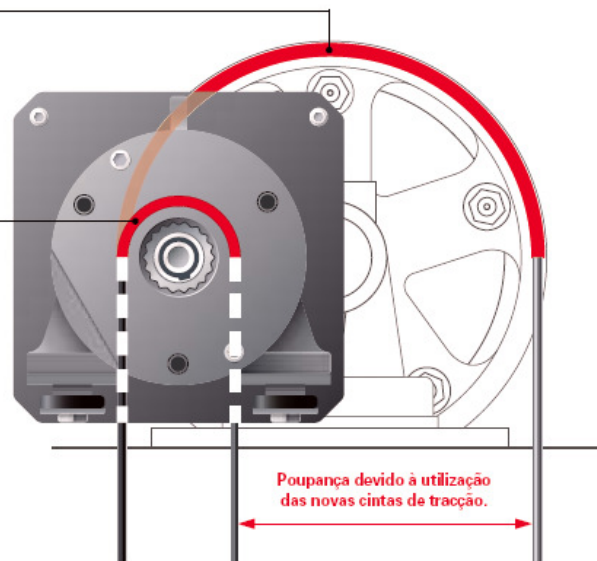
## Elevador de cintas da Shindler

### Antes: Cabos de Aço

Os cabos de aço têm pouca elasticidade. Necessitava-se de uma roda de tracção com um diâmetro, no mínimo, de 320 mm para os cabos utilizados para elevadores. O conjunto completo do motor convencional, incluindo as rodas de tracção tinha que ser grande. Um sistema que exigia muito espaço.

### Agora: Cintas de Tracção

As cintas de tracção são flexíveis. Utilizam uma roda de tracção com um diâmetro muito inferior aos cabos de aço. 72 mm é o suficiente e o motor é muito mais pequeno. Uma concepção que poupa no espaço.



Poupança devido à utilização das novas cintas de tracção.

Fonte: [http://www.schindler.pt/por.3100.pt.04.06\\_1.pdf](http://www.schindler.pt/por.3100.pt.04.06_1.pdf)

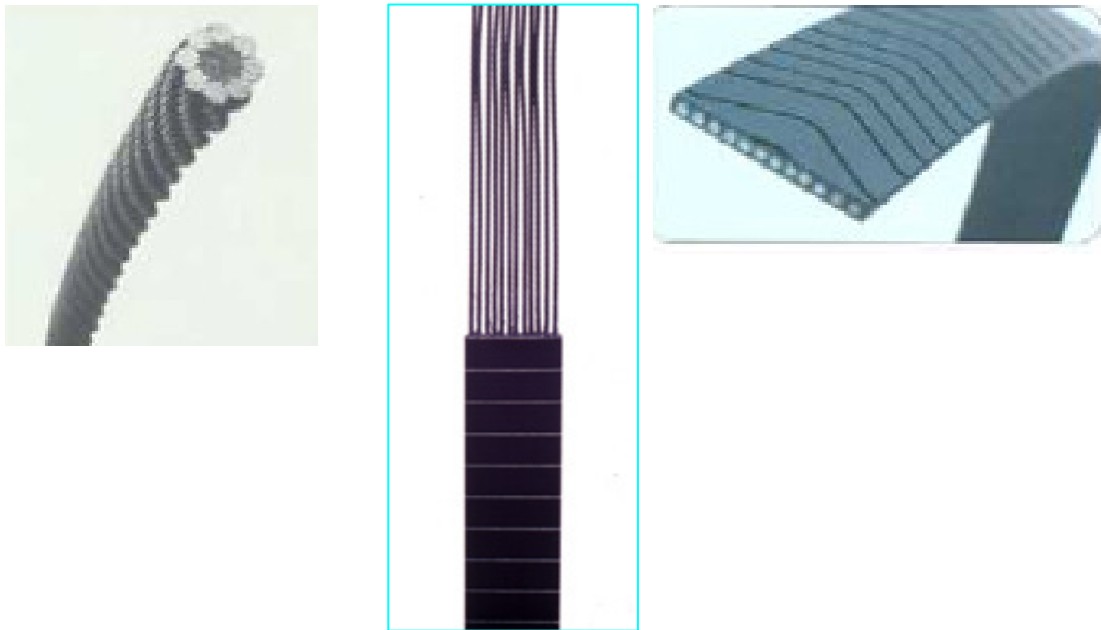
## Detalhe do sistema da OTIS

Fonte: <https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/7387/3/VERDE.doc>

A base tecnológica deste novo ascensor fundamenta-se na substituição dos tradicionais cabos de aço (normalmente, de núcleo têxtil) por umas cintas de poliuretano reforçadas com cabos de aço de alta resistência, que na OTIS são denominadas por CSB (*Coated Steel Belts*).

Estas cintas têm as seguintes características:

- No interior das cintas existem 12 cabos de aço de elevada resistência, para que a quantidade de aço seja maior que nos cabos de aço tradicionais utilizados na mesma aplicação.



A espessura destas cintas de aço é muito menor que o diâmetro de um cabo de aço, o que lhe atribui uma maior flexibilidade que a dos cabos tradicionais. Isto é o que permite a utilização de roda de accionamento de diâmetro muito menor do que as que se vinham a utilizar até este momento.

O diâmetro mínimo da roda de accionamento que permite o uso de um cabo tradicional de 10mm é de 400mm, face aos 66mm das roda de accionamento que se poderiam utilizar com as cintas de aço reforçadas. A vantagem fundamental da utilização da tecnologia de cintas CSB é que permite reduzir o tamanho das roda de accionamento comparativamente aos cabos de aço e, por isso, reduz-se a força de motor e travão necessária para fazer mover ou parar o ascensor.

Esta menor necessidade de força motriz e travagem é o que possibilita reduzir drasticamente o tamanho das máquinas e eliminar a necessidade de ter uma engrenagem redutora nas mesmas.

**Máquina tradicional**      **Máquina Gearless CSB**  
**(com engrenagem redutora)** **(sem engrenagem redutora)**  
**Tracção por cabo de aço**      **Tracção por cinta CSB**



Os ascensores sem casa das máquinas caracterizam-se, entre outras coisas, pela maquinaria que é montada em estruturas no interior da caixa. O primeiro impacto desta redução de tamanho e peso da maquinaria é, evidentemente, uma redução no tamanho e peso das estruturas que a suportam, já que os esforços de trabalho a que vai ser submetida vão ser menores. Isto implica uma **redução da matéria-prima a processar**. Além disso, esta redução nas cargas de trabalho facilita a eliminação de uniões soldadas e a sua substituição por outro tipo de uniões, como uniões rebitadas, encaixadas ou aparafusadas, o que leva à **eliminação de processos posteriores de pintura**.

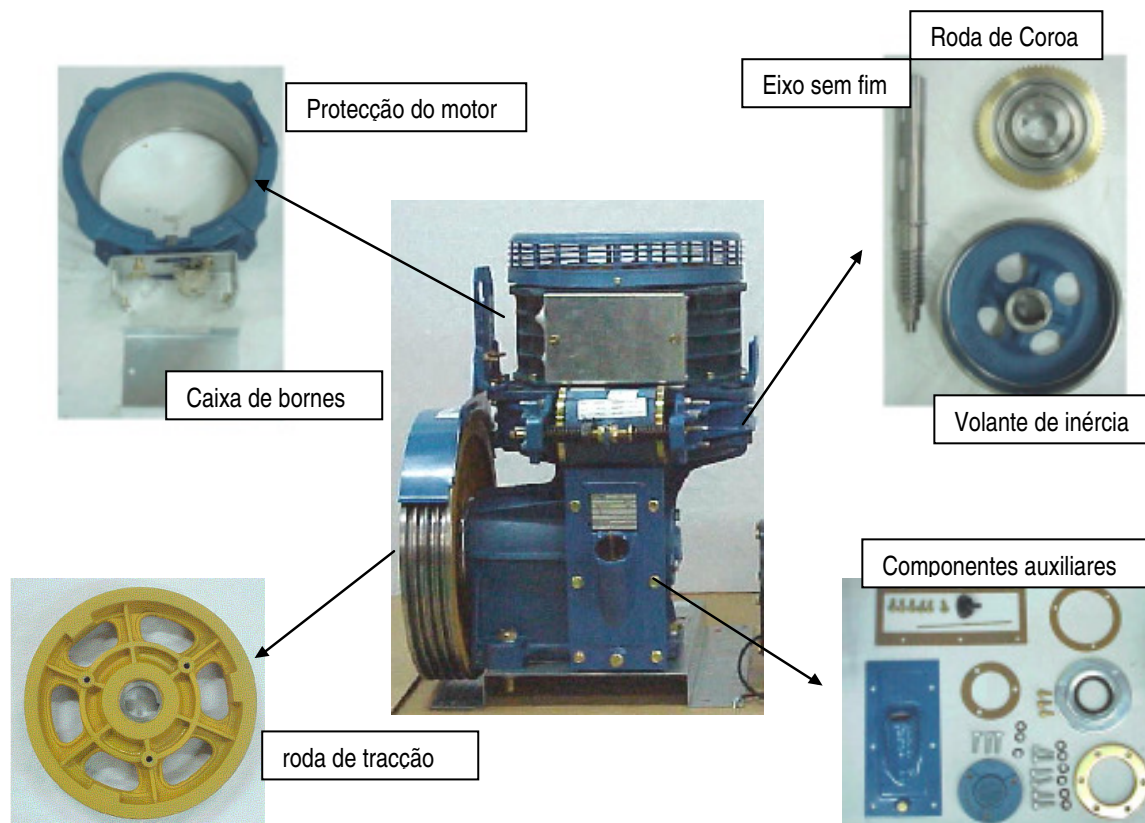
Como já foi mencionado, uma das grandes vantagens da tecnologia de cintas CSB é que a sua maior flexibilidade permite enrolá-las na roda de accionamento de diâmetro muito menor. Isto facilita a utilização de esquemas de suspensão 2:1. A suspensão 2:1 permite uma redução para metade da força necessária, o que permite uma redução do tamanho da máquina.

Com a suspensão 2:1 melhora-se a distribuição de cargas nas estruturas de forma a possibilitar uma maior optimização dos materiais.

Desta forma, se compararmos a configuração mais habitual no mercado peninsular que é um ascensor de capacidade para 6 pessoas, com velocidade de 1m/ s, com 6 paragens e 15m de curso, **reduz-se o peso de cada aparelho num total de 494 kg** face ao ascensor anterior que o GeN2 substitui usualmente.

Além desta redução de peso no novo design possibilita reduzir o número de peças soldadas, o que dá lugar a uma menor superfície a pintar e, conseqüentemente, **as emissões de VOC's diminuem 0,3 kg por ascensor.**

Como um breve resumo, na seguinte imagem podem ver-se os componentes da máquina que se deixam de utilizar e, por conseguinte, de fabricar:



Como consequência de tudo o que foi mencionado, a nova máquina para o sistema **GeN2 COMFORT** tem um peso total de 83 kg contra os 222 kg da máquina actual do sistema de ascensor sem casa das máquinas equivalente, o que suporta uma redução de peso de 139 kg, e por isso uma **forte redução no consumo de matérias primas e energia**, ou seja, recursos naturais.

O menor peso e volume dos componentes possibilitou uma **redução do peso das embalagens de cerca de 41 kg**, ainda que **sejam totalmente recicláveis**, têm um impacto importante sobre a sustentabilidade dos recursos naturais.

Além disso, como consequência do menor tamanho e peso produziu-se uma redução no volume das embalagens, que tem como efeito uma maior optimização do transporte, assim como um menor consumo de combustível.

Da mesma forma reduzem-se outros parâmetros que não são facilmente quantificáveis neste momento, como os relativos à Higiene Industrial, como por exemplo os ruídos, assim como a diminuição do transporte interno, gestão de resíduos, etc.

A redução de força que sustenta a aplicação de cintas CSB implica a possibilidade de eliminar o sistema redutor da máquina.

As aplicações equivalentes actuais utilizam uma máquina com uma engrenagem redutora com um sem fim e uma roda de coroa. O eixo sem fim está fabricado em aço e a roda de coroa em ligação de bronze fosforoso centrifugado sobre um núcleo de fundição que, por sua vez, está montado sobre outro eixo de aço.

O eixo da roda de coroa serve para suportar o peso da instalação e sobre ele une-se uma roda de accionamento de ligação cinzenta especial com alto conteúdo de Molibdénio.

Estes dois eixos montam-se sobre rolamentos no interior de uma carcaça de ligação que além disso aloja 3,5 litros de óleo lubrificante. Devido a esta função da carcaça como depósito de óleo para a lubrificação do redutor, a sua fabricação deve garantir a estabilidade do conjunto e deve acrescentar componentes como tampas, juntas, retentores, etc.

Na nova máquina elimina-se o redutor e só há um eixo que suporta o peso da instalação, que por sua vez integra a roda de accionamento. Somente nestes componentes mecânicos principais da máquina, sem ter em conta o motor, **reduzem-se 93,5 kg de peso bruto em matéria-prima**. Como consequência também se reduz a quantidade de outros materiais auxiliares necessários para a produção (fluidos de corte, óleos de lubrificação, etc.) assim como do consumo energético. Logo, **o óleo para a lubrificação da engrenagem já não é necessário**.

No processo de fabricação do redutor intervém uma série de máquinas ferramenta que não são necessárias para a fabricação da nova máquina do GeN2, que são aquelas associadas à fabricação da engrenagem (eixo sem fim e roda de coroa), a roda de accionamento motriz e do volante de inércia da máquina (que serve também como tambor de freio).

## Anexo 4 - Sistemas de Elevação Vertical para transporte de pessoas – SEVTP (Elevadores) - Componentes

Os componentes de um sistema de elevação vertical podem ser os seguintes:

### 4.1 Armário de manobra



No armário estão instalados os aparelhos eléctricos, electrónicos ou electromecânicos que formam a manobra e que servem para dirigir e controlar todos os movimentos da cabina, de acordo com os pedidos dos utilizadores e a localização do elevador.

O armário de manobra localiza-se normalmente próximo do grupo de força motriz, e costuma estar na casa de máquinas nos elevadores que têm casas de máquinas, ou na caixa ou adjacente à porta de patamar da última paragem nos elevadores sem casa de máquinas.

O armário de manobra liga-se através de fios condutores ao grupo tractor para transmitir ao motor as ordens de arranque e paragem. Também se liga aos elementos de sinalização, comando e segurança (lâmpadas, botões, interruptores de segurança, etc.), situados na caixa e nos patamares, e por último, aos elementos de sinalização, comando e segurança situados na cabina através do cabo flexível de manobra.

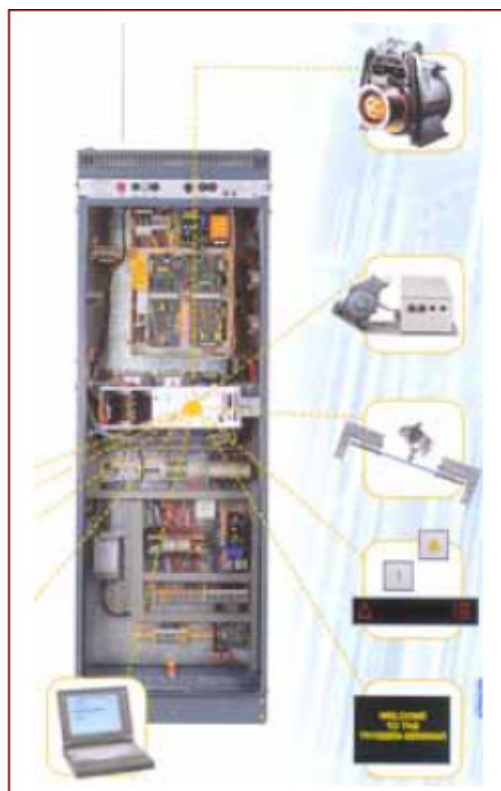
**Fig. - Armário de manobra**

As dimensões dos quadros dependem da complexidade do sistema de manobra. As actuais manobras com microprocessadores reduziram muito as suas dimensões, com a conseguinte poupança de espaço.

No armário de manobra podem-se instalar outros componentes além da manobra, como os variadores de frequência, o atendimento 24 Horas, ligações com sistema Monitoring, etc.

Os quadros devem ser formados por armários fechados de chapa e com as protecções adequadas no caso de estarem instalados em ambientes agressivos.

### 4.1.1 Tipos de sistema de controlo



Denomina-se por sistema de controlo ou manobra ao sistema que realiza as seguintes funções:

- ◆ Dá a ordem de marcha, aceleração, desaceleração e paragem da cabina ao sistema de accionamento.
- ◆ Comprova o cumprimento dos requisitos impostos pelo sistema de segurança, antes de colocar em marcha o elevador, e detém o mesmo através de uma paragem de emergência no caso de que durante a viagem surjam anomalias.
- ◆ Recolhe informação da posição do elevador na caixa (ou de vários elevadores se trabalham em bateria) para proceder à paragem no piso correspondente.

**Fig. - Quadro de manobra**

- ◆ Regista as chamadas dos utentes (de cabina ou patamar), e dos pisos a que correspondem as mesmas, para atende-las na sequência determinada pelo tipo de Manobra (universal, selectiva, etc.).
- ◆ Informa o utente (indicador de ocupado, indicador de registo de chamada, indicador de posição, etc.).

### Tipos de Manobras

TIPO	CÓDIGO	UTILIZAÇÃO
Universal	PB	Ascensores industriais. Edifícios de habitação económica até 7 paragens.
Universal dúplex	2C-PB	Edifícios de habitação económica até 10 paragens.
Selectiva á descida	1BC	Edifícios de habitação.
Selectiva á descida dúplex	2C-1BC	Edifícios de habitação.
Selectiva á subida e á descida	2BC	Edifícios comerciais (edifício público, hotéis, hospitais)
Selectiva á subida e á descida dúplex	2C-2BC	Edifícios comerciais (edifício público, hotéis, hospitais)
Programação continua múltiplex (THYSSOCONTROL MULTICAN)	TCM	Edifícios comerciais (edifício público, hotéis, hospitais)
Pré- selecção de destino	DSC	Edifícios públicos de uma só empresa

**Tabela - Tipos de manobras**

**Manobra universal (PB)** - É a manobra mais simples das aplicadas em elevadores. Regista e atende uma só chamada e não regista nenhuma outra até que a anterior tenha sido completada.

**Manobra universal Dúplex (2C-PB)** - É uma manobra universal para a operação de dois elevadores coordenados em bateria. Só regista e atende uma chamada por cada elevador simultaneamente. Em comparação com a instalação de duas manobras Universais individuais, com a 2C-PB obter-se a vantagem de que o utente não pode chamar as duas cabinas para que atendam uma mesma chamada de serviço.

**Manobra selectiva em descida (1BC)** - É a manobra mais adequada para os edifícios de habitação e, em geral para todos os edifícios com escasso tráfego entre pisos. Pode instalar-se com qualquer tipo de accionamento e de portas, normalmente está associada ao sistema de accionamento eléctrico de 2 velocidades e a portas automáticas. A manobra regista todas as chamadas efectuadas na cabina ou patamar, e indica ao utente que a sua chamada foi registada, acendendo o indicador associado ao botão que fez a chamada.

**Manobra selectiva à descida dúplex (2C-1BC)** - Esta manobra controla dois elevadores equipados com manobra selectiva à descida, somando às vantagens deste tipo de manobra, os benefícios da operação em bateria. É a manobra adequada para edifícios de habitação ou com escasso tráfego entre pisos, em que se instalem dois elevadores. Pode-se instalar com qualquer tipo de accionamento ou sistema de portas, normalmente está associada a accionamento eléctrico de duas velocidades e portas automáticas.

