

Auditorias Energéticas em Edifícios de Serviços

Procedimentos de Auditoria por Níveis de Esforço

(Inspirado em ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition)

Lisboa, 8 de Outubro de 2013

Carlos Lisboa, Eng

BLC navitas, Lda

carlos.lisboa@blcnnavitas.pt

Telefone fixo +351 214 415 546

Telefone móvel +351 919 263 880

Tarefas	Nível			
	AP	1	2	3
1 recolha da informação geral de referência do edifício	•	•	•	•
2 recolha da facturação histórica de energia	•	•	•	•
3 desempenho energético, determinação de índices de uso da energia (IUE)	•	•	•	•
4 investigação de consumos típicos de edifícios semelhantes, benchmarking	•	•	•	•
5 vistoria simples		•	•	•
6 identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento		•	•	•
7 identificação de medidas que requerem investimento		•	•	•
8 levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício		•	•	•
9 medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento		•	•	•
10 medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético		•	•	•
11 análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - concepção e condição atual			•	•
12 análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)			•	•
13 medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes			•	•
14 determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)			•	•
15 determinação das curvas características da instalação			•	•
16 medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento			•	•
17 medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético			•	•
18 medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento			•	•
19 medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético			•	•
20 medições de campo adicionais				•
21 medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)				•
22 medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do investimento				•
23 produção de desenhos esquemáticos relativos à implementação das medidas				•
Informação produzida, incluída na comunicação ao cliente	Nível			
	AP	1	2	3
1 resumo da informação do edifício	•	•	•	•
2 fornecimentos de energia - potencial de economia por alteração contratual	•	•	•	•
3 IUE do edifício e sua comparação com universo de edifícios semelhantes (benchmarking)	•	•	•	•
4 estimativa de redução potencial na fatura energética e no consumo de energia	•	•	•	•
5 levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício		•	•	•
6 descrição geral das medidas identificadas		•	•	•
7 medidas identificadas : análise do investimento (simplificada)		•	•	•
8 estrutura de consumos			•	•
9 curvas características da instalação			•	•
10 levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos			•	•
11 descrição das medidas identificadas			•	•
12 recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)			•	•
13 medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)			•	•
14 medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)			•	•
15 medidas capital-intensivas : descrição detalhada				•
16 medidas capital-intensivas : análise do investimento (final)				•

Análise Preliminar do Uso da Energia (AP)

Nível 1 – Auditoria simplificada

Nível 2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas

Nível 3 – Auditoria detalhada completa

Análise Preliminar do Uso da Energia (AP)

Nível 1 – Auditoria simplificada

Nível 2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas

Nível 3 – Auditoria detalhada completa

Análise preliminar do uso da energia (AP)

A “Análise preliminar do uso da energia”, AP, precede a realização da auditoria energética e tem como objetivo situar o desempenho energético do edifício relativamente a edifícios semelhantes servindo de suporte à decisão de avançar para uma auditoria de nível 1.

A análise é feita em gabinete com base apenas em informação histórica de consumos do edifício e nas características gerais do mesmo, nesta fase não é requerida a visita ao edifício.

São determinados índices de consumo específico de energia (kWh/m², kWh/quarto, kWh/dormida, etc.) e índices de custo específico de energia (€/m², €/quarto, €/dormida, etc.), e feita a sua comparação com índices conhecidos de edifícios semelhantes (*benchmarking*) .

A análise de *benchmarking* permitirá identificar quais os edifícios com maior potencial de redução de consumos/custos e estabelecer prioridades de atuação.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Recolha da informação de referência do edifício

Recolha da faturação histórica de energia

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Benchmarking

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Recolha da informação de referência do edifício

Recolha da faturação histórica de energia

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Benchmarking

Recolha da Informação geral de referência do edifício

Código de identificação : *NIC1*

Designação : *Picoas – sede*

Tipo de utilização : *serviços, DataCenter, Telecomunicações*

Morada : *Av.Fontes Pereira de Melo, 40, Lisboa*

Região : *Lisboa*

Área bruta de construção : *61.500 m²*

Consumo de energia : *??? kWh*

Fatura energética : *??? K€*

Recolha da Informação geral de referência do edifício

Número de pisos : *12*

Responsável pelo edifício : *Sr. José Silva, 210 123 456, jose.silva@empresa.pt*

Existência de auditoria anteriores :

Critério de viabilidade económica para medidas de racionalização :

Recolha da Informação geral de referência do edifício

Área bruta: soma de todas as áreas de todos os espaços do edifício sem deduções de orifícios nos pavimentos com exceção de átrios. A área é medida pela superfície exterior das paredes exteriores ou pelo centro das paredes divisórias para outros edifícios, mas exclui passagens cobertas, áreas abertas cobertas, varandas e similares, valas técnicas, estacionamentos cobertos, estacionamentos exteriores e similares.

Esta definição é muito importante para que se possam comparar índices por m² dos edifícios em análise com valores publicados em fontes internacionais.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Recolha da informação de referência do edifício

Recolha da faturação histórica de energia

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Benchmarking

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Recolha da faturação histórica de energia

Obter no mínimo um ano completo de faturação, mas **o ideal é obter faturas de três a cinco anos** para melhor conhecer o consumo típico anual de energia.

Tentar preferencialmente obter cópias das **faturas originais** e não apenas tabelas com valores retirados das faturas.

Esta última opção poderá, no entanto, ser aceitável na análise de um número muito grande de edifícios cuja informação esteja já processada desta forma.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

mês	Consumo de Electricidade					Consumo de Gás						Energia Primária		Factura	
	Produção refeições	Total				Total									
	34.253.271	kWh	kWh/ref	€	€/kWh	m3	l/ref	kWh	€	€/kWh	€/m3	Tep	gep/ref	€	€/ref
Jan-10	649.181	443.549	0,683	34.644 €	0,078	14.592	22	174.766	5.347 €	0,030596	0,366 €	108,570	167	39.991	0,062
Fev-10	589.244	453.898	0,770	34.092 €	0,075	13.798	23	165.077	5.042 €	0,030546	0,365 €	110,077	187	39.135	0,066
Mar-10	665.660	415.354	0,624	31.175 €	0,075	13.804	21	165.922	5.088 €	0,030665	0,369 €	101,795	153	36.263	0,054
Abr-10	726.330	462.241	0,636	35.217 €	0,076	13.316	18	160.174	5.109 €	0,031895	0,384 €	111,434	153	40.326	0,056
Mai-10	774.701	457.162	0,590	35.066 €	0,077	12.148	16	146.192	4.689 €	0,032077	0,386 €	109,285	141	39.755	0,051
Jun-10	790.163	507.329	0,642	38.649 €	0,076	8.421	11	101.355	3.314 €	0,032695	0,394 €	116,698	148	41.963	0,053
Jul-10	943.573	554.783	0,588	42.377 €	0,076	9.121	10	107.879	4.450 €	0,041247	0,488 €	127,534	135	46.827	0,050
Ago-10	1.007.376	599.197	0,595	45.339 €	0,076	7.317	7	87.269	3.023 €	0,034644	0,413 €	135,450	134	48.362	0,048
Set-10	897.254	586.506	0,654	44.566 €	0,076	7.474	8	88.546	3.704 €	0,041835	0,496 €	132,864	148	48.271	0,054
Out-10	835.755	513.734	0,615	38.717 €	0,075	8.600	10	102.684	4.321 €	0,042082	0,502 €	118,237	141	43.038	0,051
Nov-10	667.301	512.816	0,768	37.849 €	0,074	9.080	14	108.973	4.549 €	0,041741	0,501 €	118,474	178	42.397	0,064
Dez-10	748.147	480.834	0,643	35.396 €	0,074	8.719	12	104.144	4.377 €	0,042027	0,502 €	111,271	149	39.773	0,053
Jan-11	688.637	481.078	0,699	39.907 €	0,083	15.603	23	187.278	7.556 €	0,040347	0,484 €	117,554	171	47.463	0,069
Fev-11	553.651	489.009	0,883	42.212 €	0,086	16.357	30	197.121	7.291 €	0,036990	0,446 €	119,942	217	49.504	0,089
Mar-11	680.949	459.773	0,675	39.286 €	0,085	15.390	23	185.151	6.495 €	0,035078	0,422 €	112,781	166	45.780	0,067
Abr-11	819.678	536.626	0,655	46.779 €	0,087	10.033	12	120.595	4.664 €	0,038674	0,465 €	124,456	152	51.443	0,063
Mai-11	806.857	547.711	0,679	47.572 €	0,087	9.633	12	115.588	4.530 €	0,039192	0,470 €	126,477	157	52.102	0,065
Jun-11	856.945	560.482	0,654	49.646 €	0,089	9.002	11	108.465	4.261 €	0,039283	0,473 €	128,651	150	53.907	0,063
Jul-11	1.017.157	563.401	0,554	49.288 €	0,087	9.594	9	115.105	4.852 €	0,042156	0,506 €	129,815	128	54.140	0,053
Ago-11	1.036.097	602.951	0,582	52.737 €	0,087	9.364	9	112.294	3.947 €	0,035151	0,422 €	138,110	133	56.685	0,055
Set-11	933.904	611.671	0,655	53.779 €	0,088	9.726	10	116.603	5.006 €	0,042932	0,515 €	140,312	150	58.785	0,063
Out-11	891.993	562.196	0,630	49.391 €	0,088	8.977	10	105.894	4.721 €	0,044582	0,526 €	128,997	145	54.112	0,061
Nov-11	650.984	510.296	0,784	44.236 €	0,087	12.437	19	148.522	6.429 €	0,043285	0,517 €	120,971	186	50.665	0,078
Dez-11	666.833	483.133	0,725	41.762 €	0,086	16.890	25	202.202	8.788 €	0,043463	0,520 €	119,161	179	50.550	0,076
Total 2011	9.603.685	6.408.327	0,667	556.596 €	0,087	143.006	15	1.714.818	68.541 €	0,039970	0,479 €	1507,227	157	625.137	0,065

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

mês	Consumo de Electricidade						Consumo de Gás					Energia Primária		Factura		
	refeições	Total										Recomenda-se a introdução dos dados das faturas recolhidas nesta fase em ficheiro de base de dados de consumos históricos a utilizar ao longo de todas as fases subsequentes de auditoria. Os dados são introduzidos uma única vez sendo deles retirada a informação requerida em cada fase.				
	34.253.271	kWh	kWh/ref	€	€/kWh		m									
Jan-10	649.181	443.549	0,683	34.644 €	0,078	14										
Fev-10	589.244	453.898	0,770	34.092 €	0,075	13										
Mar-10	665.660	415.354	0,624	31.175 €	0,075	13										
Abr-10	726.330	462.241	0,636	35.217 €	0,076	13										
Mai-10	774.701	457.162	0,590	35.066 €	0,077	12										
Jun-10	790.163	507.329	0,642	38.649 €	0,076	8										
Jul-10	943.573	554.783	0,588	42.377 €	0,076	9										
Ago-10	1.007.376	599.197	0,595	45.339 €	0,076	7										
Set-10	897.254	586.506	0,654	44.566 €	0,076	7										
Out-10	835.755	513.734	0,615	38.717 €	0,075	8										
Nov-10	667.301	512.816	0,768	37.849 €	0,074	9										
Dez-10	748.147	480.834	0,643	35.396 €	0,074	8										
Jan-11	688.637	481.078	0,699	39.907 €	0,083	15										
Fev-11	553.651	489.009	0,883	42.212 €	0,086	16.357	30	197.121	7.291 €	0,036990	0,446 €	119,942	217	49.504	0,089	
Mar-11	680.949	459.773	0,675	39.286 €	0,085	15.390	23	185.151	6.495 €	0,035078	0,422 €	112,781	166	45.780	0,067	
Abr-11	819.678	536.626	0,655	46.779 €	0,087	10.033	12	120.595	4.664 €	0,038674	0,465 €	124,456	152	51.443	0,063	
Mai-11	806.857	547.711	0,679	47.572 €	0,087	9.633	12	115.588	4.530 €	0,039192	0,470 €	126,477	157	52.102	0,065	
Jun-11	856.945	560.482	0,654	49.646 €	0,089	9.002	11	108.465	4.261 €	0,039283	0,473 €	128,651	150	53.907	0,063	
Jul-11	1.017.157	563.401	0,554	49.288 €	0,087	9.594	9	115.105	4.852 €	0,042156	0,506 €	129,815	128	54.140	0,053	
Ago-11	1.036.097	602.951	0,582	52.737 €	0,087	9.364	9	112.294	3.947 €	0,035151	0,422 €	138,110	133	56.685	0,055	
Set-11	933.904	611.671	0,655	53.779 €	0,088	9.726	10	116.603	5.006 €	0,042932	0,515 €	140,312	150	58.785	0,063	
Out-11	891.993	562.196	0,630	49.391 €	0,088	8.977	10	105.894	4.721 €	0,044582	0,526 €	128,997	145	54.112	0,061	
Nov-11	650.984	510.296	0,784	44.236 €	0,087	12.437	19	148.522	6.429 €	0,043285	0,517 €	120,971	186	50.665	0,078	
Dez-11	666.833	483.133	0,725	41.762 €	0,086	16.890	25	202.202	8.788 €	0,043463	0,520 €	119,161	179	50.550	0,076	
Total 2011	9.603.685	6.408.327	0,667	556.596 €	0,087	143.006	15	1.714.818	68.541 €	0,039970	0,479 €	1507,227	157	625.137	0,065	

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Recolha da informação de referência do edifício

Recolha da faturação histórica de energia

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Benchmarking

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Índice de uso de energia (IUE): razão entre o consumo anual de energia, em kWh, e a(s) variável(eis) de referência mais relevante(s) para o consumo, por exemplo:

- edifícios de serviços, centros comerciais; kWh / m²;
- hotéis / hospitais / residenciais; kWh / quarto, kWh / dormida, kWh / m²;
- Restaurantes; kWh / refeição, kWh / m²;
- Clubes com piscina; kWh / utente ; kWh / m² ;
- Edifícios de habitação; kWh / m².

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Índice de custo da energia (ICE): razão entre a fatura anual de energia, em €, e a(s) variável(eis) de referência mais relevante(s) para esse custo, por exemplo:

- edifícios de serviços, Centros comerciais; € / m²;
- hotéis / hospitais / residenciais; € / quarto, € / dormida, € / m²;
- Restaurantes; € / refeição, € / m²;
- Clubes com piscina; € / utente ; € / m² ;
- Edifícios de habitação; € / m².

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Recolha da informação de referência do edifício

Recolha da faturação histórica de energia

Determinação de índices de uso da energia (IUE) e de custo da energia (ICE)

Benchmarking

Benchmarking

Benchmarking : avaliar (alguma coisa) por comparação com um padrão
(*Oxford University Press*)

A análise de *benchmarking* permitirá identificar quais os edifícios com maior potencial de redução de consumos/custos e estabelecer prioridades de atuação.

O consumo de energia de um edifício depende de diversas variáveis, nomeadamente:

- Tipo de utilização;
- Dimensão;
- Ano de construção;
- Clima do local;
- Características específicas;
 - por exemplo, para hotéis: c/s/ lavandaria, c/s/ piscina aquecida, c/s/ piscina aquecida exterior, tipo bungalows ou blocos de quartos, número de quartos, etc.