**Manobra Thyssencontrol Multican (TCM)** - A manobra de Elevador Thyssencontrol Multican (TCM) é um sistema de controlo de elevadores cujo funcionamento está baseado em microprocessadores, e está concebida para instalar-se em elevadores de pessoas e cargas em união com todos os sistemas de accionamento (cabos e hidráulicos). **Manobra de programação contínua múltiplex** A manobra TCM regula o funcionamento dos elevadores sob condições de tráfego variável (picos de subida, descida, tráfego equilibrado, etc.) pelo princípio de reassignação continua de chamadas (programação continua do comportamento da manobra). É a manobra adequada para grandes centros públicos (comércios, edifício público, hospitais, ministérios, etc.).

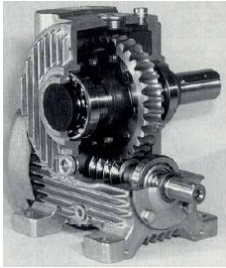
## **4.2 Conjunto máquina-motor para ascensores eléctricos**

Os conjuntos máquina-motor de aderência podem ser divididas em dois tipos: Máquina com redutor (geard) e máquina sem redutor (de acoplamento directo)

### **Máquina com redutor**

- Consistem num motor eléctrico acoplado a um redutor de velocidade que move a roda tractora através de um eixo. Os motores que se utilizam são trifásicos de corrente alterna.

- Era o sistema mais utilizado para velocidades de 1 m/s, se bem que com estas máquinas se pode chegar até velocidades de 2,5 m/s, dependendo do curso e da capacidade de carga da cabina.



- Utilizam um volante de inércia para suavizar arranques e paragens. Existem três modelos de máquinas com redutor:
  - De 1 velocidade
  - De 2 velocidades
  - Com gerador de impulsos (encoder)

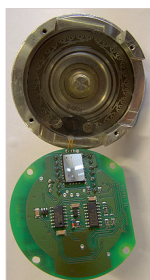
### **Máquina com redutor, com motor de 1 velocidade**

Possui um simples motor trifásico de corrente alterna do tipo 'gaiola de esquilo' e alto binário de arranque (2,2 vezes o binário nominal como mínimo). O motor liga-se directamente à rede no momento do arranque e desliga-se na paragem. Este sistema chega a velocidades de 0,63 m/s e garante uma nivelção de  $\pm 5$  cm, para qualquer carga. Devido às paragens bruscas, esta máquina está praticamente em desuso.

### **Máquina com redutor, com motor de 2 velocidades**

O motor tem dois enrolamentos independentes no estator, um para a alta velocidade e outro para velocidade lenta. O arranque do elevador faz-se em velocidade rápida (normalmente 1 m/s) e ao aproximar-se do ponto de paragem desliga-se o enrolamento de velocidade rápida liga-se o de velocidade lenta (0,25 m/s) até à paragem. O binário de arranque do enrolamento de grande velocidade oscila entre 2,2 e 2,5 vezes o binário nominal. O binário de paragem da pequena velocidade é de 2,1 vezes o binário de arranque. A nivelção, para uma velocidade de nivelção de 0,25 m/s, pode estimar-se em  $\pm 2$  cm. para todas as cargas. Devido à sua boa relação velocidade - nivelção / preço é o sistema utilizado em edifícios de habitação de tipo médio e em elevadores industriais.

### **Máquina com gerador de impulsos (encoder)**



O encoder rotativo, também designado, encoder de eixo, é um equipamento electrónico adaptado neste caso a um conjunto máquina-motor, que converte uma posição angular do veio do motor num código analógico ou digital, obtendo-se assim um gerador de impulsos angular. [44]

São utilizados para determinar as rotações precisas do motor, enviando-se a informação para o sistema de variação de frequência que controla o conjunto máquina-motor.

**Fig. Encoder**

## Máquinas sem redutor (de acoplamento directo) - gearless



- São constituídas por um motor eléctrico com a roda motriz acoplada directamente ao seu eixo. É o único sistema utilizado para velocidades superiores a 2,5 m/s, ainda que a sua utilização está a estender-se cada vez mais para velocidades a partir de 1,00 m/s.

A precisão de nivelção é de  $\pm 5$  mm, e é o sistema com melhor suavidade de aceleração e desaceleração.

Dependendo das prestações exigidas às máquinas, existem duas variantes:

- **Rotor Interno:** Para um amplo leque de velocidades, cargas e cursos
- **Rotor externo:** Para cargas a partir de 1.350 kg, velocidades até 8,50 m/s, e grandes cursos.

Às máquinas de acoplamento directo, normalmente, têm associados outros componentes electrónicos para regular a velocidade do elevador, para que no arranque se alcance a velocidade nominal progressivamente, e na paragem, a redução da velocidade seja também progressiva. Com que se evitam acelerações elevadas e solavancos que incidiam negativamente no conforto da viagem e na nivelção de paragem.

Existem vários sistemas de regulação de velocidade segundo se incida sobre a tensão ou sobre a frequência aplicada.

- **Tensão variável** com grupo Ward-Leonard, ou convertidor de estado sólido, para motor de corrente continua. Este sistema já não se utiliza pois está obsoleto.
- **Tensão e Frequência variável:** Controla a tensão, a polaridade e a frequência da corrente alterna trifásica de alimentação do motor.

### 4.3 Central hidráulica para ascensores hidráulicos

São formados por uma electrobomba que injecta até ao êmbolo o óleo contido num depósito através de um bloco de electro-válvulas que regulam a aceleração, velocidade, desaceleração e paragem do êmbolo e portanto da cabina.



Todos os grupos hidráulicos operam sobre o mesmo princípio e diferem em potência e maior ou menor sofisticação do equipamento de electro-válvulas. O seu funcionamento é silencioso pois a bomba e o motor encontram-se submersos em óleo. O seu sistema de paragem através do equipamento de válvulas permite a

paragem perfeita.

No caso de avaria ou falta de energia, a cabina desce ao nível inferior, evitando a necessidade de ajuda exterior para abandoná-la. Têm o inconveniente de necessitar de 3 a 5 vezes mais potência que o elevador eléctrico de aderência para a mesma carga e velocidade.

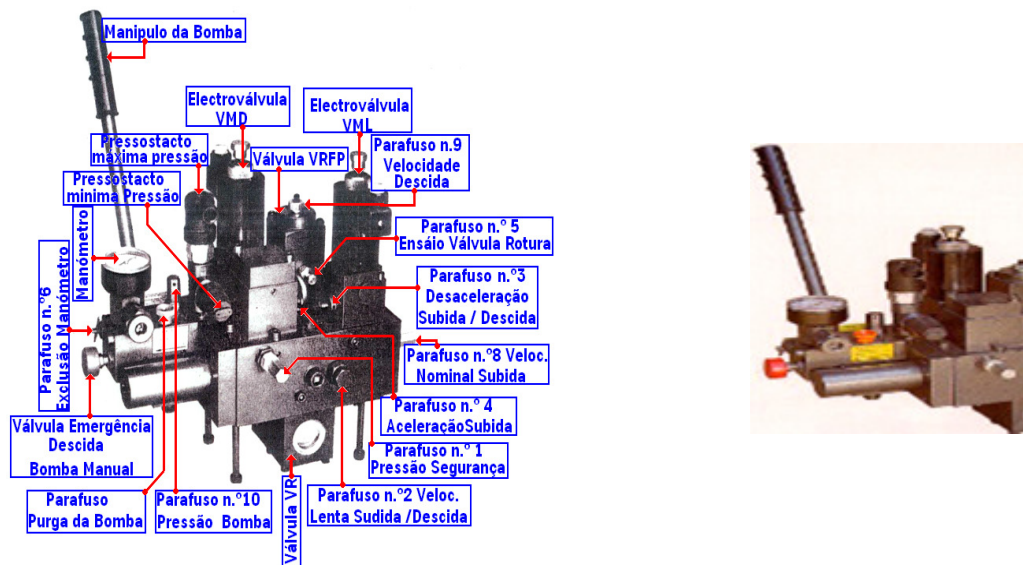


Fig. Bloco de válvula de Central Hidráulica do fabricante GMV

#### 4.4 Dispositivos de segurança – limitador de velocidade

Previne os danos que podem ocorrer por rotura dos cabos de accionamento ou o excesso de velocidade da cabina em sentido descendente e complementarmente em sentido ascendente. Consiste num anel fechado, formado pelo limitador de velocidade, a roda tensora e o pára-quedas.

O conjunto gira à mesma velocidade que a cabina. Quando a velocidade ultrapassa um valor predeterminado, produz uma rotação mais rápida do limitador de velocidade, que se bloqueia e acciona as mordanças do pára-quedas. Estas mordanças pressionam as guias e fazem com que a cabina pare.

##### Limitador de velocidade



Está localizado na casa de máquinas ou na parte superior da caixa (caso não exista casa de máquinas ou seja um Elevador hidráulico).

Existem dois tipos principais de limitadores de velocidade em função da forma como se produz o bloqueio da roda.

- **De cunha oscilante:** O bloqueio dá-se por acção de uma cunha que oscila com uma amplitude determinada ao receber impactos durante a rotação da roda. Ao

umentar a velocidade, a cunha engancha-se num ressalto da roda e bloqueia-a, accionando ainda um contacto eléctrico.

- **Centrífugo:** Actua ao separar-se dos contrapesos por acção da força centrífuga. Esta separação dispara uma cunha que bloqueia a roda, actuando o contacto eléctrico.

**Roda Tensora** - Está situada no poço e permite a passagem de um cabo de aço no gorne da roda. Este cabo de aço está amarrado a dois pontos da cabina (superior e inferior) – um desses pontos é a balança de grifos.



**Fig. Roda Tensora**

A roda tensora serve para manter a tensão no cabo de aço. A rotura do cabo ou o alongamento do mesmo, faz com que a barra que suporta o peso ou a mola que lhe transmite tensão, faça actuar um contacto eléctrico e abra uma das serie de segurança, não permitindo o funcionamento do elevador até intervenção da equipa de manutenção.

**Pára-quedas** - Está localizado por baixo da arcada de cabina e deve actuar em caso de excesso de velocidade tanto em subida como em descida.

Nos elevadores instalados antes da Directiva Elevadores, os blocos de sistema de pára-quedas apenas actuavam em descida. A existência de velocidade excessiva em movimento de subida, faz actuar o contacto eléctrico do limitador de velocidade, abrindo uma serie de segurança, provocando a paragem do equipamento.



Com a implementação da directiva, os novos blocos também passaram a actuar quando o equipamento se encontra em movimento no sentido ascendente.

O tipo de pára-quedas está regulamentado para conseguir que sua actuação não provoque danos ás pessoas que viajam na cabina e assim existem pára-quedas instantâneos e progressivos.

### **Amortecedores**

Servem para absorver a energia cinética da cabina ou do contrapeso, evitando danos aos passageiros, no caso da cabina do elevador ultrapassar o curso normal, não parar no fim de curso e apenas travar no fundo do poço.

Existem amortecedores de cabina e de contrapeso, normalmente estão situados no poço. Em alguns modelos de elevadores, o amortecedor de contrapeso está incorporado no próprio contrapeso.

Com o fim de proteger os passageiros no caso de colisão do elevador com o amortecedor, este deve estar desenhado de modo que não se produzam desacelerações superiores a 2,5 g, durante mais de 1/25 de segundo, e em nenhum caso a desaceleração média deve superar ao valor da gravidade.



**Fig. – Tipos de Amortecedores de poço**

Os amortecedores podem ser de mola, hidráulicos ou de borracha respectivamente, sendo a sua aplicação em função da velocidade nominal do Elevador e do curso.

## 4.5 Portas de Elevadores

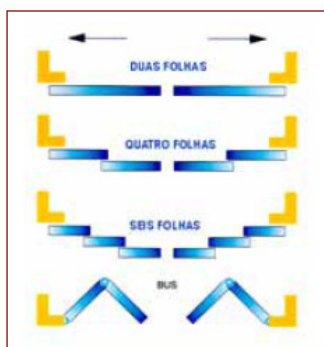
### Portas automáticas de patamar e de Cabina



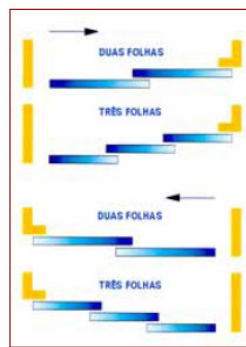
Segundo a Directiva Elevadores, de acordo com a norma EN81.1 [45] e por motivo de segurança, todos os elevadores de novas instalações devem possuir duas portas: Uma na cabina e outra no patamar. Não obstante, ainda existem edifícios antigos com portas unicamente no patamar (cheias – semi-automáticas e não cheias – tipo lagarto).

**Fig. Porta automática de patamar**

### Abertura e número de folhas



*Abertura Central*



*Abertura lateral*

As portas podem ser de abertura central ou de abertura lateral, e estas, de abertura lateral direita ou esquerda, conforme abram para um ou outro lado olhando desde o patamar.

Conforme o número de folhas que formam as portas, estas podem ser de duas e três folhas de abertura lateral, e de duas, quatro e seis

folhas de abertura central.

A escolha da abertura e do número de folhas depende das dimensões das portas (vão da porta) e da caixa (espaço disponível na frente da caixa).

Quanto mais folhas têm, menor é a largura da caixa requerida, já que ao abrir ocupam menos espaço. Por outro lado, as de abertura lateral requerem menos caixa que as de abertura central.

### **Materiais das portas.**

As portas, tanto de patamar como de cabina podem ser metálicas, de vidro ou acristaladas (com um aro metálico onde está aplicado o vidro).

Independentemente do tipo, todas as portas devem ser de alma cheia, e resistir em qualquer ponto, sem deformação permanente, a uma força horizontal de 30 kg. as dimensões mínimas livres permitidas são de 2,0 m. de altura e 0,6 m. de largura. As portas de patamar podem ser classificadas pela capacidade de resistir ao contacto como o fogo, durante um determinado período de tempo – normalmente designado por pára-chamas (mínimo - Pc30), classificação mais usual, ou sem classificação sempre e quando o arquitecto certifique que a caixa do elevador não participa na propagação de incêndios.

### **Accionamento de portas de cabina**



As portas são de diferentes tipos segundo as necessidades do tráfego e do edifício, têm um papel importante para manter um tráfego fluido e sobretudo, para conseguir a máxima segurança dos utentes.

A abertura e o fecho das portas realizam-se através de um dispositivo chamado operador de portas, que está colocado nas portas de cabina.

**Fig. Porta de cabina – constituída por operador da porta e folhas da porta**

É constituído por um motor e um sistema de transmissão de movimento às portas, formado por cabos de aço ou correias em anel fechado e algumas rodas.

As portas de patamar não têm operador. Movem-se ao accionar as portas de cabina, que arrastam as de patamar com o seu movimento através de um mecanismo.

Os motores do operador podem funcionar com corrente alterna ou com corrente continua através de um variador de frequência.

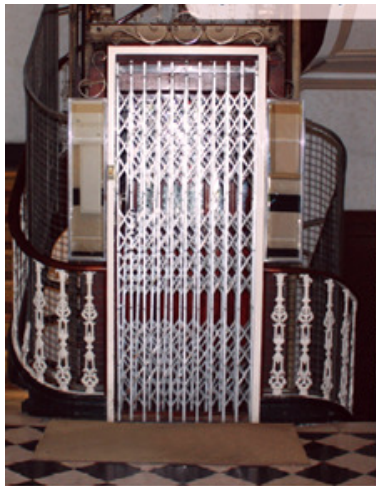
### **Portas de batente (manuais ou semi-automáticas)**



As portas de batente pivotam sobre 2 ou mais dobradiças situadas num aro e podem ser manuais (abertura e fecho manual) ou semi-automáticas (abertura manual e fecho automático).

As portas de batente semi-automáticas foram tipo mais utilizado até ao momento nos elevadores de edifícios de habitação.

### **Portas de lagarto de patamar e de Cabina (manual)**



Este tipo de portas tem prumos, suportados superiormente por rolamentos e inferiormente por guias que correm numa calha. Os prumos são interligados por varetas.

Não é autorizado a sal instalação desde o decreto-lei 513/70 [4], mas continuam em funcionamento, sujeitas a reparações e alterações como adaptação de fechaduras regulamentares.

**Fig. Porta de Lagarto**

### **Portas de laminas (manuais e automáticas)**



Este tipo de portas tem muitos modelos para adaptar-se ás diferentes instalações, mas na base todos os modelos constam de 1 ou mais folhas que se movem lateralmente através de rodas sobre uma guia situada no lintel e são guiadas na parte inferior por uma ranhura situada na soleira.

**Fig. - Porta de laminas**

## Portas de guilhotina (Manuais e automáticas)



Utilizam-se para elevadores mini-cargas, como monta-pratos, monta-livros, etc. Em elevadores industriais que necessitam de entradas de grandes vão.

Neste caso o tipo de portas mais conveniente é o de guilhotina pela sua segurança de funcionamento e sem os problemas de dimensões de caixa que apresentam as de lâminas.

**Fig. Porta Guilhotina**

## 4.6 Fechaduras das portas de patamar



**Fig. - Fechaduras para portas semi-automáticas e fechadura para porta automática**

Todos os tipos de portas de patamar devem possuir uma fechadura que impeça a sua abertura, a menos que a cabina se encontre na zona de abertura e esteja parada na zona de paragem.

As portas devem estar providas de contactos eléctricos, um que impeça o funcionamento do elevador caso exista alguma porta de acesso aberta, e outro que também impeça o seu funcionamento enquanto os elementos macho e fêmea da fechadura não estejam encaixados.



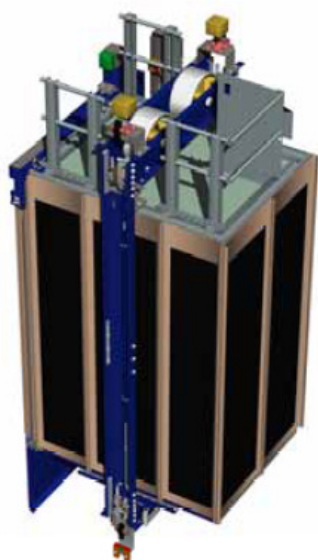
**Fig. Cortina de Luz 2D**

No caso das portas automáticas, para evitar que estas embatam nos utentes quando se fecham, existem diversos dispositivos, como células foto-eléctricas ou cortinas de luz que impedem o fecho caso se interrompa o raio de luz. Também existe o bordo sensitivo instalado no operador da porta automática da cabina, que faz com que a porta se abra ao encontrar um obstáculo ao fechar-se.

## 4.7 Cabina

A cabina é o habitáculo em que viajam os utentes. É um conjunto fechado formado pelas paredes, o chão, o tecto e as portas de cabina.

O Decreto-lei 513/70 [4] veio permitir que fossem posta ao serviço cabinas sem porta – sendo instalado um componente de segurança – soleira móvel, que imediatamente parava a marcha do elevador se fosse actuada. Legislação subsequente veio impedir este tipo de instalação, obrigando à instalação de porta cheia na cabina. A excepção apenas é permitida em equipamentos instalados de acordo com a directiva máquinas, em que se enquadram por exemplo equipamentos com plataforma cabinada que permite o transporte de pessoas de mobilidade reduzida, com botões de chamada na cabina actuados por pressão permanente. [23]



**Fig. Cabina - vista exterior**

Existem dos tipos genéricos de cabinas: Opacas ou Panorâmicas. As cabinas opacas são normalmente de secção rectangular, enquanto que as panorâmicas podem adoptar uma grande variedade de formas: circulares, poligonais, rectangulares, etc.

As paredes das cabinas podem ser de diversos materiais, como o aço inoxidável, a termolaminado, a fórmica, a chapa de acero pintada, o vidro, etc.