Benchmarking

Fontes de informação online sobre consumo de energia em edifícios para efeito de benchmarking:

ENERGY STAR® Target Finder

<http://www.energystar.gov/buildings/>

U.S. E.I.A. Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS)

<http://www.eia.gov/consumption/commercial/index.cfm>

Energy IQ (Easy interface for CBECS and California specific benchmark data)

http://energyiq.lbl.gov/EnergyIQ/index_too_old.jsp

Free Building Benchmarks

<http://www.buildingbenchmarks.com/>

Buildings Energy DataBook, DOE

<http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/CBECS.aspx>

iSERV project (projeto ainda não concluído)

<http://www.iservcmb.info/>

ADENE (desafio para o médio prazo)

<http://www.adene.pt>

Benchmarking

Para uma correta análise de Benchmarking ter em atenção o seguinte:

- Usar base de dados com um número relevante de edifícios;
- Ter em atenção as variáveis que influenciam o consumo, de forma a que se comparem “maçãs com maçãs”;
- Ter em atenção a definição de área de construção utilizada na base de dados;
- Sempre que for o caso, usar as bases de dados de edifícios do proprietário do edifício a auditar;
 - São edifícios provavelmente semelhantes ao edifício objeto da auditoria;
 - São edifícios dos quais se consegue obter a informação que for necessária;
 - Pode permitir identificar outros edifícios do mesmo proprietário que devam também ser auditados.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Tarefas

Benchmarking

Table 7b. U.S. Commercial Buildings Energy Intensity Using [Final Energy](#) by Census Region and Principal Building Activity, 1992-2003

(kWh / m2)

Principal Building Activity and Census Region	Survey Years			
	1992	1995	1999	2003
U.S. Total	199	227	225	241
Education	165	173	170	201
Food Sales	608	739	678	675
Food Service	495	622	602	660
Health Care	487	534	425	437
Lodging	368	293	236	244
Mercantile and Service	180	198	227	257
Office	264	286	276	268
Public Assembly	183	254	215	227
Public Order and Safety	225	221	198	279
Religious Worship	58	77	72	97
Warehouse and Storage	103	101	109	119
Other 3	371	409	394	403
Vacant	62	47	34	42

Benchmarking

Table 7b. U.S. Commercial Buildings Energy Intensity Using Final Energy by Census Region and Principal Building Activity, 1992-2003

(kWh / m²)

Principal Building Activity and Census Region	Survey Years			
	1992	1995	1999	2003
U.S. Total	199	227	225	241
Education	165	173	170	201
Food Sales	608	739	678	675
Food Service	495	622	602	660
Health Care	487	534	425	437
Lodging	368	293	236	244
Mercantile and Service	180	198	227	257
Office	264	286	276	268
Public Assembly	183	254	215	227
Public Order and Safety				
Religious Worship				
Warehouse and Storage				
Other 3				
Vacant				

Atenção! Os valores desta tabela são obtidos de base de dados de edifícios reais no EUA, os valores na Europa são, na generalidade, significativamente mais baixos.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Resumo da informação de referência do edifício

Fornecimentos de energia, potencial de economia por alteração contratual

Índice de uso da energia (IUE), benchmarking

Estimativa da redução potencial da fatura e do consumo de energia

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Resumo da informação de referência do edifício

Fornecimentos de energia, potencial de economia por alteração contratual

Índice de uso da energia (IUE), benchmarking

Estimativa da redução potencial da fatura e do consumo de energia

Project Name

Client Name

Site Address

City/State

Year

Building Type and/or Functions

Gross Area

Lease Type

No. Stories

Key Contacts

Name and Position	Phone/Email

Economic Criteria for Energy Projects

Previous Audit or Engineering Study Availability

Notes

NOTE: Request utility/fuel bills for two- to three-year period.

Fonte. ASHRAE Procedures for
Commercial Building Energy
Audits 2nd Edition.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Resumo da informação de referência do edifício

Fornecimentos de energia, potencial de economia por alteração contratual

Índice de uso da energia (IUE), benchmarking

Estimativa da redução potencial da fatura e do consumo de energia

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Fornecimento

ELECTRIC

Utility/Supplier Name	
Account Number	
Meter Number	
Rate Schedule Name/Number	
Notes on Rate	

YEAR:

Month	Bill Date	Days in Period	Ave. Temp. (F)	Actual Demand (kW)	Billed Demand (kW)	Electric Use (kWh)	Demand Cost (\$)	Electric Use (\$)	Other Fees (\$)	Total Bill (\$)
January										\$0
February										\$0
March										\$0
April										\$0
May										\$0
June										\$0
July										\$0
August										\$0
September										\$0
October										\$0
November										\$0
December										\$0
Annual Totals						0	\$0	\$0	\$0	\$0

Peak Demand (kW)	0
Total Annual Cost (\$)	\$0

Atual

Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Fornecimento

NATURAL GAS

Utility/Supplier Name	
Account Number	
Meter Number	
Rate Schedule Name/Number	
Notes on Rate	

YEAR:

Month	Bill Date	Days in Period	Ave. Temp. (F)	Actual Demand* ()	Billed Demand* ()	therms	Demand Cost (\$)	Gas Use (\$)	Other Fees (\$)	Total Bill (\$)
January										\$0
February										\$0
March										\$0
April										\$0
May										\$0
June										\$0
July										\$0
August										\$0
September										\$0
October										\$0
November										\$0
December										\$0
Annual Totals							0	\$0	\$0	\$0

* Choose appropriate units for gas (typically MMBtu, therms, or MCF).

Peak Demand ()	0
Total Annual Cost (\$)	\$0

Atual

Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Fornecimentos de energia, potencial de economia por alteração contratual

No que se refere aos fornecimentos de energia, para além da apresentação dos dados históricos de faturação, deve ser apresentado o potencial de economia na fatura associada a eventual melhoria das condições contratuais de aquisição da energia.

(aspeto a detalhar noutra parte do curso)

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Resumo da informação de referência do edifício

Fornecimentos de energia, potencial de economia por alteração contratual

Índice de uso da energia (IUE), benchmarking

Estimativa da redução potencial da fatura e do consumo de energia

Análise preliminar de
Informação ao cliente

ENERGY PERFORMANCE SUMMARY
Commercial Building Energy Audit Sample Forms

Índice de uso da energia

Energy Type	Total Annual Use	Units	Conversion Multiplier	kBtu	Total Annual Cost (\$)
Electricity	0	kWh	3,412142	-	\$ -
Natural Gas	0	therms	100	-	\$ -
Purchased Steam			0	-	
Purchased Hot Water			0	-	
Purchased Chilled Water			0	-	
Oil #:			0	-	
Propane			0	-	
Coal			0	-	
Thermal—On-Site Generated			0	-	
Other			0	-	
Electricity—On-Site Generated			0	-	
Thermal or Electricity—Exported			0	-	
			0	-	
Total				-	\$ -

Gross Conditioned Area	0
EUI (kBtu/ft^2)	-
Target Finder Score*	
CBECS EUI (for comparable , kBtu/ft^2)	
ECI (\$/ft^2)	0

Notes:

Fonte. ASHRAE Procedures for
Commercial Building Energy
Audits 2nd Edition.

* Additional data may be required for your building type.

Análise preliminar Informação ao cliente

ENERGY PERFORMANCE SUMMARY Commercial Building Energy Audit Sample Forms

Índice de uso da energia

Energy Type	Total Annual Use	Units	Conversion Multiplier	kBtu	Total Annual Cost (\$)
Electricity	0	kWh	3,412142	-	\$ -
Natural Gas	0	therms	100	-	\$ -
Purchased Steam			0	-	
Purchased Hot Water			0	-	
Purchased Chilled Water			0	-	
Oil #:			0	-	
Propane			0	-	
Coal			0	-	
Thermal—On-Site Generated			0	-	
Other			0	-	
Electricity—On-Site Generated			0	-	
Thermal or Electricity—Exported			0	-	
			0	-	
Total					

Gross Conditioned Area

EUI (kBtu/ft²)

Target Finder Score*

CBECS EUI (for comparable, kBtu/ft²)

ECI (\$/ft²)

<http://www.energystar.gov/buildings/service-providers/design/step-step-process/evaluate-target/epa%E2%80%99s-target-finder-calculator>

http://www.eia.gov/emeu/efficiency/cbecstrends/cbi_html/cbecs_trends_7_b.html

Notes:

Fonte. ASHRAE Procedures for
Commercial Building Energy
Audits 2nd Edition.

* Additional data may be required for your building type.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Resumo da informação de referência do edifício

Fornecimentos de energia, potencial de economia por alteração contratual

Índice de uso da energia (IUE), benchmarking

Estimativa da redução potencial da fatura e do consumo de energia

Estimativa da redução potencial da fatura e do consumo de energia

Definir o objetivo para os índices EUI e ECI, com base em, por exemplo:

- Escolha de menor índice de base de dados de edifícios semelhantes;
- Escolha fundamentada no conhecimento de consultor energético com experiência relevante no tipo de edifício em causa.

Calcular as economias de energia e na fatura energética que resultariam se o objetivo de EUI fosse atingido.

Com base nas economias calculadas determinar se se justifica avançar para uma auditoria de nível1.

Análise Preliminar do Uso da Energia (AP)

Nível 1 – Auditoria simplificada

Nível 2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas

Nível 3 – Auditoria detalhada completa

Nível1 – Auditoria simplificada.

A auditoria de Nível1 baseia-se no relatório de “Análise Preliminar do Uso da Energia” e numa curta vistoria ao edifício.

Uma auditoria de Nível1 deverá:

- Identificar medidas de melhoria da eficiência energética sem necessidade de investimento ou com necessidades reduzidas de investimento;
- Produzir uma lista de medidas de melhoria da eficiência energética com necessidade de investimento significativo e, portanto, requerendo uma análise de engenharia mais aprofundada.

Como, nesta fase, o esforço de cálculo de engenharia deve ser mínimo os valores de economia e de investimento são valores aproximados.

Nível1 – Auditoria simplificada.

Uma auditoria de Nível1 pode justificar-se com o objetivo de:

- Determinar aproximadamente o potencial de economia de energia de um edifício;
- Num grupo alargado de edifícios, determinar quais os edifícios que apresentam o maior potencial de economia de energia.

Os resultados de auditorias de Nível1 podem servir para definir uma lista de prioridades para os edifícios a submeter a auditorias de Nível2 e de Nível3.

Nível1 – Auditoria simplificada

Tarefas

Vistoria simples

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

identificação de medidas que requerem investimento

medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento

medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético

Nível1 – Auditoria simplificada

Tarefas

Vistoria simples

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

identificação de medidas que requerem investimento

medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento

medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético

Vistoria simples

A vistoria deve cumprir os seguintes objetivos:

- Conhecer as características construtivas do edifício;
- Conhecer as características principais dos equipamentos e sistemas do edifício;
- Conhecer o modo como o edifício e os seus sistemas são operados e mantidos;
- Conhecer as utilizações que coexistem no edifício;
- Reunir com o proprietário/responsável e ocupantes para tomar conhecimento de:
 - eventuais queixas de desempenho;
 - eventuais melhorias programadas;
 - eventuais práticas de operação ou manutenção que afetem a eficiência energética.

Vistoria simples

A vistoria deve ser acompanhada pelos técnicos responsáveis pela condução e manutenção do edifício que detenham um conhecimento detalhado do edifício e do seu desempenho.

No decorrer de uma vistoria simples um auditor experiente consegue normalmente identificar diversas medidas potenciais de melhoria da eficiência energética.

No final da vistoria, e ainda no edifício, deve ser realizada uma pequena reunião final com o proprietário/decisor e com os técnicos responsáveis pela condução e manutenção que acompanharam a visita com o objetivos de:

- Apresentar e discutir potenciais medidas de melhoria da eficiência energética identificadas no decurso da vistoria;
- Discutir os próximos passos a dar no processo.

Nível1 – Auditoria simplificada

Tarefas

Vistoria simples

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

identificação de medidas que requerem investimento

medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento

medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

O tipo de medidas sem investimento ou com investimento reduzido habitualmente identificadas numa vistoria simples são normalmente relacionadas com a condução das instalações, por exemplo:

- Adequada programação de horários de funcionamento de equipamentos e sistemas;
- Correto estabelecimento de *setpoints* de operação de sistemas e equipamentos;
- Correção de anomalias de manutenção de sistemas e equipamentos;
- Correção de anomalias de funcionamento /conceção de sistemas e equipamentos.

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

Adequada programação de horários de funcionamento de equipamentos e sistemas, sendo os mais frequentes os seguintes:

- Iluminação exterior;
- Iluminação interior (espaços de trabalho, circulações, casas de banho);
- Iluminação noturna;
- Operação do sistema de AVAC;
- Operação das bombas de AVAC;
- Operação de ventiladores de AVAC;
- Outros.

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

Correto estabelecimento de *setpoints* de operação de sistemas e equipamentos, sendo os mais frequentes os seguintes:

- Temperatura do ar ambiente interior;
- Temperatura da água refrigerada produzida;
- Temperatura da água quente produzida;
- Luminosidade interior requerida;
- Temperaturas de operação do sistema de águas quentes sanitárias (AQS);
- Pressão de operação da rede de vapor;
- Outros.

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

Correção de anomalias de manutenção de sistemas e equipamentos, por exemplo:

- Filtros colmatados;
- Correias de ventiladores lassas;
- Uniões flexíveis de condutas soltas ou rasgadas;
- UTAs com portas pouco estanques (muitas vezes sem fechar completamente);
- UTAs com componentes obsoletos que se podem desmontar;
- Deficiências de isolamento térmico de tubagens de água e de condutas de ar;
- Outros.

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

Correção de anomalias de funcionamento/conceção de sistemas e equipamentos, por exemplo:

- Free-Cooling não otimizado (situação presente na enorme maioria dos edifícios);
- Comando de chillers/bombas de calor não otimizado;
- Recuperadores de calor não ativados para o modo de recuperação de frio no verão;
- Iluminação instalada excessiva → remoção de lâmpadas;
- Outros.

Nível1 – Auditoria simplificada

Tarefas

Vistoria simples

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

identificação de medidas que requerem investimento

medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento

medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético

identificação de medidas que requerem investimento

Nesta fase deverão ainda ser identificadas as medidas potenciais de melhoria da eficiência energética que, por requererem um investimento significativo, obrigam a uma análise de engenharia mais aprofundada, a realizar numa auditoria de Nível2.

A análise de engenharia incluirá medições específicas no campo, estudos de conceção, cálculos de dimensionamento e consulta de preços ao mercado que permitam estimar com rigor suficiente o benefício económico e o investimento associado.

Nível1 – Auditoria simplificada

Tarefas

Vistoria simples

identificação de medidas sem investimento ou com reduzido investimento

identificação de medidas que requerem investimento

medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento

medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético

Nível1 – Auditoria simplificada

Tarefas

medidas identificadas : estimativa simples do custo do investimento

medidas identificadas : estimativa simples do benefício económico e energético

O custo de uma auditoria de Nível1 deve ser baixo, para que este nível de auditoria seja realizado no maior número possível de edifícios, este requisito implica que o tempo gasto pelo auditor energético seja limitado.

Nesta fase as medidas de melhoria da eficiência energética devem ser avaliadas com base em estimativas grosseiras do respetivo investimento e benefício, muitas vezes com base em valores típicos publicados ou resultantes da experiência, não requerendo uma grande dedicação de tempo por parte do auditor energético.