As cabinas podem ter uma ou duas entradas. Neste último caso, fala-se de acessos a 180° ou a 90°, segundo a orientação relativa entre as duas entradas.

As dimensões e a superfície das cabinas estão normalizadas em função da capacidade, indicada na tabela apresentada na norma NP EN 81. [20]

Todas as cabinas devem ter iluminação de pelo menos 50 lux ao nível do chão e do painel de comando. Além, disso devem possuir uma fonte de iluminação de emergência, que no caso de falha da corrente eléctrica, seja capaz de alimentar uma lâmpada de 1 W durante uma hora.

Por necessidade de manutenção do elevador, o tecto da cabina deve suportar o peso de duas pessoas.

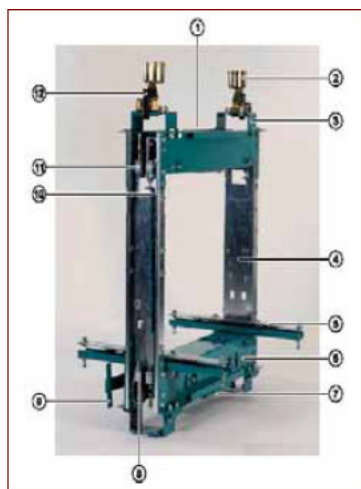
A cabina deve possuir um painel de comando (botoneira de cabina), com botões, indicador de posição e a informação de sobrecarga e capacidade que exige a norma.

Deve estar instalado um sistema de alarme, perfeitamente audível e que deve poder funcionar durante pelo menos uma hora em caso de falta de corrente eléctrica.

Deve ter instalado um sistema que permita a comunicação bidireccional entre a cabina e a casa das máquinas e entre a cabina e uma central de atendimento permanente. Destina-se a permitir o accionamento do serviço de resgate em caso de avaria. Esta segurança é obrigatória para todos os elevadores instalados no âmbito da Directiva Elevadores.

## 4.8 Arcada de cabina

A arcada é a estrutura que fixa a cabina.



A arcada é puxada pelos cabos de suspensão, que no caso de elevadores eléctricos são accionados por um conjunto máquina-motor e no caso dos elevadores hidráulicos são accionados pelo êmbolo.

Está formada por perfis laminados ou por chapa de aço quinada e desloca-se verticalmente pelas guias através de rodadeiras ou roçadeiras. Na arcada da cabina monta-se o pára-quadras e pára-subidas.

### Partes de uma arcada centrada

1. Viga Superior; 2. Copo de Lubrificação; 3. Placa de suporte; 4. Vigas laterais; 5. Fixações de cabina; 6. Viga inferior; 7. Placa de Impacto de amortecedor; 8. Pára-quadras progressivo; 9. Fixação do cabo do limitador de velocidade; 10. Ligação pára-quadras - pára-subidas; 11. Pára-subidas; 12. Rodadeiras o roçadeiras

**Arcada lateral** - Utiliza-se nos elevadores hidráulicos de ataque lateral. Também se utiliza nalguns modelos de elevadores sem casa de máquinas.

### Roçadeiras ou Rodadeiras



Fig. – Roçadeira e Rodadeira

Colocam-se nas arcadas de cabina e contrapeso e deslizam sobre as guias. Servem para diminuir o atrito e o ruído produzido entre as arcadas e as guias.

As rodadeiras são aplicadas em elevadores de alta velocidade e em unidades de accionamento hidráulico

## 4.9 Contrapeso

**Contrapeso** - Utiliza-se nos elevadores eléctricos para compensar a carga da cabina e facilitar os movimentos da mesma. O contrapeso reduz praticamente para metade a potência da máquina requerida para o deslocamento do elevador.



O contrapeso costuma ser formado por um chassis ou arcada onde se colocam os pesos, que podem ser de betão, betão misturado com limalha de ferro ou de ferro fundido.

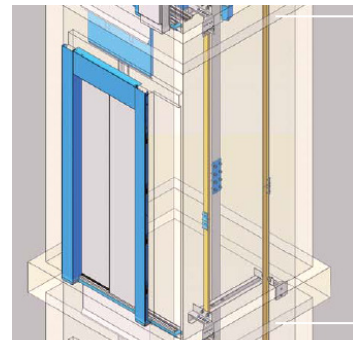
O contrapeso deve pesar o mesmo que o conjunto cabina - arcada mais 50% da carga nominal do elevador.

**Fig. - Contrapeso**

## 4.10 Guias

São os elementos que dirigem o curso do elevador e do contrapeso na sua trajectória pela caixa. Utilizam-se perfis laminados em forma de T.

As guias fixam-se às paredes ou estrutura da caixa através de fixações. Estas e a sua fixação ao edifício devem calcular-se para suportar os esforços de flexão e de torção originados

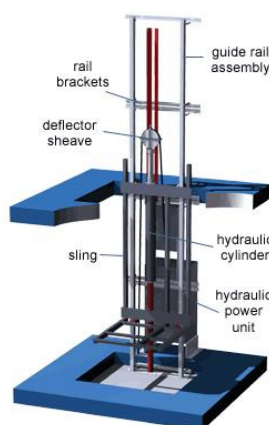


**Fig. Guias tipo T**

pelo movimento da cabina e contrapeso e pela acção do pára-quedas no caso deste actuar.

Em algumas versões de elevadores sem casa de máquinas, a máquina, o pára-quedas e os cabos estão fixos às guias, pelo que estas devem ainda suportar o peso destes elementos.

## 4.11 Êmbolo/Cilindro – para elevadores hidráulicos



É um actuador linear, ao qual se recorre para conseguir esforços ou movimentos lineares, que no caso do elevador é feito no sentido ascendente.

Tem uma camisa com orifícios para entrada e saída de fluxo operante, dentro da qual se desloca o êmbolo.

Na zona inferior tem num acoplamento a uma tubagem hidráulica, que sua vez está interligada à central hidráulica. Por essa tubagem circula o óleo hidráulico que vai actuar o êmbolo.

**Fig. Vista Geral de piston - embolo**

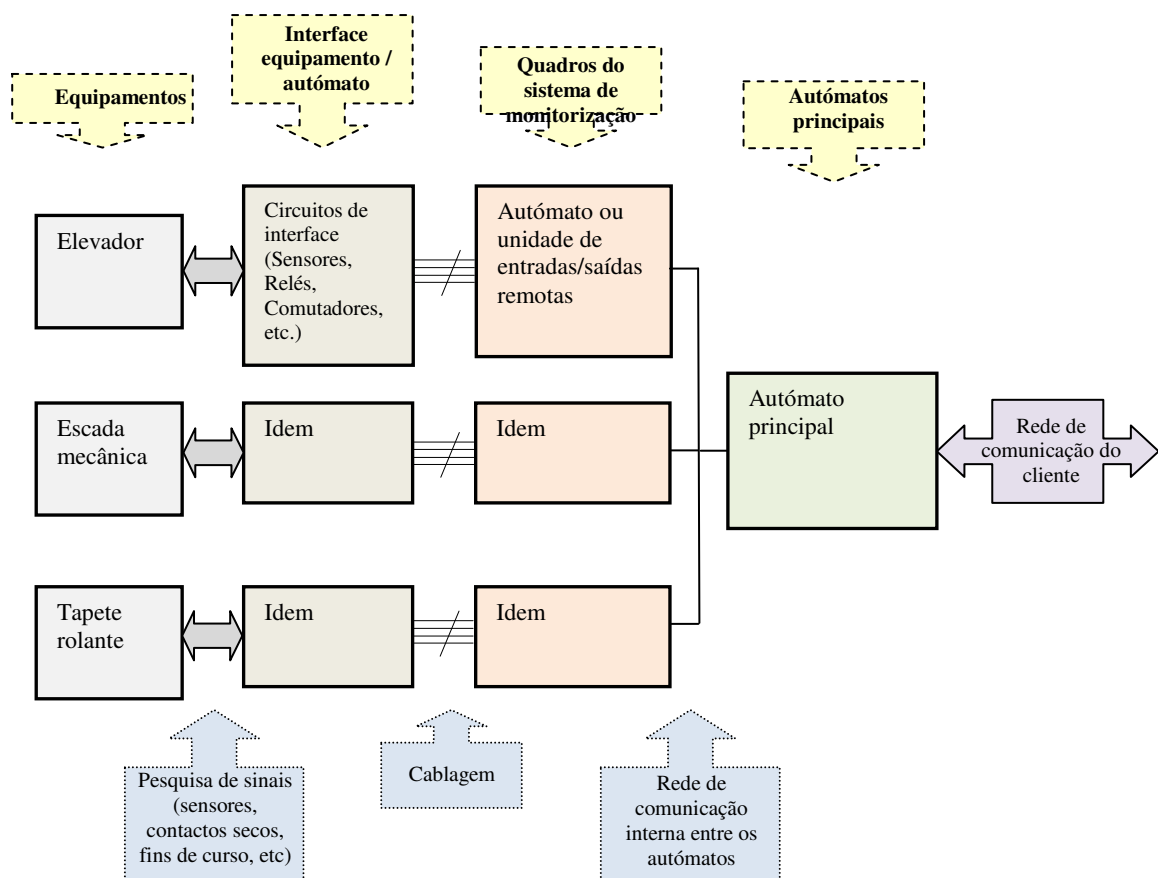
## Anexo 5 – Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica de Ascensores

Os presentes dados foram obtidos de uma proposta comercial da empresa Liftech, Tecnologia para Elevadores, Lda. [www.liftech.pt](http://www.liftech.pt)

“A implementação deste tipo de sistemas externos permite, entre outros:

- Dispor de dados estatísticos relativos aos equipamentos no que respeita à sua disponibilidade, oferta produzida, necessidades de manutenção, etc.
- Dispor de indicadores de controlo relativos ao desempenho das empresas de manutenção dos equipamentos, como por exemplo, regularidade das intervenções, tempo para acudir a situações de avaria, etc.
- Ter a possibilidade de efectuar alguns comandos remotos, nomeadamente para colocar os equipamentos fora de serviço em função do período de utilização.

O diagrama seguinte apresenta a constituição básica deste tipo de sistemas.



## Equipamentos

Designam-se genericamente por equipamentos os elevadores, escadas mecânicas e passadeiras rolantes, existentes nas estações. Podem estar consideravelmente afastados uns dos outros, podendo essa distância atingir, em alguns casos, centenas de metros.

## Interface equipamentos/autómato

A obtenção dos sinais dos equipamentos para o Sistema de Monitorização e Supervisão Técnica é, talvez, o ponto mais importante neste sistema.

Terá sempre de existir um completo isolamento entre o sistema de monitorização e os equipamentos, de forma a nunca poderem ser levantadas dúvidas pelos fabricantes acerca de eventuais interferências daquele sobre estes, nem questões ligadas à própria certificação dos mesmos.

Por isso a obtenção dos sinais é feita através de sensores magnéticos (por exemplo para detecção de porta aberta, elevador fora do piso, etc.), fins de curso, colocação de contactos extra em botoneiras e contactores, detectores de tensão e de temperatura, etc.

O transporte de sinais entre a cabina e a “casa de máquinas” é feito com recurso a um cabo autónomo face ao cabo de manobra existente.

Todos os componentes do sistema de supervisão estarão claramente identificados como fazendo parte do mesmo e como não pertencendo ao equipamento original.

O objectivo é não existir qualquer confusão na leitura dos esquemas eléctricos, mantendo-se intacto o esquema eléctrico original do equipamento e criando um novo respeitante unicamente à interface do sistema de supervisão.

Na tabela seguinte, listam-se as informações obtidas a partir dos equipamentos (que correspondem a entradas no autómato):

Informação Nº	Informação	Aplicação			Forma de obter a informação
		Elevadores	Escadas tapetes rolantes	c	
1	Equipamento em serviço (ligado, sem avaria).	x	x		Aplicação de relé em local a definir.
2	Equipamento em	x	x		Aplicação de relé em paralelo

	funcionamento (em movimento).			com o contactor KM (ou utilização de contacto auxiliar do KM).
3	Equipamento em avaria.	x	x	Aplicação de relé.
4	Chamada de emergência activa (chamada de voz em curso).	x		Aplicação de relé no telefone bidireccional (elevadores).
5	Equipamento em manutenção preventiva.	x	x	Comutador de chave com 3 posição (neutro / manutenção preventiva / manutenção correctiva).
6	Equipamento em manutenção correctiva.	x	x	Comutador de chave com 3 posição (neutro / manutenção preventiva / manutenção correctiva).
7	Alarme de passageiro preso em ascensor bloqueado.	x		Sensor magnético para detecção de elevador fora da zona de portas + informação de elevador parado (inf. 2) + chamada de emergência activa (inf. 4) .
8	Sinalização de avaria no sistema de alarmes do equipamento.	x	x	Aplicação de relé.
9	Detecção de falha de iluminação no interior da cabina.	x		Aplicação de sensor + informação de equipamento em funcionamento (inf. 2).
10	Monitorização do estado da luz da luz de emergência e respectiva bateria.	x		Sensor da tensão da bateria (saída por contacto livre de tensão).
11	Porta aberta durante 50 segundos (tempo programável).	x		Sensor magnético para detecção de porta aberta.
12	Pressão do botão de emergência durante mais de 3 segundos (tempo programável).	x		Aplicação de relé ou de contacto auxiliar.
13	Detecção de falha de tensão de alimentação no controlador do equipamento.	x	x	Aplicação de relé de detecção de falta e inversão de fases.
14	Detecção de falha de tensão de alimentação do sistema.	x	x	Aplicação de relé.
15	Detecção de falha no relé de segurança (sempre que o equipamento instalado o permita).	x	x	Aplicação de relé.
16	Monitorização do estado do travão.	x	x	Aplicação de relé ou contacto auxiliar no contactor.
17	Monitorização da temperatura da casa das	x		Aplicação de sensor de temperatura, com saída por contactos secos, para

	máquinas.			informação de temperatura dentro dos limites (>12 °C e <40 °C).
18	Possibilidade de supervisionar a actividade do ascensor online.	x		Utilização da inf. 2.
19	Contabilização do nº de travagens efectuadas.	x	x	Utilização da inf. 16.
20	Distância cumulativa percorrida pelo motor de accionamento.	x	x	Estimativa da mesma baseada na velocidade (parametrizável no autómato) e do tempo de manobra (obtido através da inf. 2).

Os comandos a serem transmitidos aos equipamentos pelo sistema de monitorização e supervisão, podem ser os seguintes:

- Colocação do equipamento em serviço / fora de serviço.

Existe um sinalizador luminoso, colocado junto ao equipamento, informativo de que o equipamento foi colocado fora de serviço por acção do sistema de supervisão. Este comando pode ser anulado por acção de um comutador de chave localizado no mesmo local.

A colocação do elevador fora de serviço pode apenas ocorrer depois de o elevador chegar ao piso e de abrir portas.

Também junto aos equipamentos pode ser colocado um comutador de chave com 3 posições, destinado exclusivamente ao pessoal da manutenção, com a finalidade de informar que o equipamento se encontra em manutenção preventiva ou em manutenção correctiva. A colocação do comutador numa destas situações, activará um sinalizador luminoso e acústico, que informará que o equipamento se encontra em manutenção.

#### Quadros do sistema de monitorização

São quadros com as dimensões mínimas necessárias para alojar os componentes do sistema de monitorização e supervisão, e que serão colocados nos locais adequados, junto aos quadros eléctricos dos equipamentos, ou noutros locais nas proximidades.

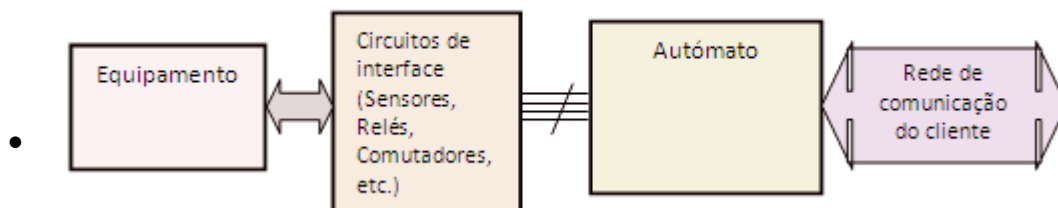
Alojarão os autómatos completos ou unicamente as unidades de entradas/saídas remotas de acordo com a situação específica e conforme com o mapa apresentado à frente. Incluirão uma fonte de alimentação ininterrupta de 24 Vcc e outros órgãos auxiliares e de protecção.

#### **Mapa da configuração dos PLC**

Podem ser considerados dois tipos de configurações base que a seguir se descrevem:

- 1 PLC para recolha dos sinais dos equipamentos e interface com a rede

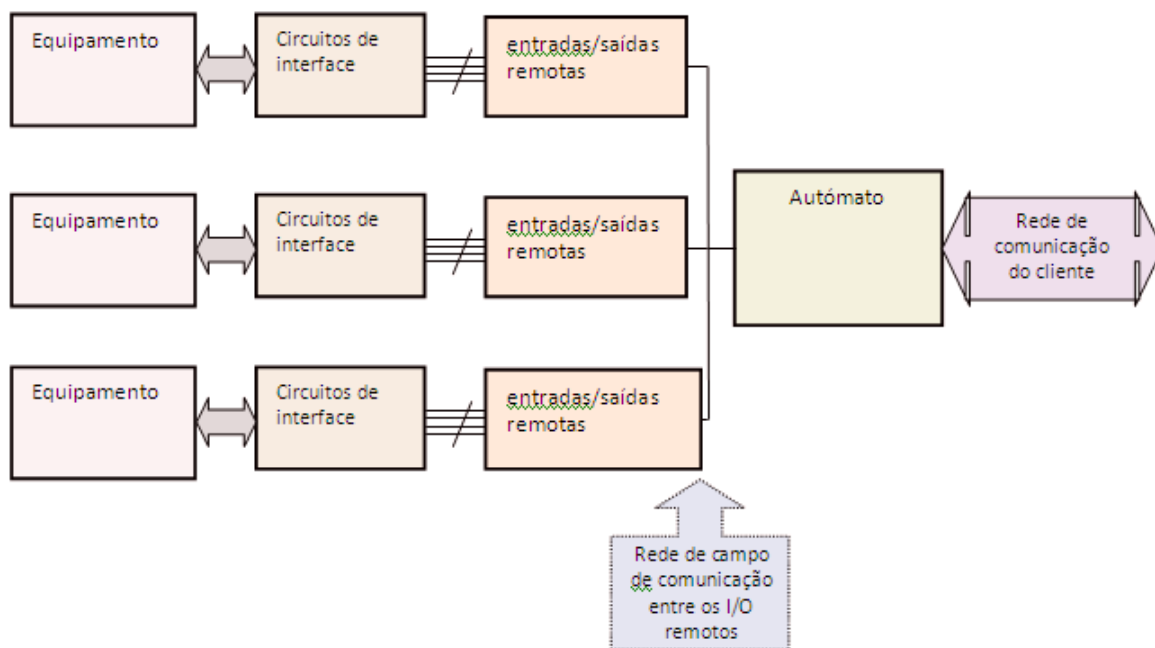
Nesta configuração o PLC faz directamente a recolha dos I/O dos elevadores, e possui ligação à rede do cliente em Modbus/TCP. Esta será a solução tipo para os edifícios de habitação e escritórios com apenas uma bateria de ascensores.