Nível1 – Auditoria simplificada

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício

Descrição geral das medidas identificadas

medidas identificadas : análise do investimento (simplificada)

Nível1 – Auditoria simplificada

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício

Descrição geral das medidas identificadas

medidas identificadas : análise do investimento (simplificada)

Nível1 – Auditoria simplificada

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício

#	Space Function Type	Gross Floor Area	Weekly Operating Hours	Weeks/ Year	# Occupants	# PCs	Principal Lighting Type	Principal HVAC Type	% of Spaces Heated	% of Spaces Cooled
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Total		0			0	0				

Fonte. ASHRAE Procedures for
Commercial Building Energy
Audits 2nd Edition.

Nível1 – Auditoria simplificada

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício

Por exemplo, num edifício de escritórios é frequente coexistirem as seguintes utilizações:

#	Space Function Type	Gross Floor Area	Weekly Operating Hours	Weeks/ Year	# Occupants	# PCs	Principal Lighting Type	Principal HVAC Type	% of Spaces Heated	% of Spaces Cooled
1	Escritórios									
2										
3	Estacionamento coberto									
4										
5	DataCenter									
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Total		0			0	0				

Nível1 – Auditoria simplificada

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Levantamento das diferentes utilizações que coexistem no edifício

Descrição geral das medidas identificadas

medidas identificadas : análise do investimento (simplificada)

Descrição geral das medidas identificadas

Cada medida de melhoria da eficiência energética deve ser descrita num texto breve e conciso não sendo, nesta fase, requerida a apresentação de esquemas ou especificações mais detalhadas de equipamentos ou materiais.

As medidas sem investimento ou com reduzido investimento devem ser claramente identificadas e recomendada no relatório a sua imediata implementação.

As medidas que requerem uma mais aprofundada análise de engenharia devem ser claramente identificadas e recomendada no relatório a sua análise mais aprofundada no âmbito de uma auditoria de Nível2.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

medidas identificadas : análise do investimento (simplificada)

Measure Number	Measure Description	Annual Energy and Cost Savings			Payback	
		Electricity Savings (kWh)	Gas/Fuel Savings (kWh)	Total Cost Savings (€)	Measure Cost (€)	Simple Payback (yr)
TOTALS (Recommended Measures)						

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

medidas identificadas : análise do investimento (simplificada)

Measure Number	Measure Description	Annual Energy and Cost Savings			Payback	
		Electricity Savings (kWh)	Gas/Fuel Savings (kWh)	Total Cost Savings (€)	Measure Cost (€)	Simple Payback (yr)

Com base nas economias calculadas determinar se se justifica avançar para uma auditoria de nível2.

TOTALS (Recommended Measures)						

Análise Preliminar do Uso da Energia (AP)

Nível 1 – Auditoria simplificada

Nível 2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas

Nível 3 – Auditoria detalhada completa

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

A auditoria de Nível2 requer uma vistoria detalhada do edifício e dos seus sistemas técnicos incluindo medições de consumos de energia e de outros parâmetros relevantes para o referido consumo.

Uma auditoria de Nível2 deverá identificar todas as medidas de melhoria da eficiência energética e apresentar a análise de custo/benefício de cada uma delas. Deverá ainda incluir propostas de alteração aos procedimentos de operação e manutenção (O&M).

As medidas requerendo elevado investimento, ou capital-intensivas, e, portanto, exigindo para o processo de tomada de decisão da sua aplicação uma análise de engenharia mais aprofundada, devem ser identificadas e, se necessário, recomendada a sua análise ao nível especificado para uma auditoria de Nível3.

Este nível de auditoria é o suficiente para a grande maioria de edifícios e de medidas potenciais de melhoria da eficiência energética.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Trabalho de campo (vistoria e medições)

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Antes do trabalho de campo devem ser analisadas em gabinete as seguintes peças desenhadas:

- AVAC - Esquemas de princípio hidráulicos e aeráulicos (incluindo AQS e solar térmico);
- AVAC – Redes de condutas;
- AVAC – Redes de tubagens;
- AVAC – Centrais técnicas. Implantação de equipamentos e redes;
- Electricidade – Implantação e alimentação de luminárias;
- Electricidade – Diagrama de alimentação de energia;
- Electricidade – Esquemas de quadros;
- Vapor – Esquema e implantação da rede;
- Outras peças desenhadas de sistemas técnicos relevantes.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Antes do trabalho de campo devem ainda ser analisadas em gabinete os seguintes elementos:

- Plano de manutenção;
- Relação de equipamentos instalados;
- Especificações e condições de seleção dos principais equipamentos consumidores de energia;
 - Chillers / bombas de calor;
 - Torres;
 - Caldeiras;
 - Sistemas de expansão direta;
 - Unidades de climatização (UTAs e VCs)
- Outros elementos de sistemas técnicos relevantes.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Sempre que se sabe à partida que a auditoria será realizada com o recurso a simulação dinâmica detalhada é conveniente que uma primeira versão do modelo do edifício seja criado em gabinete antes da realização do trabalho de campo. Nesta primeira versão deverão ser já definidos todos os compartimentos ou zonas de cálculo. Esta regra oferece as seguintes vantagens:

- Melhor memorização da geometria e arquitetura do edifício;
- Ao analisar em detalhe a arquitetura do edifício e pensar no seu zonamento para efeito de cálculo aumentam as garantias de que a preparação do trabalho de campo será bem feita e produtiva, ie, minimizam-se os retornos ao edifício para verificar aspetos omissos em visitas anteriores;
- Ao consolidar à partida o zonamento de cálculo do edifício, o trabalho de campo poderá ser feito para cada zona de cálculo definida, aumentando desta forma a produtividade do trabalho e o seu rigor.

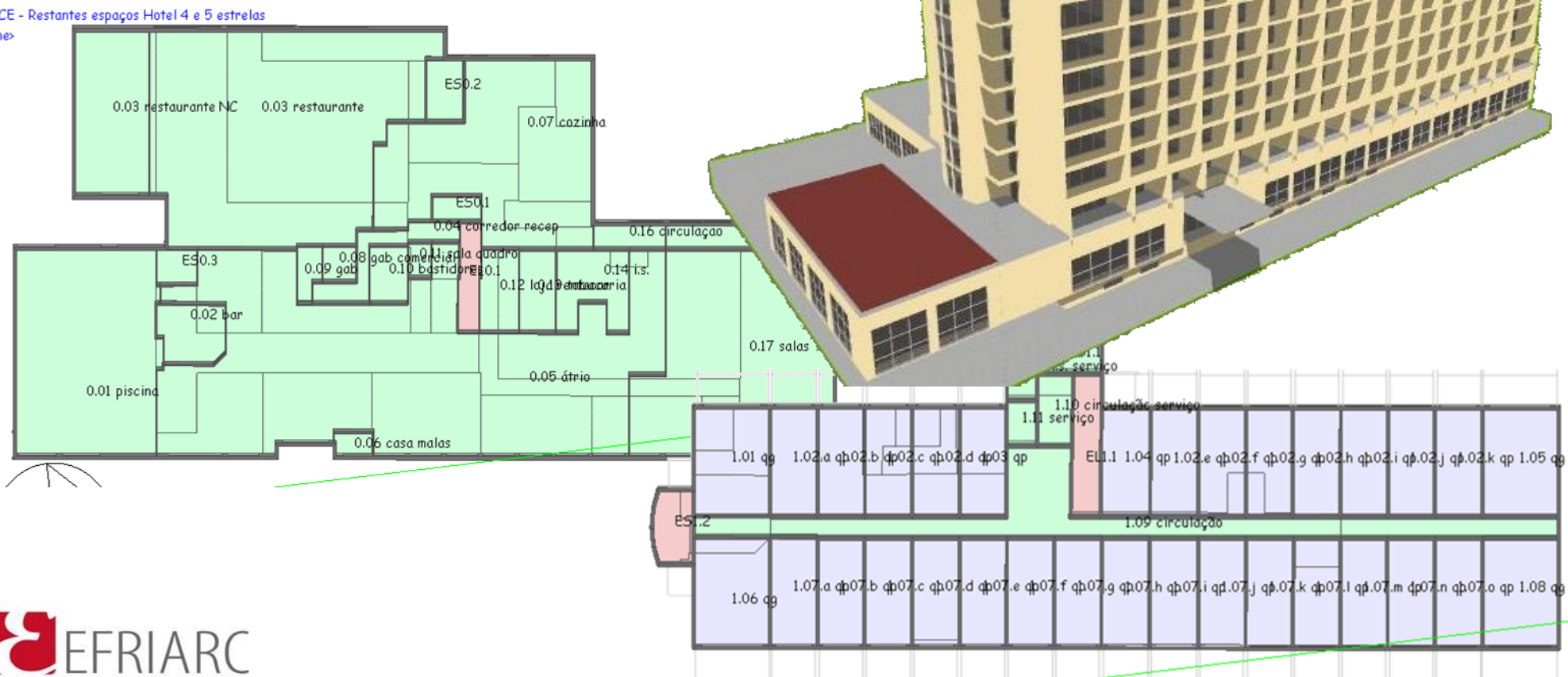
Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Criação prévia do modelo para simulação, incluindo a definição de todas as zonas de cálculo

© Adene – Agência para a Energia
Reprodução Proibida, sem autorização expressa. | www.adene.pt



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

O trabalho de campo deve ser preparado em gabinete através do pré-preenchimento de toda a informação disponível nas fichas-tipo formatadas para normalizar e aumentar a produtividade do levantamento de campo, nomeadamente as seguintes:

- características construtivas da envolvente opaca;
- características de vãos envidraçados;
- Identificação em planta (a escala reduzida) de todos os espaços/compartimentos do edifício;
- quadro-resumo com cargas de pessoas, iluminação e equipamentos por espaço;
- Relação de equipamentos de AVAC e respetivas características principais;
- tipo de luminárias;
- luminárias por espaço;
- equipamentos por espaço;
- horários de funcionamento por espaço (ocupação e avac);

Nível2 – Auditoria intensivas. Tarefas

Preparação em gal

Levantamento das características construtivas da envolvente opaca.

Use this sheet to describe each major type of opaque surface in the building. Print multiple sheets as necessary. * ASHRAE

Surface Name							
Surface Type (circle one)	Exterior Wall	Roof	Ceiling	Floor	Interior Wall	Slab on Grade	Underground Wall
If Slab on Grade or Underground Wall	Slab Total Exposed Perimeter Length			Insulation Type and Thickness			
				Perimeter Insulation Depth			
Exterior Solar Reflectivity (%)		Interior Surface Reflectance (%)		Overall R-Value			
Location(s) (also use notes below)					No. of Units		
	Description				Framing		
Layer 1	Exterior						
Layer 2							
Layer 3							
Layer 4							
Layer 5							
Layer 6							
Layer 7							
Drawings/Notes							
Use this space to draw sections or to make drawings or take notes about opaque surface locations.							

*Many audits will not require this level of detail.

ões)

Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Nível2 – Auditoria intensivas. Tarefas

Preparação em gal

Levantamento das características dos vãos envidraçados

Use this sheet to describe each type of fenestration in the building. Print multiple sheets as necessary.



Fenestration Type (circle one)	Vertical		Overhead		Angle (degrees from horizontal)	
Location(s) (also use notes below)					No. of Units	
Type (circle all that apply)	Fixed	Operable	Glass Door	Storefront/Site-Built	Curtain Wall	Garden
	Other (specify)				Fenestration Age	
	Glazing Dimensions (HxW)		Frame Width		Frame Depth (used to consider additional glazing)	
	Manufacturer (if applicable)	Name				
		Model				
		AAMA Product ID				
		NFRC Product ID				
Performance	U-Factor		SHGC		VT	
	Center-of-Glass	Overall Fenestration	Center-of-Glass	Overall Fenestration		
Window Type/Style	Double Hung Casement Sliding Fixed					
Frame Type (circle one)	Aluminum		Aluminum with Thermal Break		Wood	Vinyl
	Wood, Clad with Vinyl/Aluminum		Fiberglass		Other (describe)	
Frame Condition	Good	Poor	Describe: (e.g., leaking)			
Tightness/Fit/Condition	Tight	Average	Loose	Average gap/crack width: ____ inches		
Glazing Type (circle all that apply)	Single-Glazed		Double-Glazed		Clear Glass	Tinted Glass: (describe)
If Skylight	Curb	Yes	No	Height:	Domed or Flat?	Diffuse or Clear?
Interior Shade (circle one)	None	Top Down	Bottom Up	Other: (describe)		Exterior Shade Use space below
Drawings/Notes						
Use this space to draw any interior or exterior shading (mark dimensions) or to make drawings or take notes about fenestration locations.						

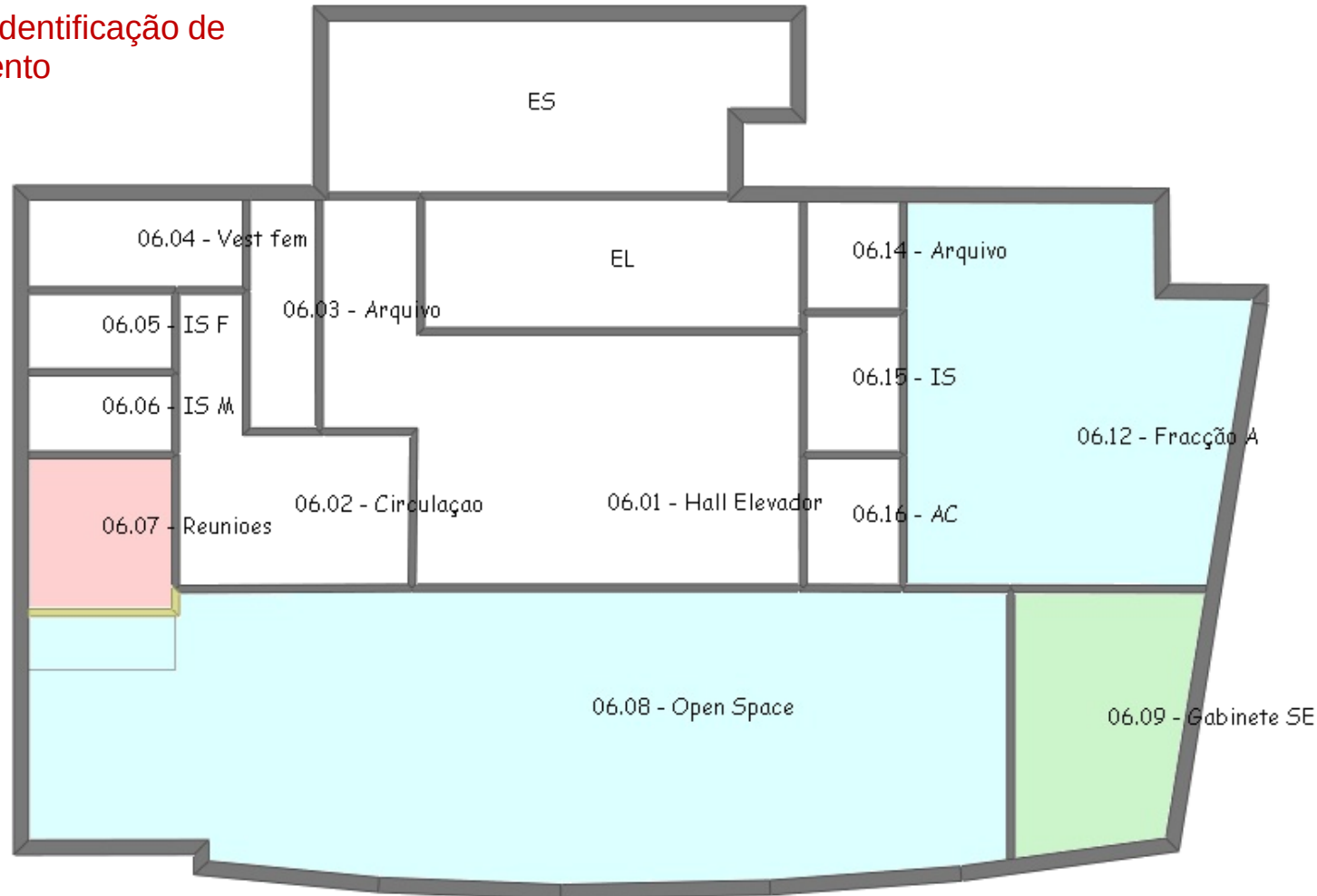
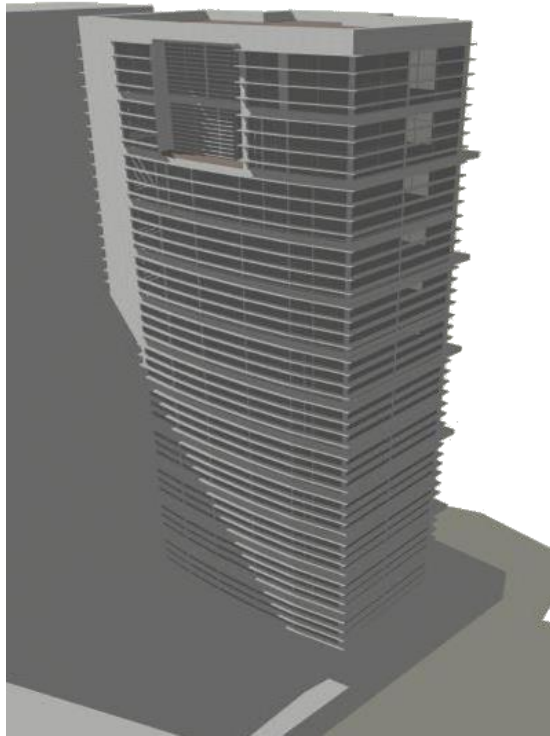
Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Plantas a escala reduzida com identificação de cada zona de cálculo/levantamento



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Quadro-resumo com cargas de pessoas, iluminação e equipamentos por espaço

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	10	11	12	13	14	15
Espaço	número	área útil	pé direito	volume	n.º pessoas		iluminação		equipamentos		equipamentos		caudal de ar		pot term cool	pot term heat
	-	m2	m	m3	p	p/m2	W/m2	W	W/m2	W	W/m2	W	l/s.m2	l/s	kW	kW
TOTAL	87	7.436	-	0	0	0,00	2.337	17.374	129	960	387	2.880	#DIV/0!	0	0	0
1.01 qg	47	53,7		0	0	0,00	6,1	329	0,6	30	1,7	90	0		0	0
1.02.a qp	48	33,8		0	0	0,00	6,7	227	0,9	30	2,7	90	0		0	0
1.02.b qp	49	33,9		0	0	0,00	6,7	227	0,9	30	2,7	90	0		0	0
1.02.c qp	50	33,9		0	0	0,00	6,7	227	0,9	30	2,7	90	0		0	0
1.02.d qp	51	33,9		0	0	0,00	6,7	227	0,9	30	2,7	90	0		0	0
1.02.e qp	52	34,7		0	0	0,00	6,5	227	0,9	30	2,6	90	0		0	0

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Relação de equipamentos de AVAC e suas características principais

Lista de equipamentos

Equipamento	Serviço	Estado	Medição (kW)	link especific.	link fotos
Chiller 1	Produção de água fria / quente	Bom estado.	Medição de energia	CH1	CH1 fotos
Chiller 2	Produção de água fria / quente	Bom estado.	Medição de energia	CH2	CH2 fotos
Caldeira 1	Produção de água quente	Bom estado.	Contadores de Gasóleo	Cald1	Cald1 fotos
Caldeira 2	Produção de água quente	Bom estado.	Contadores de Gasóleo	Cald2	Cald2 fotos
UTA 1	Climatização do Lobby	Pré-filtro colmatado; filtro de sacos muito sujo e rasgado (tem 10 anos); baterias muito sujas; ligações às baterias por válvulas de 3 vias sem válvula de equilíbrio estático no by-pass.	VI - Avariado VE = 3,117	UTA1	UTA1 fotos
UTA 2	Climatização do Restaurante	Pré-filtro colmatado; filtro de sacos muito sujo e rasgado (tem 10 anos); ligações às baterias por válvulas de 3 vias sem válvula de equilíbrio estático no by-pass.	VI = 6,079 VE = 2,425	UTA2	UTA2 fotos
UTA 3	Climatização da sala de reuniões Perestrelo	Pré-filtro e filtro não inspeccionados; ventilador com correias muito degradadas (quase partidas); baterias sujas.	VI = 0,590	UTA3	UTA3 fotos
UTA 4	Climatização da sala de reuniões Zarco	Pré-filtro colmatado; filtro de sacos muito sujo (10 anos); ventilador com correias muito degradadas (quase partidas); baterias sujas.	VI = 0,561	UTA4	UTA4 fotos
UTA 5	Climatização da sala de reuniões Colombo	Pré-filtro colmatado; filtro de sacos muito sujo (10 anos); ventilador com correias muito degradadas (quase partidas); baterias sujas.	VI = 3,062	AUT5	AUT5 fotos
	Ar novo das salas de contabilidade,				

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Tipo de luminárias

Luminárias

Tipo	nº de lampadas	potência por lâmpada	Potência luminária	balastro	Potência Efectiva	lâmpada	link foto
A	1	70	70	fe	88	Halogéneo	A
B	1	58	58	fe	73	fluorescente tubular	B
C	2	49	98	fe	123	fluorescente tubular	C
D	2	11	22	fe	28	fluorescente compacta	D
E	2	58	116	fe	145	fluorescente tubular	E

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Tipo de luminárias

Colunas com valores calculados automaticamente

Luminárias

Tipo	nº de lampadas	potência por lâmpada	Potência luminária	balastro	Potência Efectiva	lâmpada	link foto
A	1	70	70	fe	88	Halogéneo	A
B	1	58	58	fe	73	florescente tubular	B
C	2	49	98	fe	123	florescente tubular	C
D	2	11	22	fe	28	florescente compacta	D
E	2	58	116	fe	145	florescente tubular	E

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Luminárias por espaço

Levantamento de Iluminação

ref	1 E espaço	2	3	4	5	6	28
		Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Total
		88	73	123	28	145	W
		qt	qt	qt	qt	qt	13.905
B1.1	B 1.1 Gabinete			2			245
B1.2	B 1.2 Loja	60		4			5.740
B1.3	B 1.3 IS + AT			1	2		178
B2	B 2 oficina					12	1.740
B3.1	B 3.1 Gabinete			2			245
B3.2	B 3.2 Loja	63		4			6.003

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Luminárias por espaço

Valores preenchidos automaticamente em função do tipo de luminária

Levantamento de Iluminação

ref	1 E espaço	2	3	4	5	6	28
		Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Total
		88	73	123	28	145	W
		qt	qt	qt	qt	qt	13.905
B1.1	B 1.1 Gabinete			2			245
B1.2	B 1.2 Loja	60		4			5.740
B1.3	B 1.3 IS + AT			1	2		178
B2	B2 oficina					12	1.740
B3.1	B 3.1 Gabinete			2			245
B3.2	B 3.2 Loja	63		4			6.003

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Luminárias por espaço

Valores calculados automaticamente em função da quantidade de luminárias

Levantamento de Iluminação

ref	1 E espaço	2	3	4	5	6	28
		Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Total
		88	73	123	28	145	W
		qt	qt	qt	qt	qt	13.905
B1.1	B 1.1 Gabinete			2			245
B1.2	B 1.2 Loja	60		4			5.740
B1.3	B 1.3 IS + AT			1	2		178
B2	B 2 oficina					12	1.740
B3.1	B 3.1 Gabinete			2			245
B3.2	B 3.2 Loja	63		4			6.003

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Preparação em gabinete do trabalho de campo (vistoria detalhada e medições)

Equipamentos por espaço

Levantamento de Equipamentos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Escritórios				Eq. Salas Limpas											
Espaço	PC	Monitores PC	Portátil	Fotocopiadora	Frigorífico	Arca	Maq. Lavar loiça	Hotte 1	Autoclave	centrifugadora	Incubadora	Maq. Enchimento	Maq. Purificação	Bioreactor	Banho maria	Total
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	150	50	90	500	250	550	200	900	4.000	500	960	500	500	4.000	1.500	21.660
2.401								1								900
2.402	1				1											400
2.403	1				2		1	2	1	1	6					12.910
2.404					1											250
2.405	12			1												2.300
2.406	5			2												1.750
2.407																0
2.408																0

Nível2 – Auditoria intensivas. Tarefas

Preparação em gabi

Horários de ocupação

Zone		ASHRAE							
Name/Description		M	T	W	TH	F	Sat	Sun	Hol
Fraction of Peak Occupancy	Days								
	12-1 am								
	1-2 am								
	2-3 am								
	3-4 am								
	4-5 am								
	5-6 am								
	6-7 am								
	7-8 am								
	8-9 am								
	9-10 am								
	10-11 am								
	11-12 pm								
	12-1 pm								
	1-2 pm								
	2-3 pm								
	3-4 pm								
	4-5 pm								
	5-6 pm								
	6-7 pm								
	7-8 pm								
	8-9 pm								
	9-10 pm								
	10-11 pm								
11-12 am									
Drawings/Notes									
Use this space to make drawings or take notes.									

s)

Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Nível2 – Auditoria intensivas. Tarefas

Preparação em gab

Horários de iluminação

Zone Name/Description		ASHRAE							
Days	M	T	W	TH	F	Sat	Sun	Hol	
12-1 am									
1-2 am									
2-3 am									
3-4 am									
4-5 am									
5-6 am									
6-7 am									
7-8 am									
8-9 am									
9-10 am									
10-11 am									
11-12 pm									
12-1 pm									
1-2 pm									
2-3 pm									
3-4 pm									
4-5 pm									
5-6 pm									
6-7 pm									
7-8 pm									
8-9 pm									
9-10 pm									
10-11 pm									
11-12 am									
Drawings/Notes									
Use this space to make drawings or take notes.									

es)

Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Nível2 – Auditoria intensivas. Tarefas

Preparação em gabi

Horários de AVAC

Zone Name/Description		ASHRAE							
Days		M	T	W	TH	F	Sat	Sun	Hol
Fraction of Peak	12-1 am								
	1-2 am								
	2-3 am								
	3-4 am								
	4-5 am								
	5-6 am								
	6-7 am								
	7-8 am								
	8-9 am								
	9-10 am								
	10-11 am								
	11-12 pm								
	12-1 pm								
	1-2 pm								
	2-3 pm								
	3-4 pm								
	4-5 pm								
	5-6 pm								
	6-7 pm								
	7-8 pm								
	8-9 pm								
	9-10 pm								
	10-11 pm								
	11-12 am								
Drawings/Notes									
Use this space to make drawings or take notes.									

s)

Fonte. ASHRAE Procedures for Commercial Building Energy Audits 2nd Edition.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

No que se refere à eficiência com que os sistemas técnicos utilizam a energia, as medições em campo têm por objetivo determinar o seguinte:

- Conhecer a estrutura de consumos do edifício, ie, onde se gasta a energia;
- Conhecer a relação entre o consumo e as variáveis que o afetam: clima, taxa de ocupação, número de refeições, número de utentes, etc.;
- Conhecer os perfis horários de consumo dos diferentes sectores de consumo com o objetivo de:
 - alimentar/calibrar o modelo de simulação dinâmica detalhada do edifício;
 - Identificar padrões de consumo anómalos (funcionamento fora do horário, por exemplo);
- Conhecer a eficiência com que os principais equipamentos e sistemas consumidores de energia operam.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

No que se refere à eficácia com que os sistemas técnicos cumprem os objetivos para que foram instalados, as medições em campo têm por objetivo determinar o seguinte:

- Nível de iluminação efetivo e valor requerido pelo proprietário;
- Temperatura ambiente efetiva e valor requerido pelo proprietário;
- Temperaturas de produção de água quente e refrigerada (efetivas/requeridas);
- Temperaturas de operação do sistema de águas quentes sanitárias (AQS) (efetivas/requeridas);
- Caudais de ventilação efetivos e caudais requeridos pelo proprietário.

A medição destes parâmetros pode detetar dois tipos de anomalias:

- Baixa eficiência - valores ultrapassam requisitos ⇒ potencial de redução do consumo energia;
- Baixa eficácia - valores não atingem requisitos ⇒ potencial de aumento do consumo energia.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício existe normalmente um padrão de utilização que se repete com um período semanal pelo que as medições de energia devem ser feitas durante um período de tempo não inferior a uma semana.

Para otimizar o uso dos analisadores de energia disponíveis para a realização da auditoria e também reduzir o tempo necessário para a mesma, os consumidores que se caracterizam por terem uma potência constante durante os seus períodos de funcionamento podem ser dispensados de medição de energia, sendo suficiente medir a potência e conhecer o seu horário de funcionamento. Nestes casos o consumo de energia pode ser determinado com rigor multiplicando a potência medida pelo horário de funcionamento.

Os seguintes consumidores têm frequentemente uma potência constante: iluminação, ventiladores, bombas, equipamento de DataCenter (TI).

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício, esta situação tem tendência para deixar de ocorrer devido à utilização de tecnologias que permitem a maximização da eficiência energética tornando também estes sectores com um padrão de consumo muito variável no tempo, deixando de ter potência constante.

Para otimizar a auditoria e também reduzir a necessidade de medições, esta alteração de paradigma reforça a necessidade de conceber as instalações de alimentação de energia elétrica, com a separação de alimentações a diferentes sectores de consumo, de forma a simplificar as importantes tarefas de auditoria e gestão de energia.

a potência medida pelo horário de funcionamento.

Os seguintes consumidores têm frequentemente uma potência constante: iluminação, ventiladores, bombas, equipamento de DataCenter (TI).

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício de escritórios o consumo de energia divide-se normalmente nos seguintes sectores de consumo:

- Iluminação (interior, exterior);
- Equipamentos de escritório (tomadas, ou *plug loads*);
- Climatização (produção de frio, produção de calor, ventiladores, bombas);
- Elevadores;
- Bombagens de águas e esgotos;
- DataCenter.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício de escritórios o consumo de energia divide-se normalmente nos seguintes sectores de consumo:

- Iluminação (interior, exterior);
- Equipamentos de escritório (tomadas, ou *plug loads*);
- Climatização (produção de frio, produção de calor, ventiladores, bombas);
- Elevadores;
- Bombagens de águas e esgotos;
- DataCenter.

Se a conceção das instalações elétricas obedecesse ao princípio de separar os circuitos de cada um destes diferentes sectores de consumo, a auditoria e gestão de energia seriam muito simplificadas; seria suficiente instalar um analisador de energia na alimentação geral a cada um dos sectores de consumo para conhecer a estrutura de consumos.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício de escritórios o consumo de energia divide-se normalmente nos seguintes sectores de consumo:

- Iluminação (interior, exterior);
- Equipamentos de escritório (tomadas, ou *plug loads*);
- Climatização (produção de frio, produção de calor, ventiladores, bombas);
- Elevadores;
- Bombagens de águas e esgotos;
- DataCenter.