PLC para ligação rede de campo e interface com a rede Modbus/TCP e I/O remotos

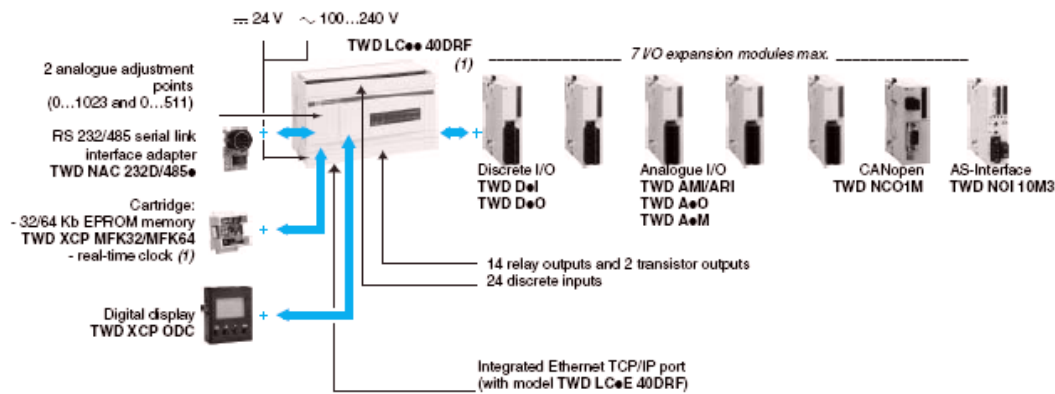
Nesta configuração existem espalhados pelo edifício do cliente diversos módulos de I/O remotos, a efectuar a recolha dos sinais dos equipamentos; estes módulos interligam-se entre si e com o autómato através de uma rede de campo.

O autómato concentra em si toda a informação e fará a ligação à rede do cliente em Modbus/TCP. Esta será a solução tipo para os edifícios de escritórios com as estações mais maiores, com equipamentos bastante dispersos.



”

## Exemplo de autómatos da Schneider

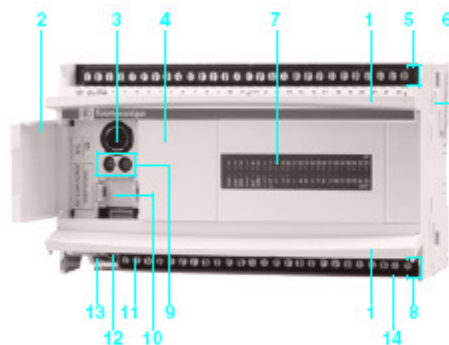


(1) Real-time clock function integrated base controllers TWD LC●● 40DRF.

### Description

Compact base controllers TWD LCAE / LCDE 40 DRF (with integrated Ethernet port)

Two TWD LCAE 40DRF and TWD LCDE 40DRF compact programmable base controllers with integrated Ethernet TCP/IP port comprise:



- 1 Two hinged connection terminal block covers for access to the terminals 5.
  - 2 A hinged access door.
  - 3 A mini-DIN type RS 485 serial port connector (allowing connection of the programming terminal).
  - 4 A slot (protected by a removable cover) for digital diagnostic/maintenance display module TWD XCP ODC.
  - 5 A screw terminal block for  $\approx$  24 V (1) supply to the sensors and for connection of the input sensors.
  - 6 A connector for I/O expansion module TWD D●●, TWD A●● and communication module TWD NOI10M3/NCO1M (maximum 7 modules).
  - 7 A display block showing:
    - the status of the base controller by means of 7 pilot lights (PWR, RUN, ERR, BAT, COM, LACT and L ST),
    - the status of the inputs and outputs (IN● and OUT●),
    - a user pilot light (STAT), to be controlled by the application programme according to user requirements.
  - 8 A screw terminal block for connection of the output preactuators.
  - 9 Two analogue adjustment points.
  - 10 An extension connector for the addition of a 2<sup>nd</sup> RS 232C/RS 485 serial port using adapter TWD NAC ●●●.
  - 11 A screw terminal block for connection of the  $\sim$  100...240 V mains or  $\approx$  19.2...30 V supply.
- With access through the bottom of the controller:
- 12 A connector for 32/64 Kb memory card TWD XCP MFK32/MFK64.
  - 13 An RJ45 connector (accessed through the bottom of the controller) for connection to the Ethernet TCP/IP network.
  - 14 A slot to take the optional backup battery for the base controller's internal RAM.

Compact base controllers can be mounted as standard on a symmetrical "C" rail, mounting plate or panel (2 x 4.3  $\varnothing$  holes).

(1)  $\approx$  24 V sensor supply only with base controller TWD LCAE 40DRF (model with  $\sim$  100...240 V mains supply)

# Anexo 6 – CEMEP – Motor Efficiency Classes

Fonte: <http://www.cemep.org/index.php?id=21> – download a 04/07/10

## Previous motor efficiency classes

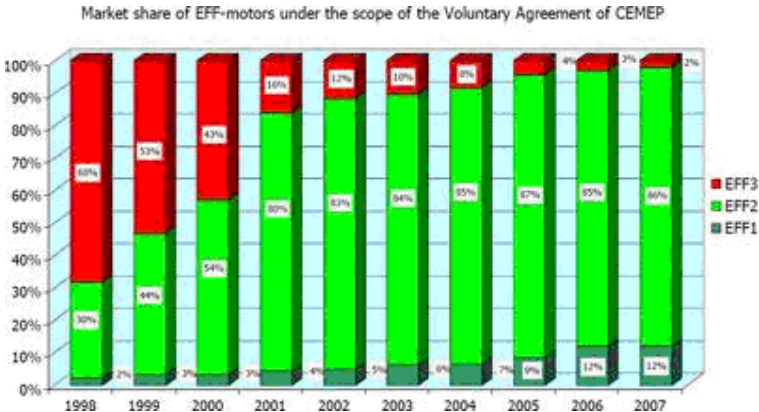
The Voluntary Agreement defined three efficiency classes (EFF1, EFF2 and EFF3) for low-voltage three-phase motors. It was launched in 1998 and quite successful. For this reason it was renewed in 2006 for another 3 years. The efficiency classification system has been introduced and well-proven in many countries all over the world. They unfortunately differ from each other in terms of scope, wording and values. That was the reason for the International Electro technical Commission IEC to develop and publish an energy efficiency standard which replaces all the different national issues. In parallel IEC developed and issued a new standard for the determination of motor efficiencies. The new standard IEC 60034-30 defines and harmonizes worldwide the efficiency classes IE1, IE2 and IE3 for low-voltage three-phase motors.

In the meantime the Voluntary Agreement has expired. The EFF-trademarks (EFF1, EFF2 and EFF3) are a registered trademark by Gimelec (French motors and drive association) on behalf of CEMEP. The European trademark was registered on 10/02/2000 under reference number 001500958. Each participant of the Voluntary Agreement (motor manufacturer) signed a licence agreement allowing them to use the EFF-trademark until 10th of February 2010. This means that after the termination date the use of the trademark is no longer permitted.

CEMEP has received many reports that numerous energy-saving campaigns of OEMs (original equipment manufacturer) are still linked to the previous efficiency class (EFF1). Also end-users of motor-driven systems increasingly consider more and more energy-efficient motors of the class EFF1. Taking into account these circumstances, CEMEP has decided to offer a new temporally limited license to the already registered motor manufacturers.

## Result

- EFF1: High Efficiency Motor**
- EFF2: Improved Efficiency Motor**
- EFF3: Standard Motor**



## **New efficiency classes for low-voltage three-phase motors (IE-Code)**

**Along with the international discussion on energy efficiency a worldwide harmonized energy efficiency classification system has been established for low-voltage three-phase asynchronous motors.**

The efficiency factor defines the efficiency of motors when transforming electrical energy into mechanical energy. For many years low-voltage three-phase motors in the European Union have been sold in three efficiency classes EFF3, EFF2 and EFF1. Energy efficiency classification systems have been introduced and well-proven in many countries all over the world. They unfortunately differ from each other in terms of scope, wording and values. That was the reason for the International Electrotechnical Commission IEC to develop and publish an energy efficiency standard which replaces all the different national issues. In parallel IEC developed and issued a new standard for the determining the motor efficiencies. The new standard IEC 60034-30 defines and harmonizes worldwide the efficiency classes IE1, IE2 and IE3 for low-voltage three-phase motors.

### **New international efficiency classes of motors (IE = International Efficiency)**

The new EN 60034-30:2009 defines worldwide the following efficiency classes of low-voltage three-phase asynchronous motors in the power range from 0.75 kW to 375 kW.

- IE1 = Standard Efficiency (comparable to EFF2)
- IE2 = High Efficiency (comparable to EFF1)
- IE3 = Premium Efficiency

The higher the efficiency class the higher is the complexity of motor production and the higher is the amount of material to be used (as for instance copper). The motor price will increase accordingly. In relation to the motor life time the purchase price is only a few percentage points and due the saved energy cost the pay-back period is short.

### **New method for determining the efficiency**

The method for measuring the efficiency of low-voltage three-phase asynchronous motors was revised with the new EN 60034-2-1:2007 standard. The new standard significantly increases the accuracy under defined laboratory conditions. It will replace the previous

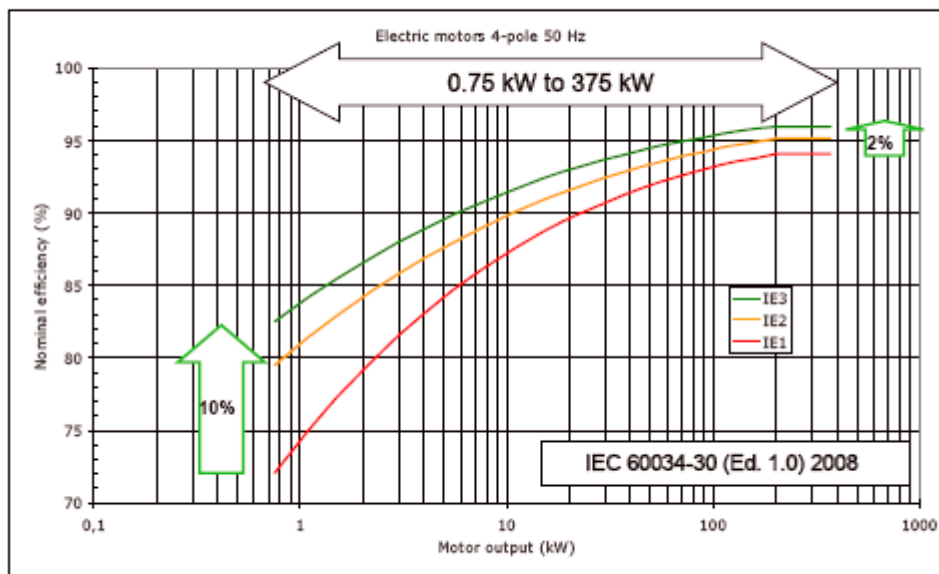
standard EN 60034-2:1996. The new standard can be applied from now. The old standard will become void in November 2010.

The efficiency levels according to EN 60034-30 are measured with the new method stipulated in EN 60034-2-1. In a direct comparison of both measuring methods at the same motor, it is expected that the efficiency levels determined according to the new method are up to a few percentage points below the efficiency levels using the old method. To achieve compatibility with the old EFF1 and EFF2 classes, the limit values of IE2 and IE1 classes were lowered slightly. For example, a today's 11 kW, 4-pole EFF1 motor with 91,0% efficiency is identical with a new IE2 motor with 89,8% efficiency. The motor has not physically changed but measured with two different methods.

The EN 60034-30 defines requirements of efficiency classes, creating internationally consistent provisions. It has no legislative power and does not define mandatory efficiency levels to be used for the motors under this scope. This is left to the respective legislation in the individual countries or regions.

## IEC Energy Efficiency Classes

11



MEPSA Sydney 2009

4E

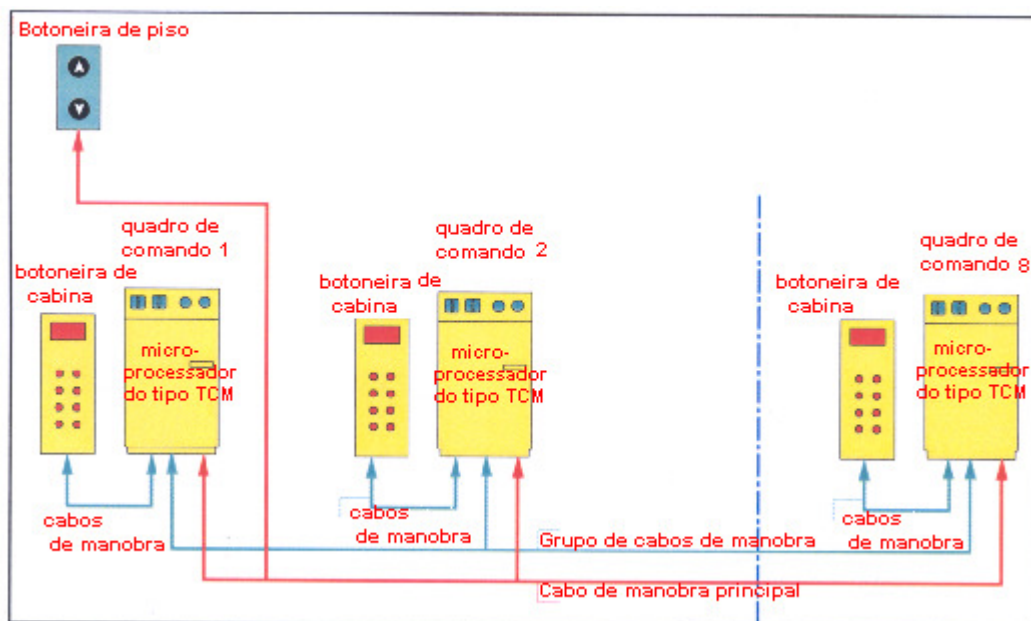
Fonte: <http://www.energyrating.gov.au/pubs/2009-motors-session3-brunner.pdf>

## Anexo 7 – Sistema Thyssen Destination Selection Control

No caso de uma manobra convencional para baterias de elevadores, o passageiro acciona o botão de chamada, para iniciar uma viagem. Essencialmente, nas manobras usadas hoje em dia (na sua maioria de dois botões de chamada), o utente informa a manobra sobre a sua intenção de realizar uma viagem em determinada direcção (subida ou descida) quando pressiona o botão de chamada localizado junto aos ascensores, num determinado piso.

Que botão de chamada do piso foi accionado não é relevante. As chamadas realizadas são continuamente trocadas/reformuladas e processadas pela manobra dos ascensores da bateria. Adicionalmente, cada elevador avalia continuamente o actual padrão das chamadas (isto é, de todas as chamadas ainda não atendidas).

Para além disso, todos os elevadores memorizam todas as chamadas não atendidas independentemente da sua posição, gerindo-as, determinando desta forma qual o elevador em melhor posição para as servir.



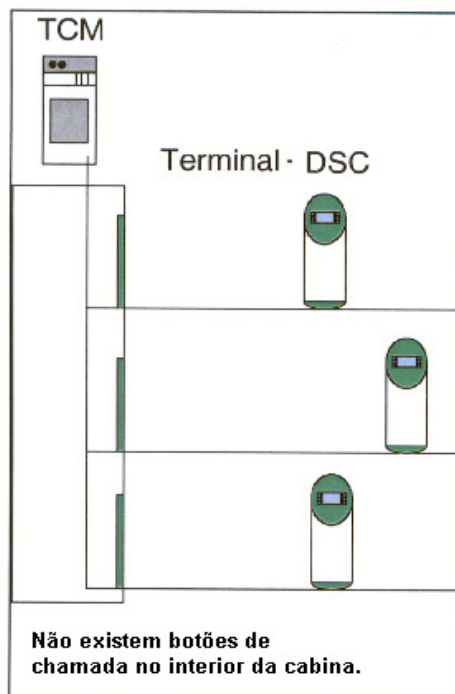
Vários parâmetros são importantes neste contexto (elevadores em funcionamento, tempo de chegada a chamada, distância de chegada a chamada, sentido de funcionamento actual, comandos de cabina memorizados).

Quando uma chamada é introduzida e é respondida pela chegada de um elevador a seta do sentido marcha mantém-se acesa, permitindo a entrada de passageiros. Neste momento os passageiros accionam na botoneira de cabina o piso que pretende alcançar. Isto significa que o passageiro primeiro entra na cabina e só depois o controlo é informado do seu destino de viagem.

A optimização do princípio de uma botoneira dupla de piso de controlo é limitada a partir do momento em que pouca informação é transmitida por esta via. No momento em que a chamada é programada a manobra encontra-se parcialmente informada acerca do destino dos passageiros (a sua posição e sentido de marcha é indicado pela botoneira de piso). Este não sabe, contudo, quantos são os passageiros que pretendem utilizar o elevador.

O desempenho da bateria de elevadores pode ser consideravelmente melhorado se a manobra receber a informação completa sobre a viagem a realizar, logo no momento da chamada.

É aqui que opera o sistema Thyssen - Selecção controlada do destino. Ao introduzir as suas chamadas, os passageiros não só dão a informação sobre a sua posição actual (idêntica à chamada de piso), como também do piso de destino. Assim, a informação fornecida à manobra aumenta em 100%. Razão pela qual o uso individual dos elevadores pode ser coordenado e mais eficiente, quando comparado com uma manobra convencional.



A ideia básica é que o passageiro informe a manobra acerca do seu destino ao introduzir a informação num terminal localizado em frente ao elevador. O terminal calcula qual o elevador que melhor o pode servir e informa o passageiro de qual o elevador que o pode transportar ao seu destino. As cabinas deixarão de ter botoneiras no seu interior. Após entrar na cabina, o passageiro não deve poder activar mais nenhuma chamada.

Para assegurar um bom serviço todos os terminais estão equipados com mostradores com grelha de posição.

Várias versões estão disponíveis. Podem ser usados ecrãs planos de 5,6 polegadas ou de 10,4.



Todos os ecrãs estão desenhados de acordo com as últimas tecnologias (TFT). Isto garante um excelente ângulo de visão combinado com um grande contraste e brilho.

Os terminais de controlo da Thyssen possibilitam instalações na forma de colunas separadas nas áreas de entrada dos elevadores, podem ser do tipo embutido em parede ou num painel em forma de coluna concebido

para o efeito equipado com um painel frontal especial, ambos podem ser adaptados à arquitectura dos edifícios.

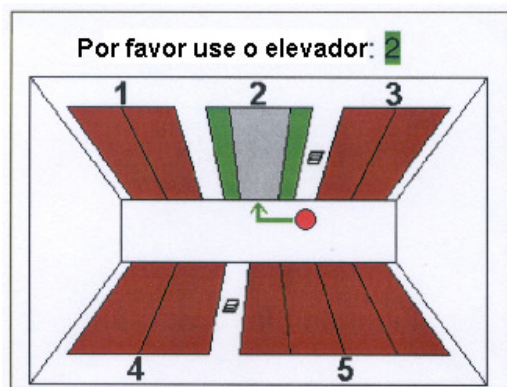
## OPERAÇÃO SIMPLES PARA ELEVADORES COM POUCAS PARAGENS

### Seleção de destino



Este ecrã está disponível ao passageiro que pretenda realizar a sua viagem. Ele apenas pressiona o botão do destino desejado e com isso envia toda a informação para o sistema de controlo assegurando um encaminhamento óptimo.

### 2- Indicação do elevador

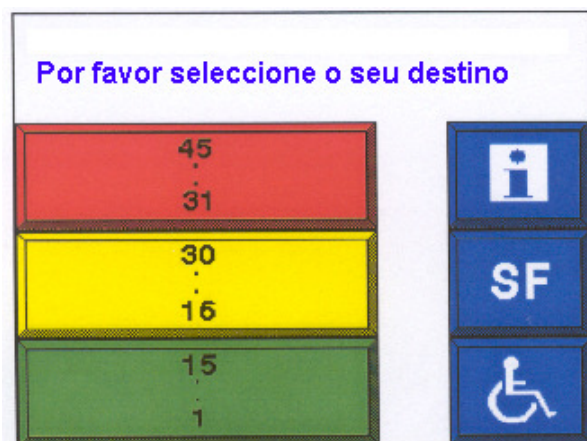


Este ecrã informa o passageiro de qual o elevador disponível para a sua viagem. A ilustração gráfica, a qual pode ser individualmente adaptada à respectiva instalação de elevadores possibilita que o passageiro identifique rapidamente o seu elevador. Isto pode ainda ser suportado pelo uso de ilustração colorida.