Sectores que normalmente têm um quadro elétrico dedicado e, portanto, cuja medição do consumo é direta.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício de escritórios o consumo de energia divide-se normalmente nos seguintes sectores de consumo:

- Iluminação (interior, exterior);
- Equipamentos de escritório (tomadas, ou *plug loads*);
- Climatização (produção de frio, produção de calor, ventiladores, bombas);
- Elevadores;
- Bombagens de água;
- DataCenter.

Raramente a climatização está totalmente separada em termos de alimentação de energia elétrica. É habitual a seguinte conceção:

- equipamentos centrais alimentados por quadro dedicado;
- equipamentos terminais de climatização alimentados por quadros de piso que alimentam simultaneamente iluminação e tomadas.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício de escritórios o consumo de energia divide-se normalmente nos seguintes sectores de consumo:

- Iluminação (interior, exterior);
- Equipamentos de escritório (tomadas, ou *plug loads*);
- Climatização (produção de frio, produção de calor, ventiladores, bombas);
- Elevadores;
- Bombagens de água;
- DataCenter.

Na generalidade dos edifícios existem quadros de piso que alimentam diversos circuitos de iluminação e tomadas, não permitindo a arquitetura/esquema do quadro fazer com uma única medição de energia a medição de toda a iluminação, idem para as tomadas.

Uma medição direta do consumo destes subsectores é , normalmente, inviável já que implicaria a realização de um número incomportável de medições de muitos pequenos circuitos, em todos os quadros de piso.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Num edifício de escritórios o consumo de energia divide-se normalmente nos seguintes sectores de consumo:

- Iluminação (interior, exterior);
- Equipamentos de escritório (tomadas, ou *plug loads*);
- Climatização (produção de frio, produção de calor, ventiladores, bombas);
- Elevadores;
- Bombas;
- Datacentros;

Para a determinação do consumo destes sectores pode usar-se o seguinte procedimento:

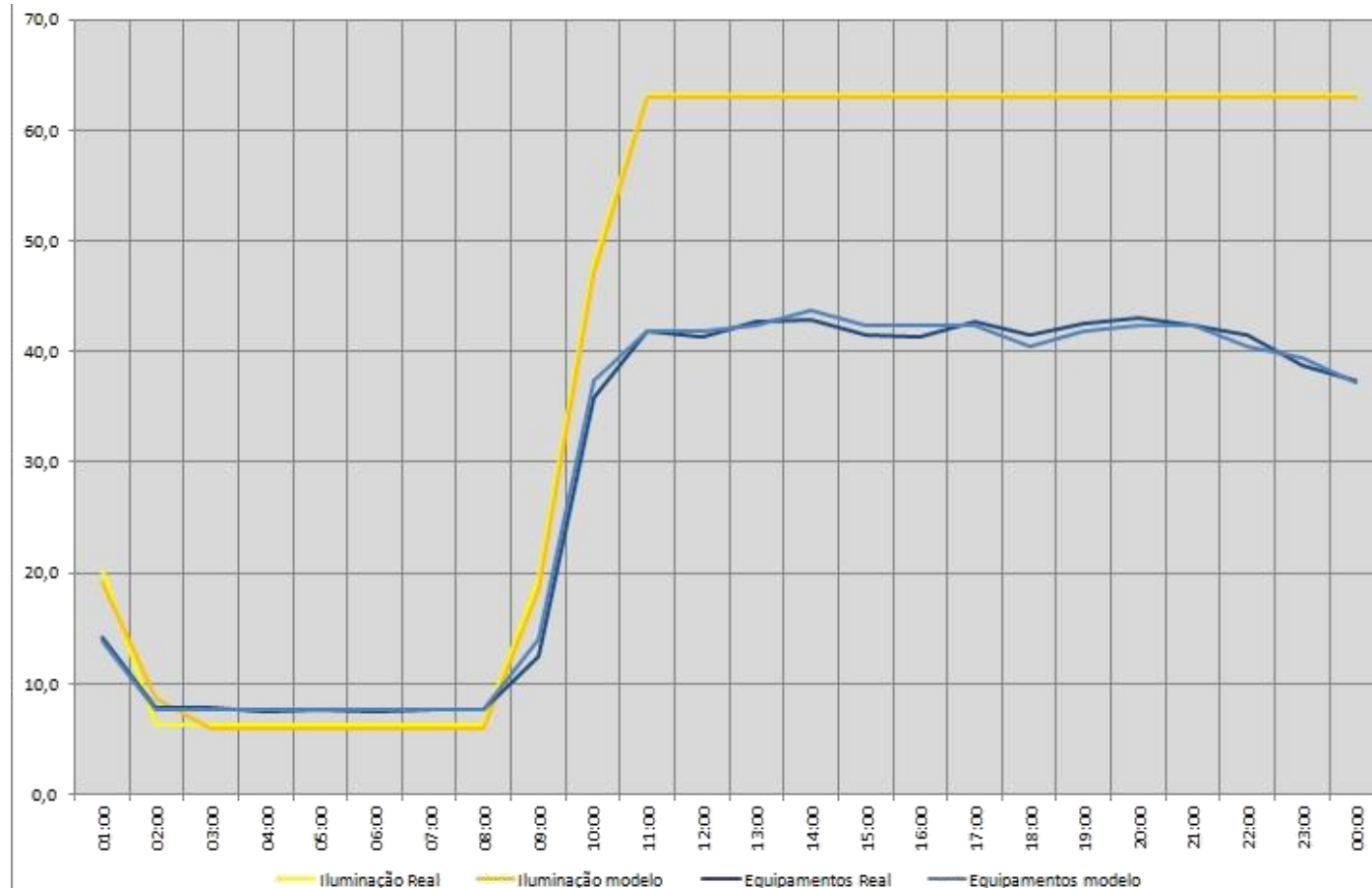
- medição de energia do total do quadro de piso;
- medição de potência, dos diversos circuitos de iluminação;
- Cálculo do perfil de consumo de energia na iluminação através das potências medidas e dos horários de funcionamento;
- Determinação do perfil de consumo de equipamentos pelo cálculo da diferença entre o total e o consumo de iluminação calculado.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Exemplo de comparação de perfis reais medidos e perfis respectivos do modelo de simulação dinâmica do edifício.



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Deve ser avaliada a eficiência de operação dos principais equipamentos consumidores de energia, nomeadamente de caldeiras e chillers.

No caso de caldeiras a eficiência instantânea pode ser medida com rigor através do “método das perdas” com base em:

- medição de temperatura e análise química dos produtos da combustão realizada por um equipamento portátil;
- medição das temperaturas da envolvente da caldeira por termografia.

É importante considerar na análise que o rendimento da caldeira durante um período de tempo (dia, semana, mês, ano) é sempre menor do que o rendimento instantâneo medido e depende fundamentalmente do número de arranques/paragens que ocorrem mas também das condições do ar de alimentação á combustão e das condições de operação do sistema.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

O método ideal para a determinação do rendimento de um equipamento de produção de calor ou frio é o método direto que consiste no seguinte:

- medição da potência útil produzida, **P_u**;
- medição da potência consumida, **P_c**;
- cálculo do rendimento através da fórmula $\eta = P_u / P_c$.

Nos casos em que a potência consumida é elétrica (chillers, bombas de calor) este valor pode ser medido com rigor através da instalação de um analisador de energia no circuito de alimentação.

No caso de caldeiras, em que a potência consumida é energia química potencial contida num combustível, a potência é medida indiretamente através da medição do caudal mássico de combustível e calculando o valor da potência multiplicando o valor do caudal mássico pelo poder calorífico inferior do combustível (PCI).

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

No caso de chillers ou bombas de calor a medição da potência útil fornecida é o aspeto crítico dado que estes equipamentos operam normalmente com pequenos diferenciais de temperatura (ΔT) entre a ida e o retorno de água. A regra habitual é estes equipamentos operarem com um ΔT máximo de 5°C, sendo normal que, em situações de carga parcial, operem com ΔT inferiores a 2°C. Note-se que uma sonda de temperatura tem um erro de medição de algumas décimas de grau, habitualmente da ordem de 0,5K, nestas condições, calculando o ΔT pela medição de temperaturas em duas sondas, o erro do ΔT calculado seria de 1,0K, ou seja, para um ΔT medido de 2K saberíamos que o ΔT real estaria entre 1K e 3K, ou seja a medição seria lixo!

Note-se que ao erro da sonda deverá ser acrescentado o erro associado à sua montagem, sendo esse erro afetado pelo cabo e pela montagem física da sonda na tubagem.

O valor final da potência útil calculada seria ainda afetado do erro da medição do caudal.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

No caso de chillers ou bombas de calor a medição da potência útil fornecida é o aspeto crítico dado que estes equipamentos operam com variações de temperatura (ΔT) entre a ida e o retorno. É comum que os chillers operem com um ΔT máximo de 5°C , sendo que os chillers operam com ΔT inferiores a 2°C . Note-se que uma pequena variação de ΔT pode levar a erros de algumas décimas de grau, habitualmente da ordem de $0,5\text{K}$, nestas condições, calculando o ΔT pela medição de temperaturas em duas sondas, o erro do ΔT calculado seria de $1,0\text{K}$, ou seja, para um ΔT medido de 2K saberíamos que o ΔT real estaria entre 1K e 3K , ou seja a medição seria lixo!

Note-se que ao erro da sonda deverá ser acrescentado o erro associado à sua montagem, sendo esse erro afetado pelo cabo e pela montagem física da sonda na tubagem.

O valor final da potência útil calculada seria ainda afetado do erro da medição do caudal.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

A solução tecnológica para a mediação de baixos ΔT consiste na utilização de “sondas emparelhadas”, ie, sondas cujo erro é medido com instrumentos de elevada precisão em laboratório sendo posteriormente agrupadas duas a duas (emparelhadas) sondas que tenham um valor de erro muito próximo. É esta a solução adotada nos contadores de entalpia.

A norma EN1434, relativa a contadores de entalpia, define três classes:

- Classe1 – $\Delta T_{min} = 1K$;
- Classe2 - $\Delta T_{min} = 2K$;
- Classe3 - $\Delta T_{min} = 3K$;

Os contadores de entalpia disponíveis no mercado são, normalmente, de Classe3, pelo que, mesmo usando estes contadores de entalpia o erro da medição da potência útil pode ter um erro demasiado elevado.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Para além da dificuldade associada aos baixos ΔT de operação, a medição em campo da eficiência de chillers e bombas de calor é dificultada pelo facto de estes equipamentos operarem normalmente com cargas bastante variáveis durante o dia, sendo frequentes arranques/paragens de compressores que afetam o rendimento do equipamento.

Face ao exposto recomenda-se que a medição da eficiência de chillers e bombas de calor seja feita cumprindo os seguintes requisitos:

- medição da potência/energia consumida, **Ec**, através de um analisador de energia elétrica;
- medição da potência/energia útil fornecida, **Eu**, através de um contador de entalpia;
- medição e registo durante um período de tempo alargado;
- registo das condições de temperatura do ar exterior;
- cálculo da eficiência média no período de medição pela fórmula $\eta = Eu / Ec$.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Não existindo contador de entalpia que permita a medição da eficiência de chillers ou bombas de calor, e não sendo economicamente viável a sua instalação no âmbito da auditoria energética, a mesma pode apenas ser estimada indiretamente através da utilização do modelo de simulação dinâmica detalhada já calibrado com todos os consumos sectoriais medidos.

Na realidade o valor da eficiência do chiller, EER, será uma das variáveis a usar na calibração do modelo.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

As medições realizadas durante o trabalho de campo permitem conhecer com rigor suficiente a estrutura de consumos durante o período da auditoria. Sendo o consumo de energia de um edifício fortemente influenciado pelas condições do ambiente exterior, ou seja, pela época do ano, a determinação da estrutura de consumos anual terá que ser determinada de uma das seguintes formas:

- Determinação por métodos simplificados (menos exatos), por exemplo;
 - consumos mensais em AVAC pelo método dos graus-dia;
 - consumos mensais em iluminação com base nas horas de nascer e por do Sol;
 - em hotéis, consumos com base na ocupação mensal e nas características medidas;
- Simulação dinâmica detalhada, usando modelo calibrado para o período de auditoria.

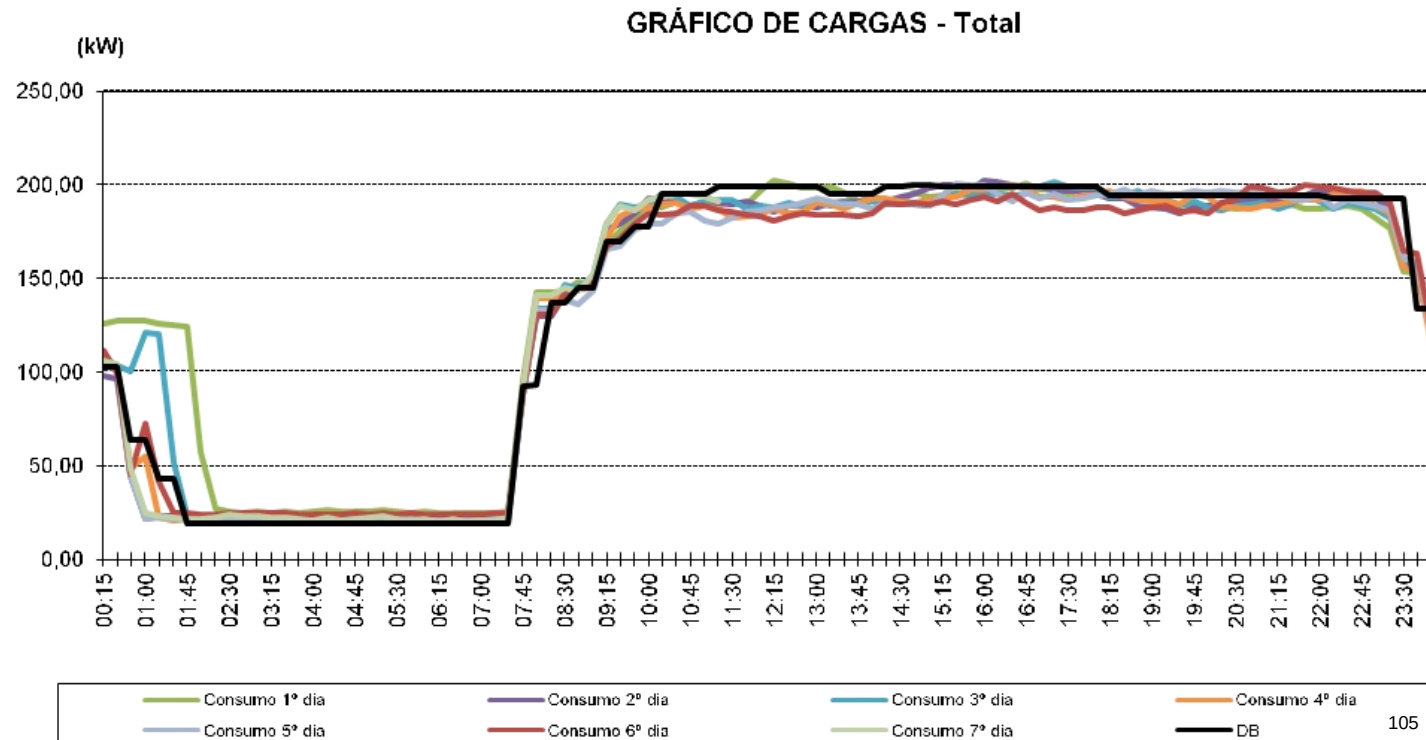
Em qualquer dos casos os consumos mensais devem ser calibrados com os dados históricos de consumo.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Nos casos em que se usa a simulação dinâmica detalhada, o modelo deve ser calibrado para os perfis horários medidos para uma semana de operação. Frequentemente, com este procedimento, quando se passa para o cálculo anual consegue-se já uma aproximação suficiente entre os consumos calculados e os dados históricos de consumo.