Em seguida o passageiro espera em frente ao elevador seleccionado enquanto este chega. Qualquer outra operação é desnecessária na cabina. O passageiro alcança o seu destino automaticamente.

## OPERAÇÃO PARA EDIFÍCIOS DE GRANDE ENVERGADURA

### 1. Seleção da área



O controlo de grupo subdivide o edifício em várias áreas. É por isto que a entrada principal pré-encaminha o destino do elevador. Em soma determinados elevadores são encaminhados a zonas definidas por razões de optimização. Por esta razão, está estipulado que todos os elevadores viajam da primeira a última paragem. Com isto os tempos de viagem são mais curtos e a

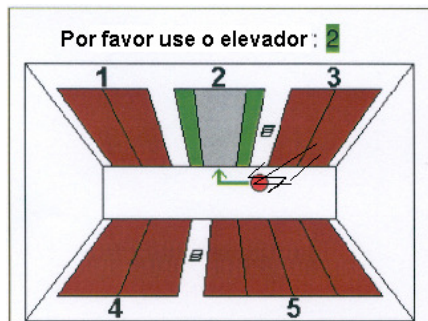
capacidade de transporte do grupo melhora.

## 2. Selecção do destino



Esta fotografia aparece sempre que o passageiro pretender introduzir um comando de viagem, ele apenas pressiona o piso de destino, e desta forma, envia toda a informação necessária ao controlo assegurando o encaminhamento óptimo. O tipo de botoneira de controlo é variável e pode ser personalizada.

## 3-Seleccção do destino



Conforme referido o passageiro é informado do elevador que o vai servir.

Fig. 50Ecrã para encaminhamento ao elevador

## FUNÇÕES ESPECIAIS

Graças ao ecrã principal as funções são mais fáceis de realizar. Seguem-se as funções base do Thyssen - Selecção controlada do destino:



### Operação para pessoas com mobilidade reduzida

Se esta função for previamente seleccionada relativamente a selecção de destino, o controlo considera-a prioritária. Isto assegura que uma cabina vazia é encaminhada para o passageiro e não obedece a mais nenhuma ordem enquanto efectua este transporte. Para além disso é possível a activação de um tempo de abertura de portas prolongado. Para prevenir o uso abusivo deste sistema um sistema de identificação ou um código especial pode ser exigido protegendo a função.



### Viagem especial

Pressionando este botão activar-se-á a viagem especial. Permitindo um pedido de cabina vazia. O processo de prevenção deste sistema é feito da mesma forma que o anterior.



### **Socorro**

Esta função activa o pedido de socorro imediato. Ajuda o passageiro a familiarizar-se com este sistema.

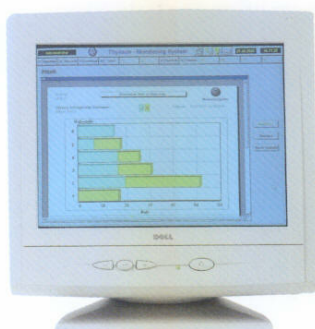
Estas funções especiais estão activas permanentemente. É possível a integração de funções especiais individuais. Acima de tudo o uso de grelhas de gráficos oferece várias aplicações possíveis.

Um sistema de identificação pode ser ligado ao terminal de recepção. Para isso, uma resposta não encaminhada do dispositivo de leitura é ligado ao terminal de recepção, ou é usado um sistema de ligação standard. Todas estas funções especiais podem estar activas ou bloqueadas. As paragens em pisos de acesso restrito podem fazer-se por pessoas autorizadas prescindindo do uso de chaves. Em soma o sistema de identificação pode ser utilizado para selecção destes destinos de forma automática. O passageiro que se encontra no terminal de entrada deve colocar o seu cartão junto do sistema de identificação e verificar o elevador para o qual se deve encaminhar.

## **SUMÁRIO DAS VANTAGENS DO THYSSEN- SELECÇÃO CONTROLADA DO DESTINO**

- Melhoramento da capacidade de circulação no edifício devido a uma maior fluidez de informação; isto significa uma melhoria na ordem dos 15% a 30% em relação ao sistema de controlo de elevadores convencional.
- Melhoramento de fluidez considerando elevadores existentes e conseqüentemente uma alternativa interessante para reedificação.
- Operação intuitiva mais fácil devido ao uso de grelhas de orientação e representações gráficas apelativas
- Acesso simplificado a pisos restritos
- Fácil integração das funções especiais através de um de uma grelha de design flexível.
- Uso da última tecnologia em ecrãs planos
- Flexibilidade de instalação

## Anexo 8 – Sistema de monitorização – “Monitoring”



Sistema de monitorização que permite, em tempo real, monitorizar elevadores, comandar as funções dos elevadores, adquirir dados estatísticos sobre a evolução do fluxo de tráfego e controlar os diferentes displays.

Este sistema, eventualmente, instalado na sala de Gestão Técnica do Edifício, é composto por um computador de alta resolução e respectivos periféricos, nomeadamente monitor, consola de operador e impressora.

O observador pode verificar no visor, de forma fácil e rápida, todos os estados importantes de funcionamento dos elevadores, como por exemplo, aceder à posição da cabina, à informação de porta aberta/fechada, alarme de emergência, serviço de bombeiros, registo de chamadas de piso e de cabina, avarias, serviços prioritários, em assistência, fora de serviço, etc.

Desta forma, o modo de monitorização garante a máxima eficácia e disponibilidade de exploração dos elevadores, permitindo, também, detectar quaisquer utilizações indevidas.

A partir da sala de Gestão Técnica do Edifício, é possível intervir no funcionamento dos elevadores o que possibilita que a gestão de tráfego seja orientada para as necessidades do edifício. Para além das funções comuns, como colocar elevadores fora de serviço, desligar luzes da cabina, enviar a cabina a um determinado piso, etc., poderão ser acrescentadas outras funções adequadas à instalação em causa.

Analisar o desempenho dos elevadores torna-se uma tarefa possível mediante à fácil obtenção de dados e devido à forma como estes podem ser trabalhados. Desta forma, tendo conhecimento, entre outros, do tempo médio e mínimo de espera, da quantidade de chamadas por piso, da percentagem de chamadas atendidas em determinado período de tempo, etc., o desempenho pode ser substancialmente melhorado e ajustado às necessidades do edifício em causa.

O sistema será instalado no centro de controlo do edifício (a confirmar com o cliente) e é composto por um computador de alta resolução e respectivos periféricos, que no mínimo terão as seguintes características:

A monitorização de elevadores com este sistema só é possível através do interface de série disponível nos sistemas de comando THYSSENCONTROL MULTICAN – “TCM” da THYSSENKRUPP.

Os requisitos informáticos podem ou não ser fornecidos com o “Monitoring”, opcional. A instalação de modems, na casa das máquinas, que fará a ligação entre os elevadores e o PC, estão incluídos no fornecimento deste sistema. No entanto, os pares telefónicos para a comunicação dos dados não estão previstos.

O sistema de monitorização - Monitoring - da ThyssenKrupp permite obter, em tempo real, informação sobre o estado de funcionamento de cada elevador.

### 1 - Modo de Monitorização

Neste modo, todos os estados importantes de funcionamento dos elevadores estão rapidamente disponíveis e podem ser visualizados no monitor instalado na sala de gestão do edifício. Poderá, assim, o operador ter acesso à posição das cabinas, à informação de porta aberta/fechada, alarme de emergência, serviço de bombeiros, registo de chamadas de patamar e de cabina, avaria, prioridade, em manutenção, fora de serviço, etc..

O modo de monitorização garante uma maior eficácia e disponibilidade de exploração dos elevadores, permitindo também que qualquer utilização indevida dos elevadores seja de imediato detectada.

### 2 - Modo de Comando

Neste modo é possível, a partir da sala de gestão do edifício, intervir no funcionamento de qualquer elevador, o que torna possível a gestão de tráfego orientada para as necessidades do edifício.

Para além das funções comuns como colocação do elevador fora de serviço, desligar luzes da cabina, envio da cabina a determinado piso, retirar o elevador da bateria, etc., poderão ser acrescentadas outras funções adequadas ao tipo de instalação em causa.

### 3 - Modo Estatística

Este modo permite a aquisição e o posterior tratamento e cálculo dos dados de tráfego que estarão acessíveis no monitor e na impressora do sistema.

Desta forma torna-se possível registrar e avaliar o desempenho da bateria de elevadores. Assim, o rendimento e a eficácia dos elevadores podem ser melhorados para gerir períodos de ponta e eliminar tempos de espera elevados.

Como exemplo de algumas informações que o sistema pode gerar, apresentam-se as seguintes:

- Tempo de espera médio e mínimo de bateria;
- Quantidades de chamadas por piso;
- Tempo médio e máximo de espera por piso;
- Percentagem de chamadas atendidas em determinado período de tempo.

# Anexo 9 – Methodology of energy Measurement and Estimation of Annual Energy Consumption of Lifts (Elevators), Escalators and Moving Walks - Group E4



## METHODOLOGY OF ENERGY MEASUREMENT AND ESTIMATION OF ANNUAL ENERGY CONSUMPTION OF LIFTS (ELEVATORS), ESCALATORS AND MOVING WALKS

### 1. General and introduction

1.1.) Measurements will be carried out in building categories such as:

- a) residential (apartment buildings)
- b) office (private and public office buildings, administration, management, banks, schools, universities etc.)
- c) hospitals
- d) industrial (factories, freight lifts)
- e) commercial (shopping centers, malls, car parking, metro, air ports, railway stations, etc.),
- f) hotels,
- g) others (a building type different from the above listed)

NOTE 1: Particular partners will select the buildings for the measurement and it is not required to perform the measurements in all of the above listed building categories. It is also allowed to perform the measurements in other building category then listed above.

1.2.) Measurements will be carried out for different types of elevator systems (lifts) manufactured in different technologies such as:

1.2.1.) Traction lifts:

- a) Geared,
- b) Gearless,

1.2.2.) Hydraulic lifts:

NOTE 1: Particular partners will select the technologies and it is not required to make the measurements in all of the above listed technology categories.

1.3.) Procedures described in this methodology are based on the following documents:

- a) DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/DIS 25745-1 Energy Performance of Lifts and Escalators – Part 1: Energy Measurement and conformance, 2008

- b) EN 60359:2002 Electrical and electronic measurement equipment - Expression of the performance
- c) Nipkow J. *Elektrizitaetsverbrauch und Einspar-Potenziale bei Aufzuegen, Schlussbericht November 2005*, Im Auftrag des Bundesamtes fuer Energie
- d) Lindegger Urs, Energy estimation: Document for E4, ELA, VDI & ISO, 11 June 2008
- e) Gharibaan Esfandiar, Load Factor for Escalators, EG (09/05/2008)

## 2. Scope

2.1.) This methodology specifies:

- a) methods of measuring energy consumption of lifts (elevators), escalators and moving walks on a single unit basis,
- b) tools to estimate the energy consumption of lifts (elevators), escalators and moving walks for a given building.

2.2.) This methodology does consider energy measurement relating to the normal operation of the lift (elevator), escalator and moving walk including:

- a) Main energy - elevating/escalating/moving walk equipment such as: motor, frequency converter, controls, break, door,
- b) Ancillary energy - car auxiliary equipment such as: light, fan, alarm system, etc.

2.3.) This methodology does not cover energy aspects such as:

- a) hoist way and machine room illumination, heating, ventilation and air conditioning.
- b) the effect of group dispatching on energy consumption,
- c) input power harmonics (harmonics are addressed in the EMC standards),
- d) heating and cooling equipment in the car, the escalator or moving walk.

NOTE 1: Although this methodology does not cover the above listed energy aspects such as machine room illumination, heating, ventilation and air conditioning as well as auxiliary heating and cooling equipment in the car, the escalator or moving walk, it is recommended to address this issue separately due to the energy consumption and savings potential of these installations.

### 3. Terms and definitions

For the purpose of this methodology following terms and definitions apply:

a) **main energy:** energy used to supply elevating/escalating/moving walk equipment such as: motor, frequency converter, controls, break, door,

b) **ancillary energy:** energy used to supply the car light, fan, alarm system, etc.,

c) **main power coupling point:** point where main power measurements are taken, and which is located at the output side of the main switch/disconnect for the lift (elevator), escalator or moving walk,

d) **ancillary power coupling point:** point where ancillary power measurements are taken, and which is located at the output side of the lift (elevator), escalator or moving walk ancillary power breaker,

e) **energy consumption:** power consumed over time,

f) **standby condition of an elevator escalator or moving walk:** condition when the unit is powered but not running,

g) **reference trip cycle:** cycle during which the car is run from the bottom terminal landing, to the top terminal landing, and then back to the bottom terminal landing,

h) **automatic terminal landings cycling test:** test when the car is continuously cycled between the bottom terminal landing and the top terminal landing, with the doors enabled and no load in the car,

i) **manual terminal landing cycling test;** following procedure applies to this definition for one cycle.

Measurement will start from the car bottom landing. The door should be closed.

There is no load in the car.

1. Open the Door
2. Close the Door
3. Drive the car from the bottom landing to the top landing
4. Open the Door
5. Close the Door
6. Drive the car from top landing to the bottom landing
7. Open the Door
8. Close the Door

### 4. Measurement of lift (elevator), escalator and moving walk energy consumption

The measurement should be:

*Date: September 29 2008*

- practical in the field,
- repeatable when required.
- able to utilize commonly available test equipment

In general, one of the two below described alternative methodologies can be applied to measure the energy consumption of the lift, escalator and moving walk:

#### **4.1. Lift, escalator and moving walk energy measurement with the energy meter.**

Procedure of this measurements is specified in paragraph 5.2 for lifts (elevators), in paragraph 6.2 for escalators and moving walks.

In this project, the methodology of measurement with the energy meter is not recommended for lifts (see NOTE 2 below).

#### **4.2. Lift, escalator and moving walk energy measurement with the power recorder.**

Procedure of this measurements is specified in paragraph 5.3 for lifts (elevators), in paragraph 6.3 for escalators and moving walks.

NOTE 1: In some cases it will be problematic to measure both the Main Energy-Running and Main Energy - Standby with the same measuring equipment with the required accuracy due to the extremely wide difference of measure ranges. The measuring equipment has to be selected for the Main Energy-Running and it might not be precise enough to measure Standby.

NOTE 2: The methodology described in chapter 5.2 would provide solely the average energy consumption during one travel cycle and it will be not possible to get the separate values of the energy consumption of elevator system while in operation for each state of operation during one travel cycle (acceleration, braking).

The methodology described in chapter 5.3 can be used to depict the energy consumption for each state of operation during one travel cycle (acceleration, braking etc.)

NOTE 3: In case of multiple lift, escalator or moving walk installations, each unit is tested as a stand alone piece of equipment

## **5. Measurement procedures for a lift (elevator) installation**

### **5.1. Preliminaries**

The measuring instrumentation shall comply with the following:

- a) energy meter capable of measuring power consumption with unbalanced loads,

b) the power recorder shall be capable of measuring RMS values of current and voltage.

The instrument model numbers utilized for the test procedures shall be recorded.

The tests shall be conducted without changing any equipment parameters

Public usage/entry to the lift shall be prevented and the terminal landing entrances shall be barricaded.

To achieve a stable machine temperature, the equipment shall be run in a cycling mode for at least 5 minutes .

It shall be ensured that there is no load in the car.

Recommended accuracy of the measurement is  $\pm 5\%$

## **5.2. Procedure for the energy measurement with the energy meter (not recommended in this project).**

### **5.2.1. Main Energy-Running**

a) connect the energy meter to all phases of the main power lines at the main power coupling point;

b) set the energy meter for a measurement of active energy;

c) set-up the lift for automatic terminal landing cycling, if available if not, follow the procedure for manual terminal landing cycling specified in paragraph 3 i ;

d) run car to bottom landing;

e) start the measurement;

f) start terminal landing cycling test, (one cycle is a reference trip cycle) and start measuring of time;

g) stop cycling operation and stop measuring of time after a minimum of 10 cycles;

h) measure active energy, measure time and record the values;

i) record number of cycles;

j) divide the total energy by the number of cycles to produce an average value and record the value, divide the measured time by the number of cycles to produce the time of one cycle and record the value;

k) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

*Date: September 29 2008*

### **5.2.2. Main Energy-Standby**

- a) connect the energy meter to all phases of the main power lines at the main power coupling point;
- b) set the energy meter for a measurement of power;
- c) maintain the car at the bottom landing for 5 minutes;
- d) start the measurement, record the power value;
- e) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### **5.2.3. Ancillary Energy-Running**

- a) connect the energy meter to the ancillary power line at the ancillary power coupling point;
- b) set the energy meter for a measurement of active energy;
- c) set-up the lift for automatic terminal landing cycling if available, if not, follow the procedure for manual terminal landing cycling specified in paragraph 3 i;
- d) run car to bottom landing;
- e) start the measurement;
- f) start terminal landing cycling test, (one cycle is a reference cycle trip);
- g) stop cycling operation after a minimum of 10 cycles;
- h) measure active energy and record the value;
- i) record number of cycles;
- j) divide the total energy by the number of cycles to produce an average value and record the value.
- k) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### **5.2.4. Ancillary Energy-Standby**

- a) connect the energy meter to the ancillary power line at the ancillary power coupling point;
- b) set the energy meter for a measurement of power;

- c) maintain the car at the bottom landing for 5 minutes until a stable idle condition is achieved;
- d) measure the power and record the value;
- e) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### 5.3. Procedure for the energy measurement with the power recorder

#### 5.3.1. Main Energy-Running

- a) connect the power recorder to all phases of the main power lines at the main power coupling point;
- b) set the power recorder for a measurement of instantaneous values of active power, set the Interval Time not slower than 1 second;
- c) set-up the lift for automatic terminal landing cycling, if available, if not, follow the procedure for manual terminal landing cycling specified in paragraph 3 i;
- d) run car to bottom landing;
- e) start the measurement;
- f) start terminal landing cycling test, (one cycle is a reference trip cycle) and start measuring of time;
- g) stop cycling operation after 1 cycle and stop measuring of time;
- h) measure values of active power, measure time of one cycle and record the values;
- i) calculate the total energy consumption per one cycle using the recorded values of active power and time ( $E = \int_{t=0}^{t=n} P * dt$ );
- j) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

“NOTE 1: The Interval Time of the measurements shall not be slower than 1 second, to ensure that the particular states of operation during one travel cycle (acceleration, braking) are included. If possible, it is recommended to set the faster value of Interval Time (e.g. 500 or 200 ms.).

NOTE 2: In practice, the following formula can be used to calculate the total energy consumption per one cycle:

$$E = \frac{1}{3600} * \frac{A}{2} * \sum_{t=1}^{t=n-1} (P_t + P_{t+1})$$

where:

E=Energy consumption for one cycle trip [Wh]

A= Interval Time [s]

Pt= Recorded power values [W]

n- Quantity of recorded values of power

### 5.3.2. Main Energy-Standby

- a) connect the power recorder to all phases of the main power lines at the main power coupling point;
- b) set the power recorder for a measurement of active power;
- c) maintain the car at the bottom landing for 5 minutes;
- d) start the measurement, record the value;
- e) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### 5.3.3. Ancillary Energy-Running

- a) connect the power recorder to the ancillary power line at the ancillary power coupling point;
- b) set the power recorder for a measurement of instantaneous values of active power, set the Interval Time not slower then 1 second;
- c) set-up the lift for automatic terminal landing cycling, if available, if not, follow the procedure for manual terminal landing cycling specified in paragraph 3 i;
- d) run car to bottom landing;
- e) start the measurement;
- f) start terminal landing cycling test, (one cycle is a reference trip cycle);
- g) stop cycling operation after 1 cycle;
- h) measure values of active power and record the values;
- i) calculate the total energy consumption per one cycle using the recorded values of active power and time (  $E = \int_{t=0}^{t=n} P * dt .$  );
- j) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

NOTE 1: In practice, the following formula can be used to calculate the total energy consumption for one cycle:

$$E = \frac{1}{3600} * \frac{A}{2} * \sum_{t=1}^{t=n-1} (P_t + P_{t+1})$$

where:

E=Energy consumption for one cycle trip[Wh]

A= Interval Time [s]

Pt=Recorded power values [W]

n- Quantity of recorded values of power

#### 5.3.4. Ancillary Energy-Standby

- a) connect the power recorder to ancillary power line at the ancillary power coupling point;
- b) set the power recorder for a measurement of active power;
- c) maintain the car at the bottom landing for 5 minutes until a stable idle condition is achieved;
- d) measure the active power and record the value;
- e) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

## 6. Measurement procedures for an escalator or moving walk installation

### 6.1. Preliminaries

The measuring instrumentation shall comply with the following:

- a) an energy meter capable of measuring power consumption with unbalanced loads,
- b) the power recorder shall be capable of measuring RMS values of current and voltage.

The instrument model numbers utilized for the test procedures shall be recorded.

The tests shall be conducted without changing any equipment parameters.

Any heating or auxiliary equipment related to the operation of the escalator or moving walk shall be energized.

Public usage/entry to the escalator or moving walk shall be prevented and the terminal landing entrances shall be barricaded.

To achieve a stable machine temperature, the equipment shall be run for at least 5 minutes.

### 6.2. Procedure for the energy measurement with the energy meter

*Date: September 29 2008*

### 6.2.1. Measurement of Active Energy-Running

- a) connect the energy meter to all phases of the main power lines at the main power coupling point;
- b) set the energy meter for a measurement of active energy;
- c) set the escalator or moving walk to run in the up/forward direction;
- d) initiate the meter to start measuring;
- e) run the escalator/ moving walk for 5 minutes;
- f) stop the energy meter from measuring;
- g) record the Active Energy-Running consumed in 5 minutes;
- h) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### 6.2.2. Measurement of Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode – if available, if not go to the Measurement of Active Energy-Standby in a STOP mode (paragraph 6.2.3.)

- a) set the energy meter for a measurement of active energy;
- b) set the escalator or moving walk to run in the up/forward direction in a LOW SPEED mode;
- c) initiate the meter to start measuring;
- d) run the escalator/ moving walk for 5 minutes;
- e) stop the energy meter from measuring;
- f) record the Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode consumed in 5 minutes;
- g) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### 6.2.3. Measurement of Active Energy-Standby in a STOP mode

- a) stop the escalator or moving walk, (leave power on);
- b) set the energy meter for measurement of power;
- c) record standby active power in a STOP mode;

d) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

### 6.3. Procedure for the energy measurement with the power recorder

#### 6.3.1. Measurement of Active Energy-Running

- a) connect the power recorder to all phases of the main power lines at the main power coupling point;
- b) set the power recorder for a measurement of instantaneous values of active power, set the Interval Time not slower then 1 second;
- c) set the escalator or moving walk to run in the up/forward direction;
- d) initiate the meter to start measuring;
- e) run the escalator/ moving walk for 5 minutes;
- f) stop the power recorder from measuring;
- g) record the values of active power;
- h) calculate the Active Energy-Running consumed in 5 minutes using the recorded values of active power and time ( $E = \int_{t=0}^{t=n} P * dt .$ );
- i) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

NOTE 1: In practice, the following formula can be used to calculate the Active Energy-Running consumed in 5 minutes:

$$E = \frac{1}{3600} * \frac{A}{2} * \sum_{t=1}^{t=n-1} (P_t + P_{t+1})$$

where:

E= Active Energy-Running consumed in 5 minutes [Wh]

A= Interval Time [s]

Pt=Recorded power values [W]

n- Quantity of recorded values of power

#### 6.3.2. Measurement of Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode – if available, if not go to the Measurement of Active Energy-Standby in a STOP mode

- a) set the power recorder for a measurement of instantaneous values of active power, set the Interval Time not slower then 1 second;

- b) set the escalator or moving walk to run in the up/forward direction in a LOW SPEED mode;
- c) initiate the power recorder to start measuring;
- d) run the escalator/moving walk for 5 minutes;
- e) stop the power recorder from measuring;
- f) record the values of active power;
- g) calculate the Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode consumed in 5 minutes using the recorded values of active power and time ( $E = \int_{t=0}^{t=n} P * dt .$ );
- h) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

NOTE 1: In practice, the following formula can be used to calculate the Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode:

$$E = \frac{1}{3600} * \frac{A}{2} * \sum_{t=1}^{t=n-1} (P_t + P_{t+1})$$

where:

E= Active Energy-Standby in a Low Speed Mode consumed in 5 minutes [Wh]

A= Interval Time [s]

P<sub>t</sub>=Recorded power values [W]

n- Quantity of recorded values of power

### 6.3.3. Measurement of Active Energy-Standby in a STOP mode

- a) stop the escalator or moving walk, (leave power on);
- b) record standby active power in a STOP mode;
- c) calculate the annual energy consumption using the formulas specified in paragraph 7;

## 7. Calculation of annual energy consumption of the lift (elevator) and escalator / moving walk

### 7.1. Background information on estimation of annual energy performance for lifts.

#### 7.1.1. Impact of car load

Since lifting mass is the purpose of a lift, it is obvious that load in the car has impact on the energy used by the lift.

On a real lift installation the traffic is very complex, not repeatable and not predictable. Therefore just an estimate can be done using a defined traffic pattern and average values. The average motor load factor  $C_{aml}$  is the statistical average in which the motor or drive system has to operate. It is dimensionless, since it is the ratio between average motor load and maximum possible motor load.

For regenerative drive system a similar factor (average regeneration power) can be defined. It will be the statistical average of regenerative energy being created. It is also dimensionless, since it is the ratio between regenerated power and maximum possible motor load.

The efficiency of regenerative drive systems is defined as follows:

$$\eta_{\text{regen}} = \frac{P_{\text{regen}}}{P_{\text{mech}}}$$

$P_{\text{regen}}$  Power regenerated [W]

$P_{\text{mech}}$  Mechanical power of the moving system [W]

$\eta_{\text{regen}}$  Regeneration efficiency typically 0.4 (= 40%) for gearless systems with 1 to 1 suspension

Regenerative drive systems need to consider  $\eta_{\text{regen}}$ . Therefore the average motor and regeneration load factor  $c_{amrl}$  has to be introduced:

$$c_{amrl} = c_{aml} * (1 - \eta_{\text{regen}})$$

$c_{amrl}$  Average motor and regeneration load factor

$c_{aml}$  Average motor load factor

$\eta_{\text{regen}}$  Regeneration efficiency typically 0.4 (= 40%) for gearless systems with 1 to 1 suspension

For non regenerative drive system it is sufficient to consider the average motor load factor

$c_{aml}$ .

$$c_{amrl} = c_{aml}$$

$c_{amrl}$  Average motor and regeneration load factor

$c_{aml}$  Average motor load factor

#### 7.1.1.1. Traction lifts 50% balanced no regenerative drive systems

Assumption:

Due to the counter weight, at 50% nominal load the motor has to lift no mass.

Load in car	Direction	Motor power in% of maximum rated value	Average trips for this condition
100%	up	100%	0%
	down		0%
75%	up	50%	5%
	down		5%
50%	up	0%	5%
	down	0%	5%
25%	up		15%
	down	50%	15%
0%	up		25%
	down	100%	25%

Average motor load factor  $C_{amrl} = C_{aml} = (25*100+15*50+5*50)/100 = 35\%$

#### 7.1.1.2. Traction lifts 50% balanced with gearless regenerative drive systems

Assumptions:

- 40% of the energy can be regenerated ( $\eta_{regen} = 0,4$ )
- Rest as previous table

Load in car	Direction	Motor power in % of maximum rated value	Regenerative power in % of maximum rated value	Average trips for this condition
100%	up	100%		0%
	down		-100%*40%	0%
75%	up	50%		5%
	down		-50%*40%	5%
50%	up	0%		5%
	down	0%		5%
25%	up		-50%*40%	15%
	down	50%		15%
0%	up		-100%*40%	25%
	down	100%		25%

Average motor load factor:  $c_{amrl} = (25\%*100\%+15\%*50\%+5\%*50\%)/100\% = 35\%$

Average motor and regeneration load factor:  $c_{amrl} = C_{aml} * (1 - \eta_{regen}) = 35\% * (1 - 0.4) = 21\%$

NOTE 1:

The Average motor and regeneration load factor  $c_{amrl}$  can be used to calculate the annual energy consumption if measurements of energy consumption per one cycle are not possible for some reasons.

#### 7.1.1.3. Hydraulic lifts without counterweight

Assumptions:

- Weight of the empty car = nominal load

- No counterweight, so motor has to lift empty car plus actual load

Load in car	Direction	Motor power in % of maximum rated value	Average trips for this condition
100%	up	100% (2,0*nominal load)	0%
	down	0%	0%
75%	up	87.5% (1,75*nominal load)	5%
	down	0%	5%
50%	up	75% (1,5*nominal load)	5%
	down	0%	5%
25%	up	62.5% (1,25*nominal load)	15%
	down	0%	15%
0%	up	50% (1,0*nominal load)	25%
	down	0%	25%

$$\text{Average motor load factor } C_{\text{amtl}} = C_{\text{aml}} = (25*50+15*62,5+5*75+5*87,5)/100 = 30\%$$

#### 7.1.1.4. Other lift technologies

Other technologies might have other balancing than the examples above or other ratio between weight of the car and nominal load.

Examples are:

- Drum lifts with and without counterweight
- Hydraulic lifts with counterweight or pressure cylinders

For such technologies, the average motor load factor can be derived by adapting the tables above.

#### 7.1.1.5. Table: Summary of the average motor load factor $C_{\text{aml}}$

Lift technology	$C_{\text{aml}}$
Traction lifts 50% balanced no regenerative drive systems	0,35
Traction lifts 50% balanced with gearless regenerative drive systems	0,35
Hydraulic lifts without counterweight	0,30

#### 7.1.2. Number of trips ( $N_{\text{trip}}$ )

Where no precise information is available about the use of the lift in the building the following assumptions for a number of trips per year can be taken:

- Apartment building: 100 000 trips per year
- Office building: 300 000 trips per year

#### 7.1.3. Average travel distance factor $C_{\text{atd}}$

Where no precise information is available about the use of the lift in the building the following assumptions can be taken:

Quantity of stops	Average Travel Distance $c_{\text{atd}}$
2 stop building	maximum travel distance (lowest to top most floor)
more stop building	0.5 * maximum travel distance (lowest to top most floor)
more than one lift forming a group of lifts in a more than 2	0.3 * maximum travel distance (lowest to top most floor)

stop building	
---------------	--

#### 7.1.4. Relation between cycle energy, motor power and input power of the drive system

The energy for a reference cycle (2 trips with empty car = one up trip and one down trip) can precisely be measured. It contains also the acceleration and deceleration phase and considers energy regeneration.

The only disadvantage of using the cycle trip energy in energy calculation is the fact that this value might not be available and measurements could not be taken at the moment when energy estimates are desired to be available.

In such cases the motor power ( $P_m$ ) could be the only method to do the first rough estimate. The motor power can be taken from the label on the motor (however it has to be admitted that this is very un-precise, since different philosophies exist how to label the power of a lift motor). This power value can be considered as the maximum required power in the worst loading condition. Depending on balancing, this can be the empty car, the full loaded car or something in between. It should also be noted that this is normally the mechanical power on the motor axis, but of interest for the efficiency is the required electrical input power to the whole drive system including the frequency converter. Obviously the required electrical input power to the whole drive system is higher than the mechanical power on the motor axis.

The input power of the electrical drive system ( $P_{de}$ ) can be measured on the main switch. It includes therefore also losses in the frequency converter and motor. The measurement is done at nominal speed with empty car when passing half the maximum travel distance. At this point the mass of the ropes (or other suspension means) is equally distributed on both sides of the traction sheave. This is quite complicated and requires expensive instruments and has as outcome a not very precise value, since the power signals might not be very stable. The values measured depend on the load in the car and the balancing. On a 50% balanced traction lift with empty car, this is an extreme value ( $P_{dmax}$ ), however on a hydraulic lift without balancing it is about 50% of the maximal power (considering empty car weight = nominal load). Therefore it is important to consider the differences between input power of the electrical drive system ( $P_{de}$ ) with empty car and maximum power ( $P_{dmax}$ ).

$$P_{dmax} = 2 * (1 - c_{bal}) * P_{de}$$

- $P_{dmax}$  Maximum input power of the electrical drive system [W]
- $P_{de}$  Input power of the electrical drive system to move the empty car [W]
- $c_{bal}$  Balancing factor

	$c_{bal}$
Traction lift 50% balanced	0.50
Hydraulic lift no balanced	0

To compare input power of the electrical drive system with empty car with trip energy the following formula could be used for non regenerative drive systems (Assumption: All energy used is for the down trip):

$$E_{\text{cycle}} = \frac{h * P_{\text{de}}}{v} = \frac{h * P_{\text{dmax}}}{2v (1-c_{\text{bal}})}$$

$E_{\text{cycle}}$	Energy for a cycle trip [Ws]
$h$	Height of rise [m]
$v$	Speed of lift [m/s]
$P_{\text{dmax}}$	Maximum input power of the electrical drive system [W]
$P_{\text{de}}$	Input power of the electrical drive system to move the empty car [W]
$c_{\text{bal}}$	Balancing factor

For regenerative drive systems (A part of the energy used in the down trip can be regenerated):

$$E_{\text{cycle}} = \frac{h * P_{\text{de}}}{v} * (1 - \eta_{\text{regen}}) = \frac{h * P_{\text{dmax}}}{2v (1-c_{\text{bal}})} * (1 - \eta_{\text{regen}})$$

$E_{\text{cycle}}$	Energy for a cycle trip [Ws]
$h$	Height of rise [m]
$P_{\text{dmax}}$	Maximum input power of the electrical drive system [W]
$P_{\text{de}}$	Input power of the electrical drive system to move the empty car [W]
$v$	Speed of lift [m/s]
$\eta_{\text{regen}}$	Regeneration efficiency typically 0.4 (= 40%) for gearless systems with 1 to 1 suspension

Since maximum input power of the electrical drive system ( $P_{\text{dmax}}$ ) is linked to the motor power ( $P_{\text{m}}$ ) an additional efficiency constant ( $\eta_{\text{d}}$ ) can be defined.

$$P_{\text{m}} = \eta_{\text{d}} * P_{\text{dmax}}$$

$P_{\text{m}}$	Motor power [W]
$P_{\text{dmax}}$	Maximum input power of the electrical drive system [W]
$\eta_{\text{d}}$	Efficiency of the electrical drive system

Knowing the difficulties to get the value for efficiency of the electrical drive system when no measurements are possible, the motor power ( $P_{\text{m}}$  mechanical output power of the motor) and power of the drive system (electrical input power) can be considered to be the same when used for yearly energy estimates.

### 7.1.5. Background information on formulas to calculate yearly energy used by an lift

Abstract

$$\text{Total energy} = \text{drive system power} * \text{run time} + \text{standby energy}$$

$$E_{\text{lift}} = c_{\text{amrl}} * \frac{c_{\text{atd}} * h * n_{\text{trip}}}{v} * P_{\text{dmax}} + E_{\text{standby}}$$

$$E_{\text{lift}} = c_{\text{aml}} * c_{\text{atd}} * E_{\text{cycle}} * 2 * (1 - c_{\text{bal}}) * n_{\text{trip}} + E_{\text{standby}}$$

- $E_{\text{lift}}$  Energy used by lift in one year [Ws/year]
- $c_{\text{amrl}}$  Average motor and regeneration load factor.  
See table in previous chapter
- $c_{\text{aml}}$  Average motor load factor.  
See table in previous chapter
- $c_{\text{atd}}$  Average travel distance factor (1, 0.5 or 0.3)
- $h$  Height of rise [m]
- $n_{\text{trip}}$  Trips per year (100'000 or 300'000) [1/year]
- $P_{\text{dmax}}$  Maximum input power of the electrical drive system [W]
- $v$  Speed of lift [m/s]
- $E_{\text{standby}}$  Standby Energy used in 1 year [Ws/year]
- $E_{\text{cycle}}$  Energy for a cycle trip [Ws]
- $\eta_{\text{regen}}$  Regeneration efficiency typically 0.4 (= 40%) for gearless systems with 1 to 1 suspension
- $c_{\text{bal}}$  Balancing factor

Or for kWh with cycle trip in Wh

$$E_{\text{lift}} = c_{\text{amrl}} * \frac{c_{\text{atd}} * h * n_{\text{trip}}}{v * 3600 \text{ s/h}} * P_{\text{dmax}} + E_{\text{standby}}$$

$$E_{\text{lift}} = c_{\text{aml}} * \frac{c_{\text{atd}} * E_{\text{cycle}} * 2 * (1 - c_{\text{bal}})}{1000 \text{ W/kWh}} * n_{\text{trip}} + E_{\text{standby}}$$

- $E_{\text{lift}}$  Energy used by lift in one year [kWh/year]
- $c_{\text{amrl}}$  Average motor and regeneration load factor.  
See table in previous chapter
- $c_{\text{aml}}$  Average motor load factor.  
See table in previous chapter
- $c_{\text{atd}}$  Average travel distance factor (1, 0.5 or 0.3)

h	Height of rise [m]
n <sub>trip</sub>	Trips per year (100'000 or 300'000) [1/year]
P <sub>dmax</sub>	Maximum input power of the electrical drive system [kW]
v	Speed of lift [m/s]
E <sub>standby</sub>	Standby Energy used in 1 year [kWh/year]
E <sub>cycle</sub>	Energy for a cycle trip [Wh]
η <sub>regen</sub>	Regeneration efficiency typically 0.4 (= 40%) for gearless systems with 1 to 1 suspension
c <sub>bal</sub>	Balancing factor

Formula to calculate Standby

Abstract

$$\text{Standby energy} = (\text{time of one year} - \text{run time}) * \text{standby power}$$

$$E_{\text{standby}} = \left( \frac{365 \text{ d}}{1 \text{ y}} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} - \frac{c_{\text{atd}} * h * n_{\text{trip}}}{v} \right) * P_{\text{standby}}$$

E <sub>standby</sub>	Standby Energy used in 1 year [Ws/year]
c <sub>atd</sub>	Average travel distance factor (1, 0.5 or 0.3)
h	Height of rise [m]
n <sub>trip</sub>	Trips per year (100'000 or 300'000) [1/year]
P <sub>standby</sub>	Standby Power [W]
v	Speed of lift [m/s]
E <sub>standby</sub>	Standby Energy used in 1 year [Ws/year]

Or for kWh

$$E_{\text{standby}} = \left( \frac{365 \text{ d}}{1 \text{ y}} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}} - \frac{c_{\text{atd}} * h * n_{\text{trip}}}{v} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) * \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} * P_{\text{standby}}$$

$$E_{\text{standby}} = \left( \frac{8760 \text{ h}}{1 \text{ y}} - \frac{c_{\text{atd}} * h * n_{\text{trip}}}{v} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ h}} \right) * \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} * P_{\text{standby}}$$