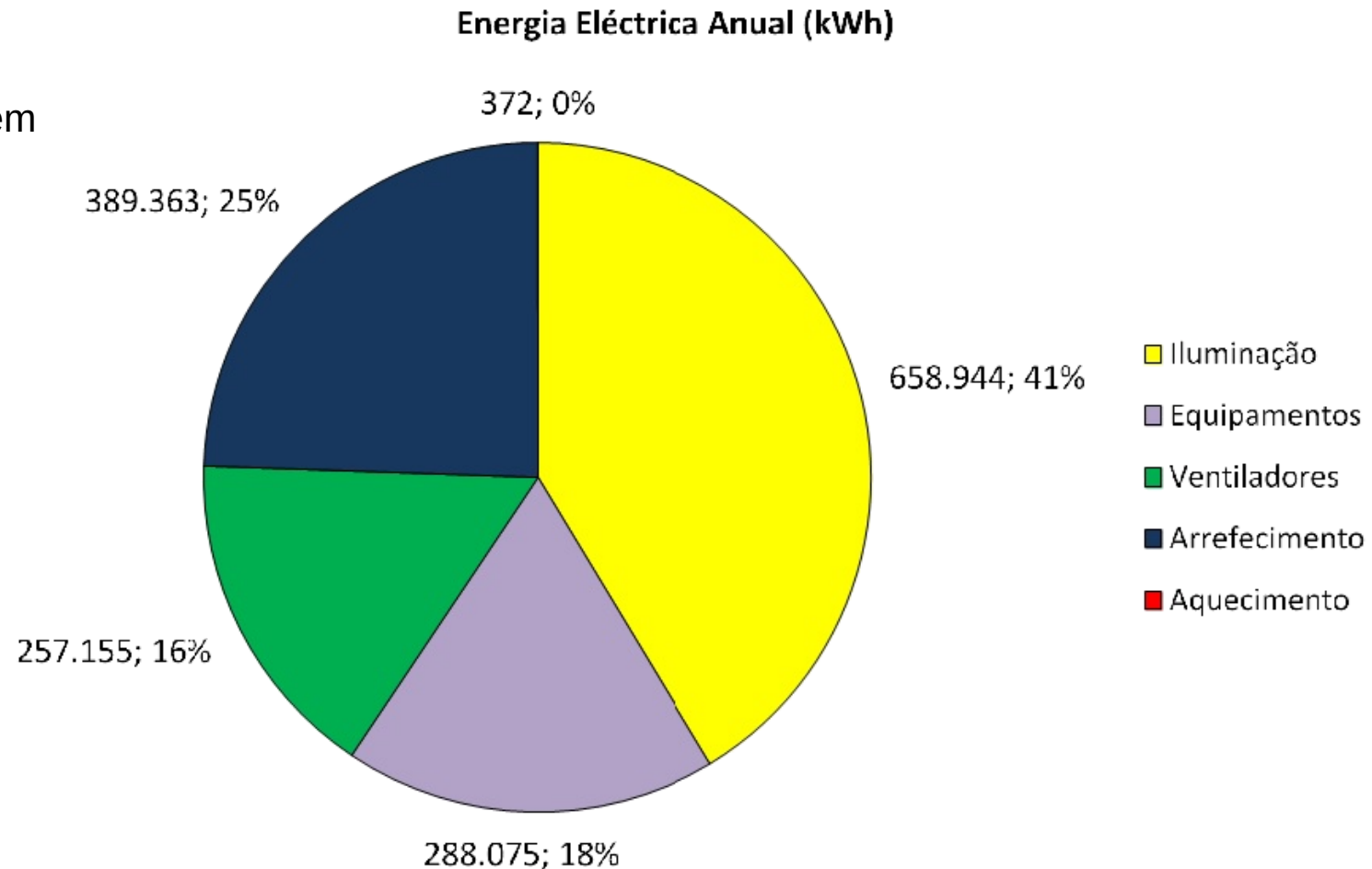


Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Exemplo de estrutura de consumos determinada em auditoria para grande superfície comercial.



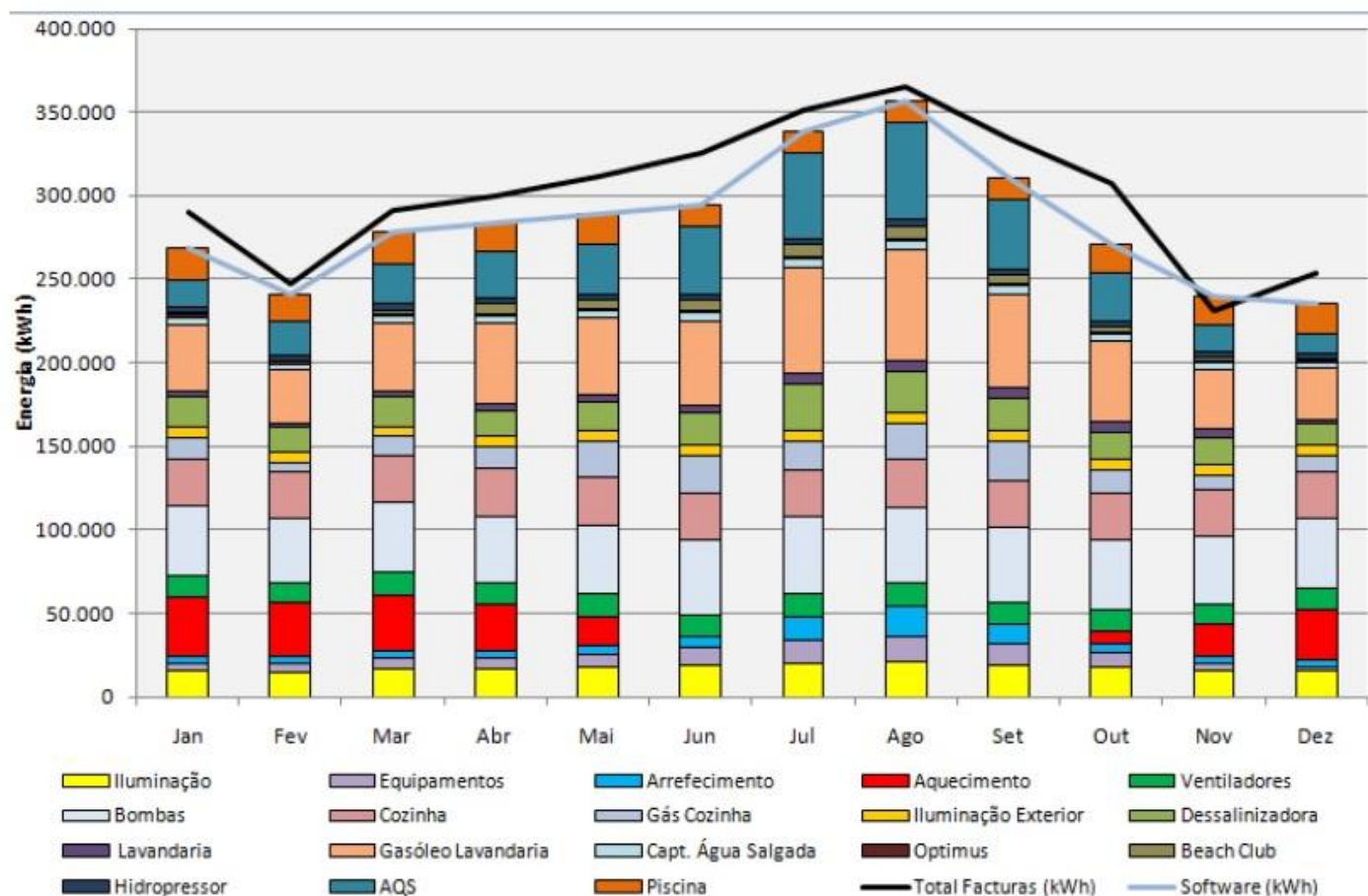
Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Exemplo de estrutura mensal de consumos determinada em auditoria para hotel com piscina e lavandaria.

Inclui comparação com registo histórico de consumos.



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Determinação das curvas características da instalação

Em todos os edifícios o consumo de energia depende da época do ano e dos parâmetros que variam ao longo do ano, nomeadamente de:

- Temperatura seca do ar exterior;
- Radiação solar;
- Hora do nascer e do pôr do Sol;
- Velocidade e direção do vento;
- Humidade específica do ar exterior.

Sendo várias as variáveis que influenciam o consumo, qualquer relação simples que se faça entre o consumo de energia e uma das variáveis referidas tem um erro associado considerável. Por essa razão, ao contrário do que é habitual na indústria, nos edifícios em poucas situações se consegue determinar uma curva característica do tipo consumo versus produção.

Por essa razão, a simulação dinâmica detalhada de um modelo corretamente calibrado, operando num ano meteorológico típico é o método a usar quando um maior rigor é requerido.

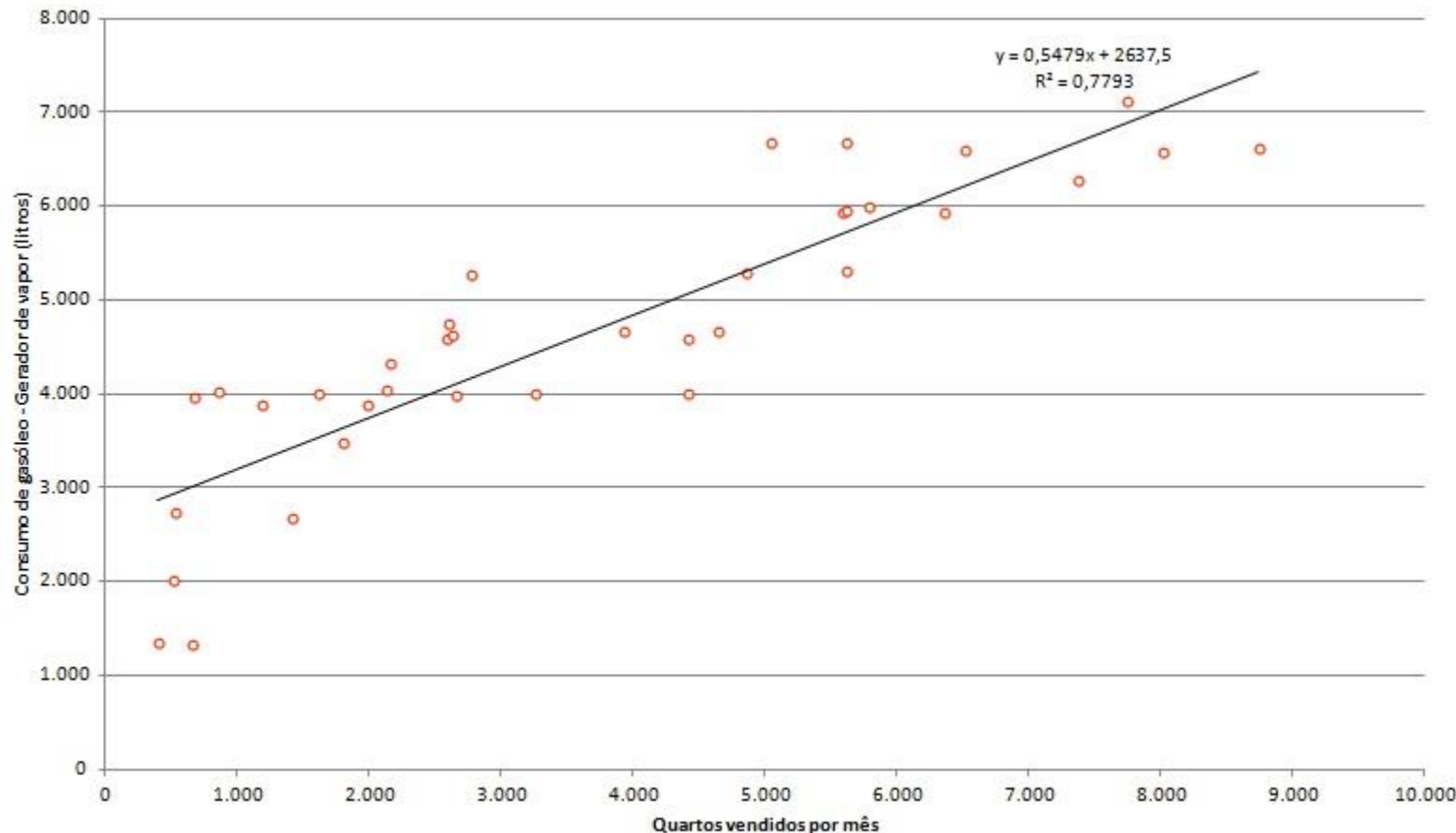
Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Determinação das curvas características da instalação

Em hotéis e hospitais existem instalações com um carácter industrial para as quais é possível determinar com rigor a curva característica da instalação.

Exemplo de curva característica do consumo de vapor numa lavandaria de um hotel real.



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

O custo do investimento deve, nesta fase, estimado com rigor suficiente para poder servir como suporte à decisão final de implementação da medida. O custo deve ser estimado com base nos seguintes elementos:

- Descrição genérica da medida;
- Esquema de princípio da obra a realizar (se aplicável);
- Implantação de equipamentos e redes, unifilar (se aplicável);
- Especificação de materiais e equipamentos;
- Lista de quantidades de cada item a fornecer e a instalar;
- Preços de fornecedores dos principais equipamentos;
- Preços unitários de materiais, equipamentos e mão de obra correntes.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Dado que as medidas não são normalmente independentes, ie, a implementação de uma medida afeta o cálculo do custo e do benefício de outras medidas, deve ser definida uma prioridade de implementação de medidas, estabelecida a sua sequência de implementação e realizado o cálculo do custo e do benefício de cada medida considerando o efeito das medidas já implementadas em fases anteriores.