E <sub>standby</sub>	Standby Energy used in 1 year [kWh/year]
c <sub>atd</sub>	Average travel distance factor (1, 0.5 or 0.3)
h	Height of rise [m]
n <sub>trip</sub>	Trips per year (100'000 or 300'000) [1/year]
P <sub>standby</sub>	Standby Power [W]
v	Speed of lift [m/s]

## 7.2. Calculation of annual energy consumption of the lift (elevator)

The below specified formulas and factors will be used to calculate the annual energy consumption of the lifts (elevators) in an Excel tool which is provided.

$$E_{ym} = E_{cm} * n_{trip} * C_{atd} * C_{aml} * 2 * (1 - C_{bal}) / 1000 \text{ [kWh]}$$

where:

$E_{ym}$ ; Main Active Energy - Running, per annum [kWh],

$E_{cm}$ ; Main Active Energy - Running, per 1 cycle trip [Wh],

$n_{trip}$ ; Number of trips, per annum,

$C_{atd}$ ; Average travel distance factor; =1,0 for 2 stop building, =0,5 for more then 2 stop building, =0,3 for group of lifts in more then 2 stop building,

$C_{aml}$ ; Average motor load factor; = 0,35 for traction lifts 50% balanced no regenerative drive, =0,35 for traction lifts 50% balanced regenerative drive, =0,3 for hydraulic lifts without counterweight,

$C_{bal}$ ; Balancing factor; =0,5 for traction lifts 50% balanced, =0 for hydraulic lifts,

NOTE 1:

In case of the regenerative drive systems,  $E_{cycle}$  is energy used to move the car down (lift the counter weight up) minus the regenerated energy to lift the car up (counterweight down).

$$E_{ms} = P_m * (8760 - ((C/2) * n_{trip} * C_{atd} / 3600)) / 1000 \text{ [kWh]}$$

Comment:  $E_{ms} = P_m * (8760 - \text{quantity of running hours in one year})$

where:

$E_{ms}$ ; Main Active Energy - Standby, per annum [kWh],

$P_m$ ; Main Active Power - Standby [W],

8760; quantity of hours in one year;

C - time of one cycle trip [s],

$n_{trip}$  - Number of trips, per annum,

$C_{atd}$ ; Average travel distance factor; =1,0 for 2 stop building, =0,5 for more then 2 stop building, =0,3 for group of lifts in more then 2 stop building,

$$E_{ya} = E_{ca} * n_{trip} * C_{atd} / 1000 \text{ [kWh]}$$

where:

$E_{ya}$ ; Ancillary Active Energy - Running, per annum [kWh],

$E_{ca}$ ; Ancillary Active Energy - Running, per 1 cycle trip [kWh],

$n_{trip}$ ; Number of trips per annum,

$C_{atd}$ ; Average travel distance factor; =1,0 for 2 stop building, =0,5 for more then 2 stop building, =0,3 for group of lifts in more then 2 stop building,

$$E_{as} = P_a * (8760 - ((C/2) * n_{trip} * C_{atd} / 3600)) / 1000 \text{ [kWh]}$$

Comment:  $E_{as} = P_a * (8760 - \text{quantity of running hours in one year})$

where:

$E_{as}$ ; Ancillary Active Energy - Standby, per annum [kWh],

$P_a$ ; Ancillary Active Power - Standby [W],

8760 - quantity of hours in one year,

C - time of one cycle trip [s]

$n_{trip}$  - Number of trips, per annum

$C_{atd}$ ; Average travel distance factor; =1,0 for 2 stop building, =0,5 for more then 2 stop building, =0,3 for group of lifts in more then 2 stop building,

$$E_{yr} = E_{ym} + E_{ya} \text{ [kWh]}$$

where:

Eyr; Active Energy - Running (Main + Ancillary), per annum [kWh],  
 Eym; Main Active Energy - Running, per annum [kWh],  
 Eya; Ancillary Active Energy - Running, per annum [kWh].

$$Eys = Ems + Eas \text{ [kWh]}$$

where:

Eys; Active Energy - Standby (Main + Ancillary), per annum [kWh],  
 Ems; Main Active Energy - Standby, per annum [kWh],  
 Eas; Ancillary Active Energy - Standby, per annum [kWh].

$$Ey = Eyr + Eys \text{ [kWh]}$$

where:

Ey; Summary Active Energy – (Running + Standby) (Main + Ancillary), per annum [kWh],

Eyr; Active Energy - Running (Main + Ancillary), per annum [kWh],  
 Eys; Active Energy - Standby (Main + Ancillary), per annum [kWh].

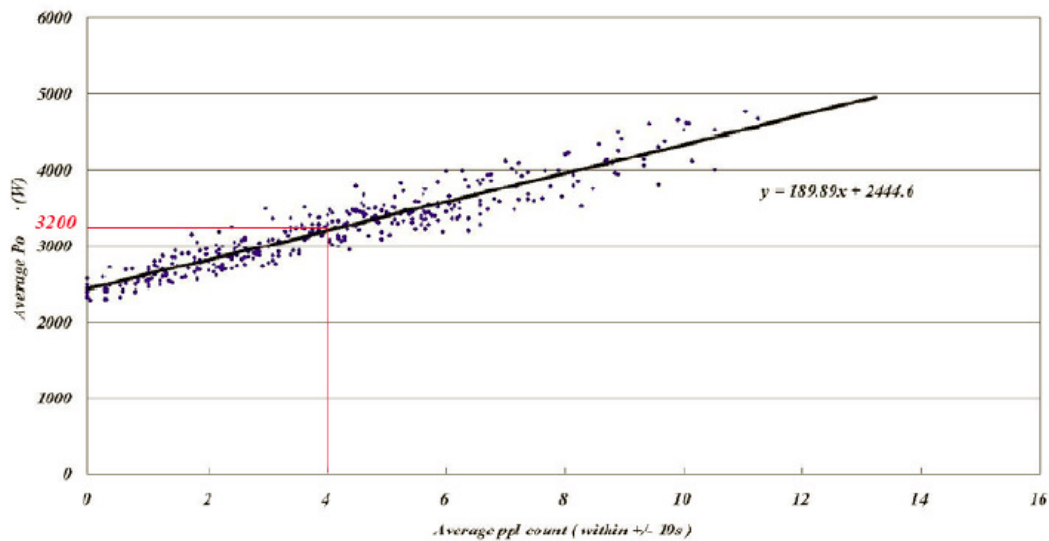
$$R = Eys/Ey \text{ [%]}$$

where:

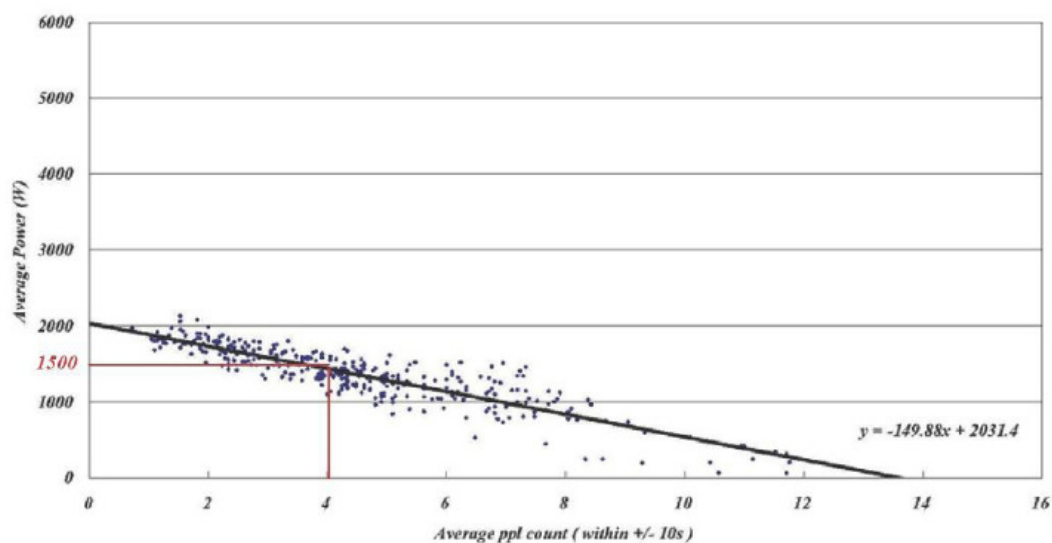
R; Relation of Active Energy - Standby, per annum to Summary Active Energy - (Running + Standby), per annum [%],  
 Eys; Active Energy - Standby (Main + Ancillary), per annum [kWh],  
 Ey; Summary Active Energy - (Running + Standby) (Main + Ancillary), per annum [kWh].

### 7.3. Background information on typical average load factor for escalators/moving walks (k1)

Estimation of typical average load factor (k1) was based on the real measurement of energy consumption of the escalator in correlation to the number of persons on the escalator. Below is an example of an escalator with 12 m. rise (approx. 24 m. lengths).



**Plot of average power consumption against number of passengers at 0.5 m/s upwards**



**Plot of average power consumption against number of passengers at 0.5 m/s downwards**

This example was used to build the mathematical model as follows:

- average number of persons on the escalator at any given time: 4,
- increase of energy consumption due to load at up direction: 700W or 28%,
- decrease of the energy consumption due to load at down direction: 500W or 25%,
- if there is a pair of escalators (one up and one down) and if the traffic is so that persons going up will also use the escalator to come down, then the net energy losses due to loading is approximately 200W or 8% (of escalator running up direction)
- total energy consumption is then 108% of the measured energy consumption of the empty escalator running up direction.

Suggested typical average load factor for pair of escalators (one in up and one in down direction) is:  $k_1 = 1,08$

To estimate the average load factor  $k_1$  for escalator system different from the described above (e.g. only one escalator in up direction) the mathematical model should be modified.

#### 7.4. Calculation of the annual energy consumption of the escalator/moving walk

The below specified formulas and factors will be used to calculate the annual energy consumption of escalators/moving walks in an Excel tool which is provided.

$$E_{yr} = 12 * E_{cr} * T_1 * k_1 / 1000 \text{ [kWh]}$$

where:

- $E_{yr}$ ; Active Energy - Running, per annum [kWh],
- $E_{cr}$ ; Active Energy - Running, 5 minutes test [Wh],
- $T_1$ ; Number of working hours in a RUNNING mode, per annum [h],
- $k_1$ ; Average escalator load factor.

$$E_{ysl} = 12 * E_{csl} * T_2 / 1000 \text{ [kWh]}$$

where:

- $E_{ysl}$ ; Active Energy - Standby in a LOW SPEED mode, per annum [kWh],
- $E_{csl}$ ; Active Energy - Standby in a LOW SPEED mode, 5 minutes test [Wh],
- $T_2$ ; Number of standby hours in a LOW SPEED mode, per annum [h].

$$E_{yss} = P_{ss} * T_3 / 1000 \text{ [kWh]}$$

where:

- $E_{yss}$ ; Active Energy - Standby in a STOP mode, per annum [kWh],
- $P_{ss}$ ; Active Power – Standby in a STOP mode [W],
- $T_3$ ; Number of standby hours in a STOP mode, per annum [h].

$$E_{ys} = E_{ysl} + E_{yss} \text{ [kWh]}$$

where:

- $E_{ys}$ ; Active Energy – Standby, per annum [kWh],
- $E_{ysl}$ ; Active Energy - Standby in a LOW SPEED mode, per annum [kWh],

Eyss; Active Energy – Standby in a STOP mode, per annum [kWh],

$$E_y = E_{yr} + E_{ys} \text{ [kWh]}$$

where:

E<sub>y</sub>; Summary Active Energy - (Running + Standby), per annum [kWh],

E<sub>yr</sub>; Active Energy - Running, per annum [kWh],

E<sub>ys</sub>; Active Energy - Standby, per annum [kWh].

$$R = E_{ys}/E_y \text{ [%]}$$

where:

R; Relation of Active Energy – Standby, per annum to Summary Active Energy - (Running + Standby), per annum [%],

E<sub>ys</sub>; Active Energy - Standby, per annum [kWh],

E<sub>y</sub>; Summary Active Energy - (Running + Standby), per annum [kWh].

## 8. Reporting

Data concerning particular lift (elevator), escalator or moving walk system as well as measuring instrument model numbers will be recorded in a provided Excel Tool.

This tool will also be used to calculate the estimated annual active energy consumption of the lift (elevator), escalator or moving walk based on the data obtained during the measurement.

### 8.1. Lift (elevator)

In addition to the lift (elevator) information data, measuring instrument model numbers and settings the following below listed data shall be provided:

- Main Active Energy – Running, per one cycle trip [Wh];
- Main Active Power – Standby [W];
- Ancillary Active Energy – Running, per one cycle trip[Wh];
- Ancillary Active Power – Standby [W];
- Main Active Energy – Running, per annum [kWh];
- Main Active Energy – Standby, per annum [kWh];
- Ancillary Active Energy – Running, per annum[kWh];
- Ancillary Active Energy – Standby, per annum[kWh];
- Active Energy- Running (Main + Ancillary), per annum [kWh];
- Active Energy- Standby (Main + Ancillary), per annum [kWh];

- Summary Active Energy- (Running + Standby) (Main + Ancillary), per annum [kWh];
- Ratio of Active Energy Standby, per annum to the Summary Active Energy- (Running + Standby) (Main + Ancillary), per annum [%].

Additionally following information shall be provided in the report:

- Graph which depicts the readings during one cycle trip of the lift. Each state of operation during one cycle trip such as acceleration, braking, doors close, doors open shall be depicted.

Optionally share of different components to standby consumption shall be identified.

## 8.2 Escalator / Moving Walk

In addition to the escalator, moving walk information data, measuring instrument model numbers and settings the following below listed data shall be provided:

- Active Energy- Running, (5 minutes test) [Wh];
- Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode (5 minutes test) [Wh] – if available;
- Active Power - Standby in a STOP mode [W];
- Active Energy- Running, per annum [kWh];
- Active Energy-Standby in a LOW SPEED mode per annum [kWh] – if available;
- Active Energy - Standby in a STOP mode per annum [kWh];
- Active Energy – Standby, per annum [kWh];
- Summary Active Energy- (Running + Standby), per annum [kWh];
- Ratio of Active Energy Standby, per annum to the Summary Active Energy- (Running + Standby), per annum [%].

## Anexo 10 - Especificações do Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers

Fonte:

[http://us.fluke.com/usen/products/Fluke+430+Series.htm?catalog\\_name=FlukeUnitedStates&category=PHASE3\(FlukeProducts\)](http://us.fluke.com/usen/products/Fluke+430+Series.htm?catalog_name=FlukeUnitedStates&category=PHASE3(FlukeProducts)) – download a 29/3/9

<b>Dados Técnicos</b>	
<b>Entradas</b>	<p><b>Número:</b> 4 tensão e corrente (3 fases + neutro)</p> <p><b>Tensão máxima:</b> 1000 Vrms (6 kV pico)</p> <p><b>Velocidade máxima de amostragem:</b> 200 kS/s em cada canal simultaneamente</p>
<b>Volt/Amps/Hertz</b>	<p><b>Vrms (AC + DC)</b>  <b>Gama de medição:</b> 1 ... 1000 V  <b>Precisão:</b> 0,1% de Vnom</p> <p><b>Vpeak</b>  <b>Gama de medição:</b> 1 ... 1400 V  <b>Precisão:</b> 5% de Vnom</p> <p><b>Factor de crista, tensão</b>  <b>Gama de medição:</b> 1,0 ... &gt; 2,8  <b>Precisão:</b> ±5%</p> <p><b>Arms (AC + DC)</b>  <b>Gama de medição:</b> 0 ... 20 kA  <b>Precisão:</b> ±0,5% ± 5 contagens</p> <p><b>Apeak</b>  <b>Gama de medição:</b> 0 ... 5,5 kA  <b>Precisão:</b> 5%</p> <p><b>Factor de crista, A</b>  <b>Gama de medição:</b> 1 ... 10  <b>Precisão:</b> ±5%</p> <p><b>Hz 50 Hz nominal</b>  <b>Gama de medição:</b> 42,50 ... 57,50 Hz  <b>Precisão:</b> ±0,01 Hz</p>

<b>Subidas e descidas</b>	<b>Vrms (AC+DC) <sup>2</sup></b> <b>Gama de medição:</b> 0,0% ... 100% de Vnom <b>Precisão:</b> ±0,2% da tensão nominal  <b>Arms (AC+DC) <sup>2</sup></b> <b>Gama de medição:</b> 0 ... 20 kA <sup>1</sup> <b>Precisão:</b> ±1% ± 5 contagens
<b>Harmônicos</b>	<b>Harmônico (inter-harmônicos) (n)</b> <b>Gama de medição:</b> DC, 1..50; (Desligado, 1..49) medição de acordo com a norma IEC 61000-4-7  <b>Vrms</b> <b>Gama de medição:</b> 0,0 ... 1000 V <b>Precisão:</b> ±0,05% da tensão nominal  <b>Arms</b> <b>Gama de medição:</b> 0,0 ... 4000 mV x graduação de pinça <b>Precisão:</b> ±5% ± 5 contagens  <b>Watts</b> <b>Gama de medição:</b> Depende da graduação da pinça e da tensão <b>Precisão:</b> ±5% ± n x 2% ou leitura, ± 10 contagens  <b>Tensão DC</b> <b>Gama de medição:</b> 0,0 ... 1000 V <b>Precisão:</b> ±0,2% da tensão nominal  <b>THD (distorção harmónica total)</b> <b>Gama de medição:</b> 0,0 ... 100,0% <b>Precisão:</b> ±2,5% V e A (± 5% Watt)  <b>Hz</b> <b>Gama de medição:</b> 0 ... 3500 Hz <b>Precisão:</b> ± 1 Hz  <b>Ângulo de fase</b>
	<b>Gama de medição:</b> -360° ... +360° <b>Precisão:</b> ± n x 1,5°
<b>Potência e energia</b>	<b>Watt, VA, VAR</b> <b>Gama de medição:</b> 1,0 ... 20,00 MVA <sup>1</sup> <b>Precisão:</b> ±1% ± contagens  <b>kWh, kVAh, kVARh</b> <b>Gama de medição:</b> 00,00 ... 200,0 GVAh <sup>1</sup> <b>Precisão:</b> ± 1,5% ± 10 contagens  <b>Factor de Potência/ Cos Φ / DPF</b> <b>Gama de medição:</b> 0...1 <b>Precisão:</b> ± 0,03
<b>Oscilação</b>	<b>Pst (1 min), Pst, Plt, PF5</b> <b>Gama de medição:</b> 0,00 ... 20,00 <b>Precisão:</b> ±5%

<b>Desequilíbrio</b>	<b>Volts</b> Gama de medição: 0,0 ... 5,0% Precisão: ±0,5%  <b>Corrente</b> Gama de medição: 0,0 ... 20% Precisão: ± 1%
<b>Captação transitória</b>	<b>Volts</b> Gama de medição: ±6000 V Precisão: ±2,5% de Vrms Duração mínima de detecção 5 µs (200kS/s de amostragem)
<b>Modo Inrush</b>	<b>Arms (CA+CC)</b> Gama de medição: 0,000 ... 20,00 kA <sup>1</sup> Precisão: ±1% da medição ± 5 contagens  <b>Duração de entrada súbita de corrente (seleccionável)</b> Gama de medição: 7,5 s ... 30 min Precisão: ±20 ms (Fnom = 50 Hz)
<b>Registo Autotrend</b>	<b>Amostragem:</b> 5 leituras/seg. de amostragem contínua por canal <b>Memória:</b> 1800 pontos mín., máx. e méd. para cada leitura <b>Tempo de registo:</b> Até 450 dias <b>Zoom:</b> Até 12x zoom horizontal
<b>Memória</b>	<b>Ecrãs e dados:</b> 50, memória partilhada dividida entre registo, ecrãs e conjuntos de dados
<b>Notas</b>	<sup>1</sup> Dependendo da graduação de pinça Valor medido ao longo de 1 ciclo, começando na passagem fundamental de zero e actualizado a cada meio-ciclo <sup>2</sup>

#### Especificações ambientais

<b>Temperatura de funcionamento</b>	0 °C a +50 °C
-------------------------------------	---------------

#### Especificações de segurança

<b>Segurança</b>	EN61010-1 (2ª edição), grau de poluição 2; 1000 V CAT III / 600 V CAT IV ANSI/ISA S82.01
------------------	---

#### Especificações mecânicas e gerais

<b>Tamanho</b>	256 x 169 x 64 mm
<b>Peso</b>	1,1 kg
<b>Vida útil da bateria</b>	<b>Conjunto de pilhas recarregáveis NiMH (instalado):</b> >7 horas <b>Tempo de carregamento das pilhas:</b> normalmente, 4 horas
<b>Choque e vibração</b>	<b>Resistência ao choque:</b> 30 g <b>Vibração:</b> 3 g de acordo com MIL-PRF-28800F, Classe 2
<b>Mala</b>	Robusta, à prova de choque, com estojo de protecção integrado, IP51 (à prova de água e poeira)
<b>Garantia</b>	3 anos

# Anexo 11 – Cálculo da energia consumida anualmente das leituras efectuadas pelo autor

## Annex A (informative) Calculation of power consumption – ISSO/DIS 25741 -1

ISO/DIS 25745-1

### Annex A (informative)

#### Calculation of power consumption

##### A.1 Lift Energy Usage Prediction Model

The following simple model is provided for situations where a more complete or appropriate model is not available. It can be used to obtain an estimate of the energy consumption of lifts in operation. The result can be included in the total building energy performance estimate.

$$E_{\text{elevator}} = k_1 \times \frac{k_2 \times H \times F}{v \times 3600 \text{ s/h}} \times P + E_{\text{standby}}$$

$$E_{\text{elevator}} = (k_1 \times k_2 \times k_3 \times H \times F \times P) / (V \times 3600) + E_{\text{standby}}$$

where

$E_{\text{elevator}}$	Energy used by elevator in one year	kWh/year
$k_1$	Drive System Factor	= 1.6 for AC drive system = 1.0 for VVVF drive system = 0.6 for VVVF drives with regenerative converter
$k_2$	Average travel distance factor	= 1.0 for 2 floors = 0.5 for single lifts or duplex with > 2 floors = 0.3 for lift banks of 3 cars or more

$k_3$	Average car loading factor	= 0.35
$H$	Maximum travel distance	in meters
$F$	Trips per year ( reference to table by Gina)	100,000 – 300,000 typically
$P$	Rated power of the lift = $P_1 \times P_0$	kW

Where

$P_1$	balancing factor	= 1.0 for 50 % balance = 0.8 for 40 % balance = 0.6 for 30 % balance
-------	------------------	--

10

© ISO 2008 – All rights reserved

ISO/DIS 25745-1

$$P_0 (0.5 \times \text{rated load} \times \text{rated speed} \times g_n) / (1000 \times n_s \times n_g \times n_m)$$

where

$n_s$	Shaft/suspension efficiency; default	= 0.85
$n_g$	Gear efficiency	= 0.75 for worm gears; = 1.0 for gearless
$n_m$	Motor efficiency; default	= 0.75 for AC; 0.85 for VVVF
$g_n$	9.81m/s <sup>2</sup>	
$v$	Speed of elevator	m/s
$E_{\text{standby}}$	Standby Energy used in 1 year	kWh/year

© ISO 2008 – All rights reserved

11

Calculo da energia consumida sem carga na cabina - método ISO

Factores de ponderação	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
<i>K1 - factor do sistema de tracção</i> = 1,6 para motores Corrente Alterna = 1,0 para motores com VVVF = 0,6 para motores com VVVF e sistemas regenerativos	1,60	1,60	1,00
<i>K2 - média do numero de elevadores em banco = Catd da metodologia grupo E4</i> = 1,0 para 2 pisos = 0,5 para elevador em simplex ou duplex com mais de 2 pisos = 0,3 para 3 ou mais elevadores em banco	0,50	0,50	0,50
<i>K3 - factor de ponderação da carga do motor (por defeito 0,35)</i> = a Caml da metodologia grupo E4	0,35	0,35	0,35
<i>H - Curso percorrido em metros</i>	38,00	47,00	59,82
<i>F - numero de viagens por ano (tabela de referência por Gina Carol Barney - Elevator Traffic Handbook)</i> tipicamente de 100,000 a 300,000	residêncial 100.000	residêncial 100.000	residêncial 100.000
<i>ηs - Caixa do Elevador/ Eficiência da Suspensão (por defeito) = 0,85</i> referente às perdas por atrito = 0,75 para hidraulicos suspensão 2:1, devido efeito mochila	0,75	0,85	0,85
<i>ηg - Eficiência do sistema de tracção</i> = 0,75 para máquinas com redutor = 1,00 para máquinas gearless = 0,5 para motores hidraulicos	0,5	0,75	0,75
<i>ηm - Eficiência do motor electrico</i> = 0,75 para motor Corrente Alterna = 0,85 para motor com VVVF = 0,6 para motor hidraulico	0,6	0,75	0,85
<i>gn -Aceleração da gravidade (9,81 m/s2)</i>	9,81	9,81	9,81
<i>v -velocidade nominal do elevador (m/s)</i>	0,63	1,00	1,00
<i>Carga nominal - Kg</i>	450	450	450

Factores de Cálculo - Previsão de Consumo por ano em modo funcionamento	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
<i>P - potencia do elevador em funcionamento = P1 X P0 em kW</i>	6,18	4,62	3,26
<i>P1 - Factor de compensação da carga</i> = 1,0 para 50% compensação = 0,8 para 40% compensação = 0,6 para 30% compensação	1,0	1,0	0,8
<i>Po</i> (0,5 X carga nominal X racio velocidade X gn) / (1000 X ηs X ηg X ηm)	6,180	4,6165	4,0734
<i>Eelevador - Energia consumida pelo elevador em funcionamento (kWh /ano)</i>  (K1 X K2 X K3 X H X F X P) / (v X 3600)	2899,40	1687,58	947,60

Factores de Cálculo - Previsão de Consumo por ano em modo standby	Hidraulico	Electrico de 2 V	Electrico VVVF
	Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	Rua de Moscavide 4.34.01 L	Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
<i>E standby - Energia utilizada em standby num ano (kWh/ano)</i> Consumo lido nos ensaios - 5 minutos - kWh	0,0092	0,0092	0,0133
Conversão para consumo num ano - 365 dias - 8760 horas	963,60	963,60	1401,60

Tabela comparativa entre consumos estimados pela norma ISO e pela metodologia do grupo E4.

Tabela pela metodologia ISO

<b>Factores de Cálculo - Previsão de Consumo total por ano</b>	<b>Hidraulico</b> Rua Ilha dos Amores 4.14.01 Bloco A	<b>Electrico de 2 V</b> Rua de Moscavide 4.34.01 L	<b>Electrico VVVF</b> Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
<i>Eelevador - Energia total consumida pelo elevador (kWh /ano)</i>			
<i>E elevador + E standby</i>	3863,00	2651,18	2349,20
% de energia consumida em Standby	25%	36%	60%
% de energia consumida em operação	75%	64%	40%

Tabela pela metodologia E4

<b>Consumos energia activa</b>	<b>Hidraulico</b> Amores 4.14.01 Bloco A	<b>Electrico de 2 V</b> Rua de Moscavide 4.34.01 L	<b>Electrico VVVF</b> Alameda dos Oceanos 4.49.01 A
Energia Activa - Funcionamento (Principal + Auxiliar) por ano (E <sub>yr</sub> )	3.496 kWh	1.144 kWh	988 kWh
Energia Activa - Standby (Principal + Auxiliar) por ano (E <sub>ys</sub> )	886 kWh	890 kWh	1.280 kWh
<b>Somatório Energia Activa - (Funcionamento + Standby) (Principal + Auxiliar) por ano (E<sub>y</sub>)</b>	4.376 kWh	2.024 kWh	2.268 kWh
<b>Relação da Energia Activa - Standby, por ano com o Somatório da Energia Activa - (Funcionamento + Standby), por ano ( R )</b>	20,11%	43,48%	56,44%

## Anexo 12 – Informação detalhada dos elevadores monitorizados na Alemanha, Itália e Polónia

A nível dos elevadores monitorizados, indica-se de seguida o detalhe de cada país:

### Alemanha

ID	No. of storeys	Building type	Year of installation	Drive	Controller type	Suspension	Nominal load [kg]	Power on motor plate [kW]	Speed [m/s]	Travel height [m]
A	6	Office	1998	Geared with VSD	Electronic	1:1	825	15	1	18.9
B	6	Office	1998	Geared with VSD	Electronic	1:1	825	15	1	18.9
C	13	Office	2005	Gearless with VSD	Electronic	1:1	1050	11 <sup>3</sup>	1.6	26.5
D	8	Office	1998	Gearless with VSD	Electronic	1:1	825	18.5	1.6	24.8
E	8	Office	1998	Gearless with VSD	Electronic	1:1	825	18.5	1.6	24.8
F	2	Office	2006	Hydraulic with VSD	Electronic	-	675	20	0.63	3.6
G	2	Office	2005	Hydraulic with VSD	Electronic	-	675	14.7	0.63	5.2
H	7	Office	2003	Geared with VSD	Electronic	1:1	630	9	1	20.7
I	10	Hospital	2002	Geared with VSD	Electronic	2:1	2500	20	1	22.0
J	5	Residential	2005	Gearless with VSD	Electronic	2:1	630	3.9 <sup>3</sup>	1	13.0
K	4	Office	1996	Gearless with VSD	Electronic	2:1	1000	13.8	1	13.9
L	7	Residential	1955	Geared with change-pole motor	Electro-mechanic	1:1	300	3.3	0.8	16.8
M	3	Office	2008	Gearless with VSD	Electronic	2:1	1000	6 <sup>3</sup>	1	10.7

Fig. - Equipamentos monitorizados na Alemanha [35]

## Itália

Elevator	Description	Control	Type of building	Year of installation	Velocity (m/s)	Nominal load (kg)	Motor nominal power (kW)	Nº of storeys
A	geared traction elevator	Electronic	Residential	2007	0,63	480	3,6	7
B	hydraulic elevator	Electronic	Residential	2000	0,60	320	9,7	4
C	geared traction elevator	Electronic	Office	1998	1,6	475	8,8	9
D	hydraulic elevator	Electronic	Office	1996	0,6	400	12,5	9
E	hydraulic elevator	Electronic	Residential	2004	0,5	450	6	3
F	hydraulic elevator	Electronic	Office	2006	0,6	630	9,5	3
G	hydraulic elevator	Electronic	Industrial	2004	0,4	1500	14,7	2
H	geared traction elevator	Electro-mechanic	Residential	1970	1,2	400	6,0	7
I	geared traction elevator	Electro-mechanic	Residential	1976	0,75	320	3,75	5
J	geared traction elevator	Electro-mechanic	Residential	1974	0,7	320	3,5	7
K	gearless traction with VSD	Electronic	Residential	2008	0,95	480	2,8	6
L	geared traction elevator	Electronic	Hotel	1992	0,84	500	6,6	9
M	gearless traction with VSD	Electronic	Residential	2003	1,0	480	3,7	10
N	hydraulic elevator	Electronic	Hospital	2005	0,46	1350	22	4
O	geared traction elevator with VSD	Electronic	Hotel	2006	1,0	630	5,9	6
P	geared traction elevator	Electro-mechanic	Hotel	1980	0,8	400	4,4	6
Q	hydraulic elevator	Electronic	Industrial	2007	0,48	3000	36,8	3
R	gearless traction with VSD	Electronic	Residential	2008	1,0	315	3,0	5
S	hydraulic elevator	Electro-mechanic	Residential	1982	0,52	320	5,8	4
T	geared traction elevator	Electro-mechanic	Residential	1983	0,68	325	3,6	8
U	gearless traction with VSD	Electronic	Other	2004	1,0	630	3,7	5
V	geared traction elevator	Electro-mechanic	Other	1996	0,72	630	7,1	5

Fig. - Equipamentos monitorizados na Itália [35]

## Polónia

No.	Address	Date of Measurement	Load /kg/	Type of building	Type of Machine
1	Warszawa, al. Solidarności 119/125	Nov. 18, 2008	630	residential	passenger traction lift
2	Warszawa, ul. Sonaty 2	Nov. 22, 2008	1000	residential	passenger traction lift
3	Warszawa. ul. Bolesławicka 24	Nov. 26, 2008	500	residential	passenger traction lift
4	Warszawa, ul. Zwycięzców 42	Nov. 27, 2008	630	residential	passenger traction lift
5	Warszawa, al. Horbaczewskiego 5	Nov. 28, 2008	500	residential	passenger traction lift
6	Warszawa, ul. Grójecka 69	Feb. 11, 2009	400	residential	passenger traction lift
7	Warszawa, ul. Grójecka 69 (with a reactor installed in an inverter)	Feb. 11, 2009	400	residential	passenger traction lift
8	Lublin, ul. Jaczewskiego 8	Mar. 23, 2009	500	hospital	passenger traction lift
9	Lublin, ul. Jaczewskiego 8	Mar. 23, 2009	1500	hospital	hospital hydraulic lift
10	Warszawa, ul. Darwina 13	Apr. 5, 2009	450	residential	passenger traction lift
11	Warszawa, ul. Darwina 1A	Apr. 25, 2009	450	residential	passenger traction lift
12	Płock, ul. Piasta Kołodzieja 3	Apr. 28, 2009	375	residential	passenger traction lift
13	Płock, ul. Medyczna 19	Apr. 28, 2009	1425	hospital	hospital traction lift
14	Płock, ul. Medyczna 19	Apr. 28, 2009	1425	hospital	hospital traction lift
15	Lublin, ul. Wieniawska 14	Apr. 30, 2009	900	public office building	passenger traction lift
16	Lublin, ul. Wieniawska 14	Apr. 30, 2009	1425	public office building	passenger traction lift

17	CRH Lublin Plaza Lublin, ul. Lipowa 13	Apr. 30, 2009	-	shopping centre	moving walk
18	CRH Lublin Plaza Lublin, ul. Lipowa 13	Apr. 30, 2009	-	shopping centre	escalator
19	Warszawa Plac trzech krzyży 3/5	Oct. 2009	1000	public office building	passenger traction lift
20	Warszawa Plac trzech krzyży 3/5	Oct. 2009	800	public office building	passenger traction lift
21	Warszawa Plac trzech krzyży 3/5	Oct.2009	800	public office building	passenger traction lift
22	Warszawa Plac trzech krzyży 3/5	Oct. 2009	800	public office building	passenger traction lift
23	Warszawa Plac trzech krzyży 3/5	Oct. 2009	525	public office building	passenger traction lift
24	Warszawa Plac trzech krzyży 3/5	Oct. 2009	525	public office building	passenger traction lift
25	Warszawa Grochowska 200	Oct. 2009	630	residential	passenger traction lift
26	Warszawa Grochowska 200	Oct. 2009	1200	residential	passenger traction lift
27	Warszawa Grochowska 200	Oct. 2009	630	residential	passenger traction lift
					traction lift
28	Warszawa ul. Kobielska 13	Oct. 2009	1000	residential	passenger traction lift
29	Warszawa ul.Kobielska 13	Oct. 2009	500	residential	passenger traction lift
30	Warszawa ul. Kobielska 11	Oct. 2009	1000	residential	passenger traction lift
31	Warszawa ul. Kobielska 11	Oct. 2009	500	residential	passenger traction lift
32	Warszawa ul. Kobielska 15	Oct. 2009	630	residential	passenger traction lift
33	Warszawa ul. Kobielska 15	Oct. 2009	1000	residential	passenger traction lift

# Anexo 13 – Informação detalhada do parque de elevadores em Portugal

## Annex 1

Table A - 1 Detailed information of the elevator stock in Portugal

BUILDING TYPE	UNITS	AGE (DECADE OFF INSTALLATION)	TECHNOLOGY		BASIC CHARACTERISTICS				N° OF TRIPS PER YEAR	MOTOR POWER (kw)
			ELECTRO MECHANIC / ELECTRONIC	GEARED / GEARLESS / HYDRO	LOAD (kg)	SPEED (m/s)	N° FLOOR	RISE (m)		
RESIDENTIAL	5.000	80/90	E	HYDRO	320	0,63	4	10	30.000	7,7
	2.500	80/90	E		450	0,63	4	10	30.000	9,5
	68.000	70/80/90	E	GEARED	320	0,63	5	12	60.000	4,0
	12.000	70/80/90	E		450	1,00	5	12	60.000	5,0
	7.500	00	e	GEARLESS	450	1,00	5	12	70.000	3,0
	2.500	00	e		630	1,00	6	15	70.000	4,0
OFFICE	2.000	80/90	E	HYDRO	450	0,63	2	6	50.000	9,5
	1.000	80/90/00	E		630	0,63	2	6	50.000	12,5
	10.000	80/90	E	GEARED	630	1,00	8	21	220.000	6,0
	4.000	80/90	E		800	1,00	8	21	220.000	8,0
	2.000	90/00	e		1000	1,00	8	21	220.000	10,0
	1.000	00	e	GEARLESS	630	1,00	10	30	250.000	4,0
	500	00	e		800	1,60	15	42	360.000	8,5
	500	00	e		1000	1,60	15	42	360.000	11,0

HOSPITAL	500	80/90	E	HYDRO	1000	0,40	2	6	40.000	11,0
	1.500	90/00	E	GEARED	800	1,00	8	21	360.000	8,0
	3.000	90/00	E		1000	1,00	8	21	360.000	10,0
	400	90/00	e	GEARLESS	1600	1,00	8	21	360.000	14,0
	300	00	e		800	1,60	9	24	420.000	8,5
	200	00	e		1000	1,60	9	24	420.000	10,0
	100	00	e		1600	1,60	9	24	420.000	12,0
HOTEL	750	80/90	E	HYDRO	630	0,63	2	6	50.000	11,0
	250	80/90	E		1000	0,63	2	6	50.000	14,7
	1.500	80/90/00	E	GEARED	630	1,00	9	24	360.000	6,0
	7.500	80/90/00	E		800	1,00	9	24	360.000	8,0
	500	80/90/00	e		1000	1,60	11	30	360.000	10,0
	300	00	e	GEARLESS	630	1,60	13	39	500.000	6,0
	200	00	e		800	1,60	13	39	500.000	8,5
	100	00	e		1000	2,50	13	39	500.000	14,0
COMMERCIAL	750	90/00	E	HYDRO	800	0,63	2	6	73.000	12,5
	250	90/00	E		1000	0,63	2	6	73.000	14,7
	500	90/00	E	GEARED	800	1,00	4	12	260.000	8,0
	1.000	90/00	E		1000	1,00	4	12	260.000	11,0
	250	90/00	e		1250	1,00	4	12	260.000	12,5
	100	00	e	GEARLESS	800	1,00	4	12	300.000	8,0
	100	00	e		1000	1,00	4	12	300.000	9,0
	50	00	e		1250	1,00	4	12	300.000	11,0
OTHERS	750	90/00	E	HYDRO	1000	0,63	4	9	30.000	14,7
	250	90/00	e	HYDRO	2000	0,40	4	9	30.000	20,0
	400	90/00	E	GEARED	1000	1,00	5	12	60.000	11,0
	100	00/	e	GEARLESS	1000	1,00	5	12	80.000	9,0