Exemplo representando, para uma caso real, o efeito na fatura energética da implementação sequencial das medidas.
(as cores representam medidas incidindo sobre diferentes sectores)

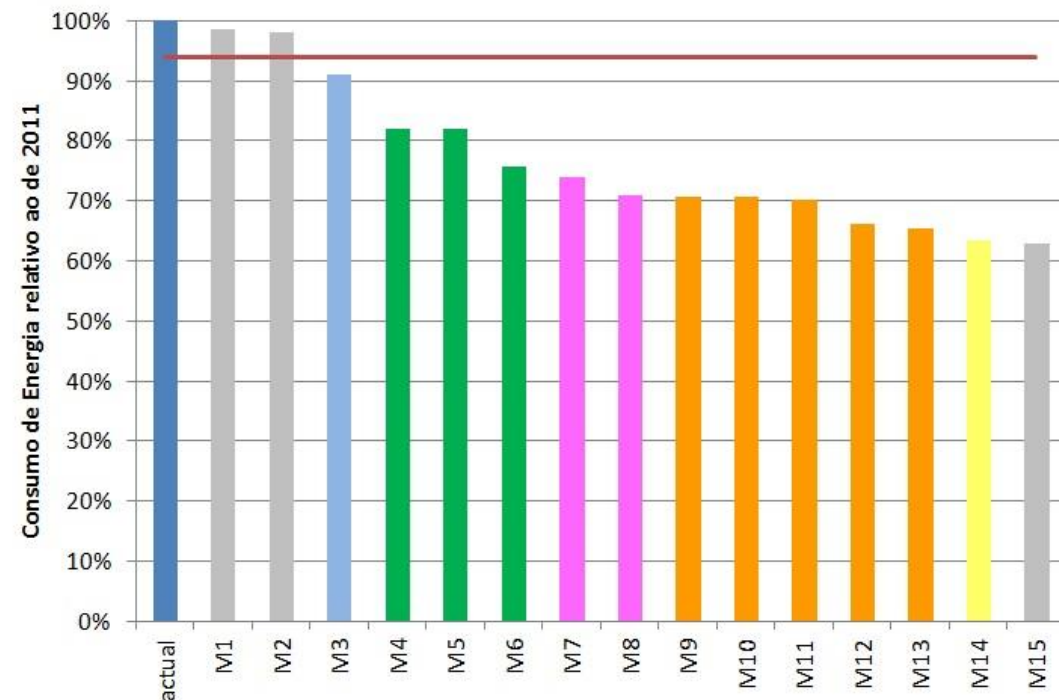


Figura 32 – Consumo de energia. Implementação progressiva de medidas.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

O valor do benefício económico e energético deve, nesta fase, ser estimado com rigor suficiente para poder servir como suporte à decisão final de implementação da medida. O valor do benefício deve ser devidamente justificado e apresentados ao proprietários os seus pressupostos de cálculo, por exemplo os seguintes:

- Horários considerados para o funcionamento dos sistemas;
- Variáveis de operação dos sistemas consideradas (temperaturas, pressões, etc.);
- Critérios de condução das instalações considerados (por exemplo funcionamento prioritário de determinados equipamentos, se aplicável);
- Etc.

No valor do benefício devem ser contabilizados também os benefícios económicos não energéticos, por exemplo, custo de manutenção, de água, de produtos químicos, etc.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - conceção e condição atual

Análise dos sistemas mecânicos e elétricos (M&E) - operação e manutenção (O&M)

Medições de campo : energia, potência, outros parâmetros relevantes

Determinação da estrutura de consumos (onde se gasta a energia?)

Determinação das curvas características da instalação

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do custo do investimento

Medidas não capital-intensivas, estimativa final do benefício económico e energético

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do custo do investimento

Medidas capital-intensivas, estimativa preliminar do benefício económico e energético

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Tarefas

Medidas capital-intensivas

Este tipo de medidas, por representarem um investimento importante, requerem uma análise de engenharia mais aprofundada a realizar com os requisitos de uma auditoria de Nível3.

Na auditoria de Nível2, estas medidas devem ser identificadas e feita uma análise económica simples baseada em estimativas de custo e benefício simplificadas, mas que permitam ao proprietário tomar a decisão por avançar para uma análise de Nível3.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Deve ser apresentado o consumo de energia, e o respetivo custo, associado a cada sector consumidor de energia no edifício. Os cálculos que suportam a determinação destes valores devem ser apresentados em anexo ao relatório ou indicado o nome e a versão do programa de simulação dinâmica usado para o efeito, nesse caso devem ainda ser fornecidos os ficheiros de input e output.

Para facilitar a assimilação dos valores, a estrutura de consumos deve ser apresentada também na forma gráfica de gráficos circulares e de barras.

No relatório deve ser clarificada a diferença entre consumos reais e consumos calculados ou resultado de simulação.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

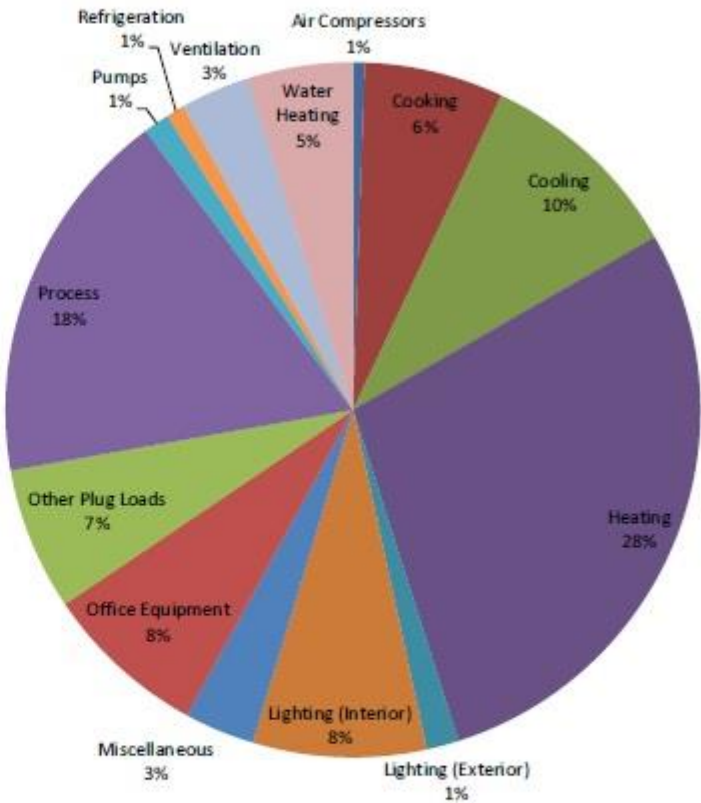
Procedures for Commercial Building Energy Audits , Second Edition
Sample End-Use Breakdown



Conversion Factor to kBtu		
Input Unit 1	kWh	3,412142
Input Unit 2	therms	100
Input Unit 3	gallons (propane)	91,33
Combined Output Units	kBtu	1
Building Gross Floor Area	99.999	
Floor Area Units	ft^2	

End Use	Input Energy Units			Combined Energy Use	
	kWh	therms	gallons (propane)	kBtu	%
Air Compressors	25.000	-	-	85.304	1%
Cooking	36.000	-	9.800	1.017.870	6%
Cooling	445.998	-	-	1.521.800	10%
Heating	699.993	20.640	-	4.452.455	28%
Lighting (Exterior)	68.455	-	-	233.578	1%
Lighting (Interior)	371.998	-	-	1.269.304	8%
Miscellaneous	-	-	5.800	511.448	3%
Office Equipment	350.858	-	-	1.197.170	8%
Other Plug Loads	305.997	-	-	1.044.105	7%
Process	-	27.620	-	2.761.972	18%
Pumps	56.525	-	-	192.871	1%
Refrigeration	38.500	-	-	131.367	1%
Ventilation	146.999	-	-	501.580	3%
Water Heating	22.000	6.970	-	772.059	5%
Total Estimated	2.568.316	55.229	15.400	15.692.885	100%
Historical Billing	2.575.020	56.800	15.500	14.466.334	
Percent of Actual	99,7%	97,2%	99,4%	108,5%	
Total per ft^2	25,7	0,6	0,2	156,9	

Combined Fuel End-Use Breakdown



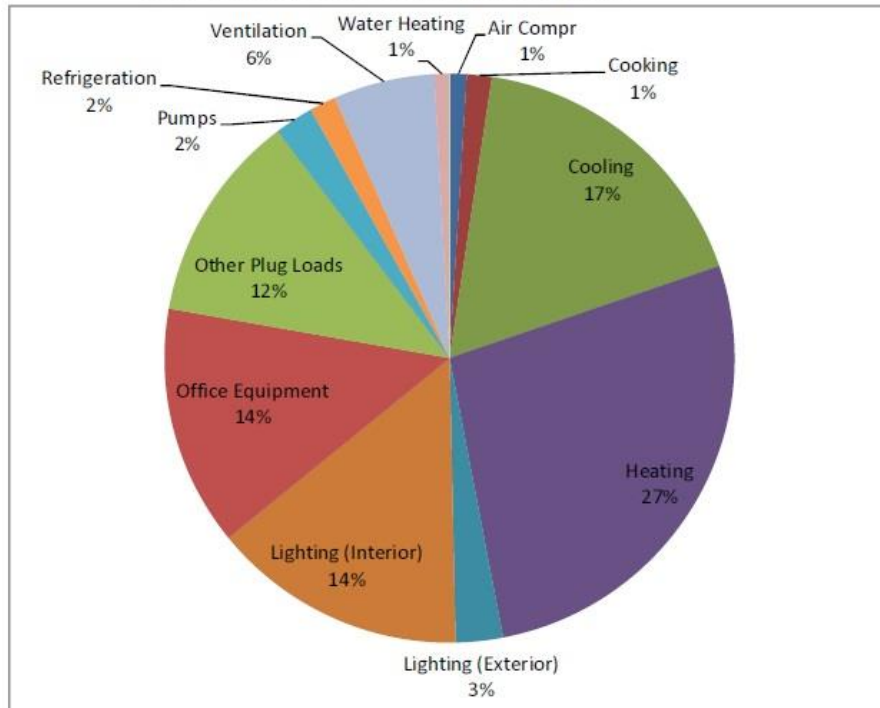
Assumptions / Notes / Conclusions

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

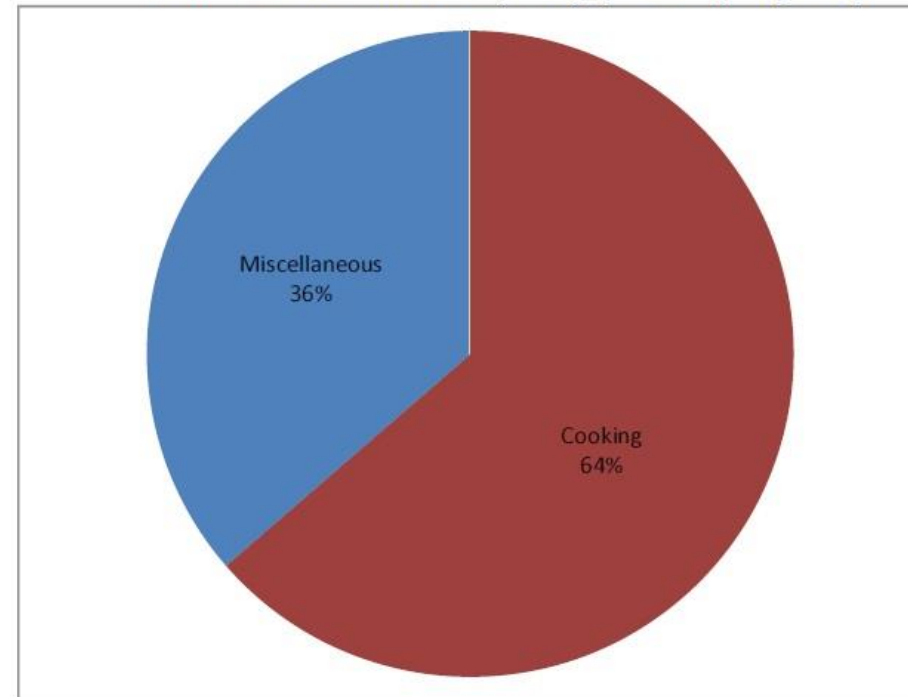
Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

End-Use Breakdown Input by kWh



End-Use Breakdown Input by gallons (propane)



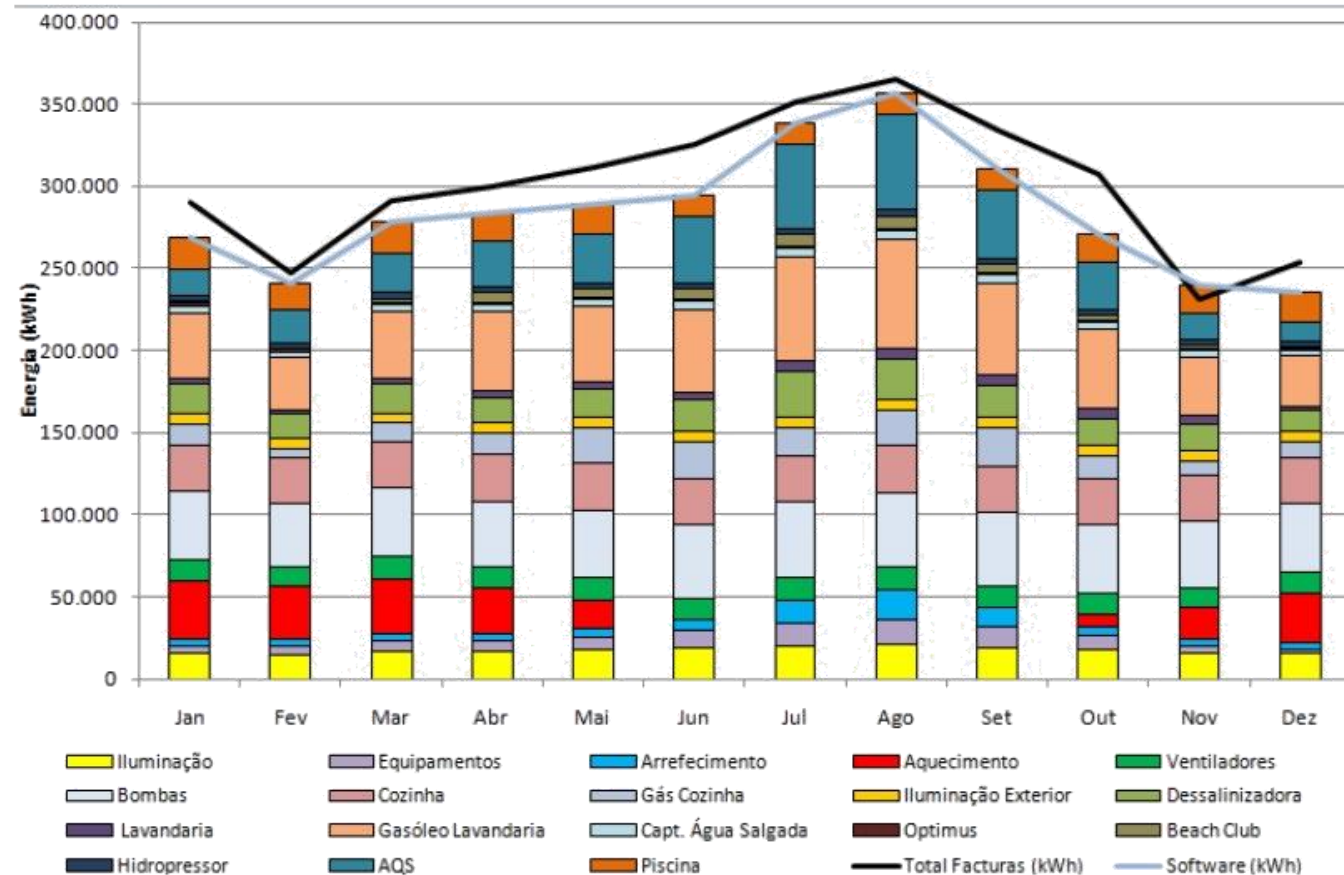
Fonte. ASHRAE Procedures for
Commercial Building Energy
Audits 2nd Edition.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Deve ser ainda apresentada a estrutura de consumos mensal.



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

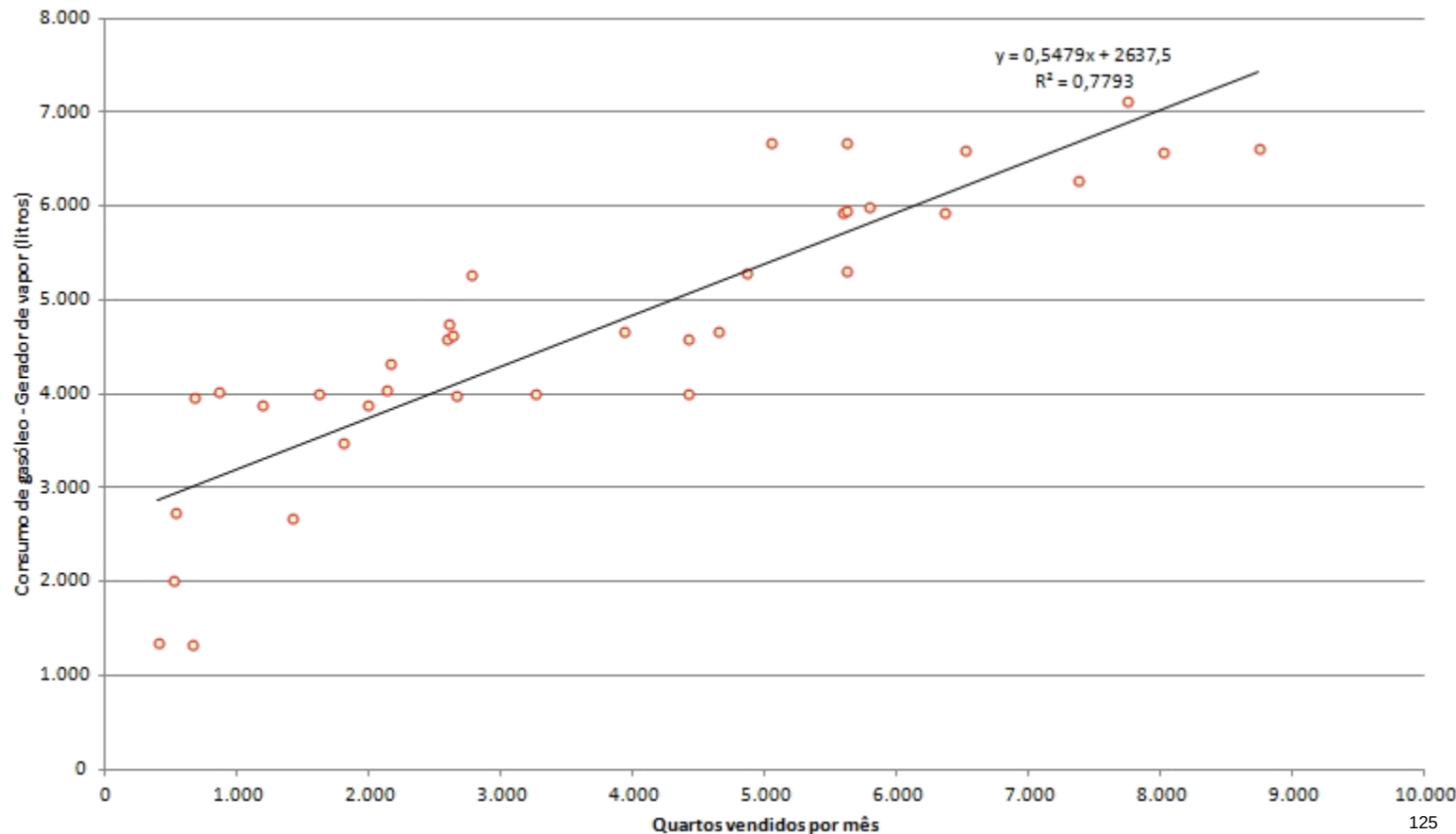
Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Curvas características da instalação

Sempre que aplicável devem ser apresentadas as curvas características da instalação.



Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Os dados recolhidos no levantamento do edifício devem ser entregues ao proprietário em documento independente, ou, preferencialmente na forma eletrónica usada na auditoria recorrendo sempre que possível a links entre documentos para facilitar a sua procura.

Lista de equipamentos

Equipamento	Serviço	Estado	Medição (kW)	link especific.	link fotos
Chiller 1	Produção de água fria / quente	Bom estado.	Medição de energia	CH1	CH1 fotos
Chiller 2	Produção de água fria / quente	Bom estado.	Medição de energia	CH2	CH2 fotos
Caldeira 1	Produção de água quente	Bom estado.	Contadores de Gasóleo	Cald1	Cald1 fotos
Caldeira 2	Produção de água quente	Bom estado.	Contadores de Gasóleo	Cald2	Cald2 fotos
UTA 1	Climatização do Lobby	Pré-filtro colmatado; filtro de sacos muito sujo e rasgado (tem 10 anos); baterais muito sujas; ligações às baterias por válvulas de 3 vias sem válvula de equilíbrio estático no by-pass.	VI - Avariado VE = 3,117	UTA1	UTA1 fotos
UTA 2	Climatização do Restaurante	Pré-filtro colmatado; filtro de sacos muito sujo e rasgado (tem 10 anos); ligações às baterias por válvulas de 3 vias sem válvula de equilíbrio estático no by-pass.	VI = 6,079 VE = 2,425	UTA2	UTA2 fotos
UTA 3	Climatização da sala de reuniões Perestrelo	Pré-filtro e filtro não inspeccionados; ventilador com correias muito degradadas (quase partidas); baterias sujas.	VI = 0,590	UTA3	UTA3 fotos

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Descrição das medidas identificadas

Cada medida deve ser suficientemente especificada sendo incluídos os seguintes elementos:

- Discussão da situação atual e a razão pela qual está a ser consumida energia em excesso;
- Descrição breve da medida incluindo o seu impacto no conforto e na higiene e segurança dos ocupantes;
- Cálculos realizados para o benefício associado à medida e os seus pressupostos;
- Esquema de princípio da obra a realizar (se aplicável);
- Implantação de equipamentos e redes, unifilar (se aplicável);
- Especificação de materiais e equipamentos;
- Lista de quantidades de cada item a fornecer e a instalar;
- Estimativa de custos detalhada.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Descrição das medidas identificadas

Em anexo ao relatório devem ainda ser apresentadas as medidas que foram analisadas no âmbito dos trabalhos de auditoria mas cuja implementação não é sugerida por razões de não viabilidade económica ou outras, a apresentar sumariamente.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Deve ser recomendado o procedimento de medição e verificação (M&V) a adotar que permita avaliar o resultado efetivo da medidas recomendadas.

O proprietário deve ser incentivado a implementar um sistema de gestão de energia que enquadre o procedimento de M&V. Recomenda-se que, sempre que não exista antes, a primeira medida a implementar seja sempre a implementação de sistema de gestão de energia.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Deve ser apresentada uma avaliação do impacto no consumo de energia e em termos de análise de investimento da implementação do conjunto de todas as medidas recomendadas.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Procedures for Commercial Building Energy Audits , Second Edition

Sample EEM Summary Table

Measure Number	Measure Description	Annual Energy and Cost Savings				Payback with Incentive						
		Peak Demand Savings (kW)	Electricity Savings (kW/h)	Gas/Fuel Savings (therms)	Total Cost Savings	Measure Cost	Potential Utility Incentive	Measure Life (years)	Net Measure Cost	IRR (over Life of Measure)	NPV*	Simple Payback (yr)
EEM-1									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-2									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-3									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-4									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-5									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-6									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-7									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-8									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-9									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-10									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-11									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-12									\$ -	N/A	\$ -	N/A
TOTALS (Recommended Measures)		-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -		\$ -	0%	\$ -	-

* NPV assumes a discount rate of 4%

(1) The net present value (NPV) is the value (the gain minus the cost) of an investment in today's dollars over some specified time period. If the investment has a positive NPV, it is generally considered to be beneficial.

(2) The internal rate of return (IRR) is the annual yield from a project, usually expressed as a percentage of the total amount invested; the compound rate of interest which, when used to discount cash flows, will result in zero net savings. If the IRR is greater than the investor's stated discount rate, the measure is considered beneficial.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Procedures for Commercial Building Energy Audits , Second Edition

Sample EEM Summary Table

Measure Number	Measure Description	Annual Energy and Cost Savings				Payback with Incentive						
		Peak Demand Savings (kW)	Electricity Savings (kW/h)	Gas/Fuel Savings (therms)	Total Cost Savings	Measure Cost	Potential Utility Incentive	Measure Life (years)	Net Measure Cost	IRR (over Life of Measure)	NPV*	Simple Payback (yr)
EEM-1									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-2									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-3									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-4									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-5									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-6									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-7									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-8									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-9									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-10									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-11									\$ -	N/A	\$ -	N/A
EEM-12									\$ -	N/A	\$ -	N/A
TOTALS (Recommended Measures)		-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -		\$ -	0%	\$ -	-

* NPV assumes a discount rate of 4%

Numa auditoria de Nível2, a análise económica resume-se, normalmente, ao cálculo do período de retorno simples

(1) The net present value (NPV) is the value (the gain minus the cost) of an investment in today's dollars over some specified time period. If the investment has a positive NPV, it is generally considered to be beneficial.

(2) The internal rate of return (IRR) is the annual yield from a project, usually expressed as a percentage of the total amount invested; the compound rate of interest which, when used to discount cash flows, will result in zero net savings. If the IRR is greater than the investor's stated discount rate, the measure is considered beneficial.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Deve ser apresentada a implementação sequencial das medidas.
(as cores representam medidas incidindo sobre diferentes sectores)

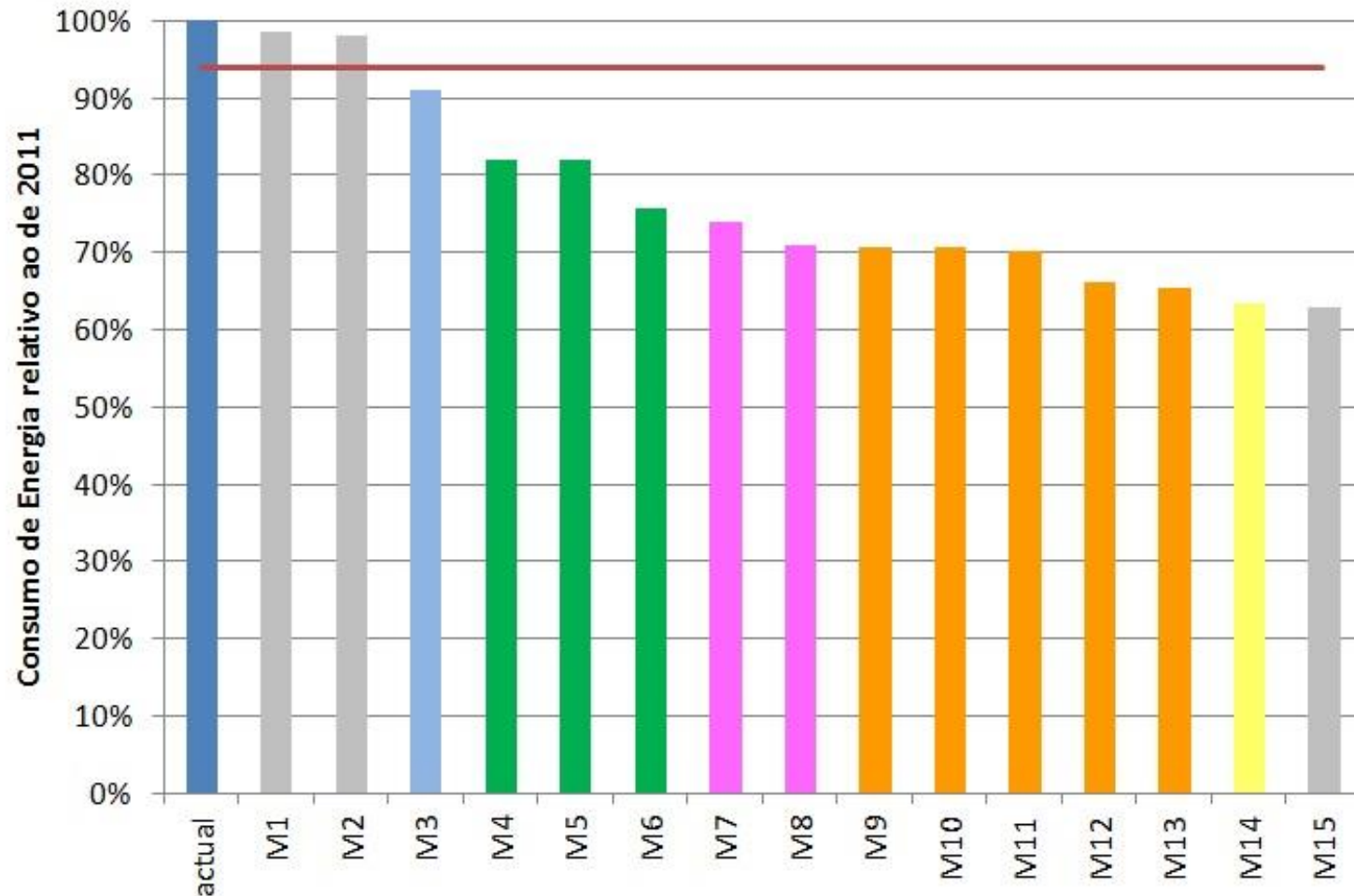


Figura 32 – Consumo de energia. Implementação progressiva de medidas.

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Estrutura de consumos

Curvas características da instalação

Levantamento do edifício: descrição completa do edifício e relação de equipamentos

Descrição das medidas identificadas

Recomendação de sistema de medição e verificação (M&V)

Medidas não capital-intensivas, análise do investimento (final)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Nível2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Este tipo de medidas, por representarem um investimento importante, requerem uma análise de engenharia mais aprofundada a realizar com os requisitos de uma auditoria de Nível3.

Na auditoria de Nível2, estas medidas devem ser identificadas e feita uma análise económica simples baseada em estimativas de custo e benefício simplificadas, mas que permitam ao proprietário tomar a decisão por avançar para uma análise de Nível3.

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Measure Number	Measure Description	Annual Energy and Cost Savings			Payback	
		Electricity Savings (kWh)	Gas/Fuel Savings (kWh)	Total Cost Savings (€)	Measure Cost (€)	Simple Payback (yr)
TOTALS (Recommended Measures)						

Análise preliminar do uso da energia (AP)

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

Medidas capital-intensivas, análise do investimento (preliminar)

Measure Number	Measure Description	Annual Energy and Cost Savings			Payback	
		Electricity Savings (kWh)	Gas/Fuel Savings (kWh)	Total Cost Savings (€)	Measure Cost (€)	Simple Payback (yr)

Com base nas economias calculadas determinar se se justifica avançar para uma análise de Nível3.

TOTALS (Recommended Measures)						

Análise Preliminar do Uso da Energia (AP)

Nível 1 – Auditoria simplificada

Nível 2 – Auditoria detalhada, excluindo análise de medidas capital-intensivas

Nível 3 – Auditoria detalhada completa

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

A análise de Nível3 foca-se nas medidas capital-intensivas identificadas na auditoria de Nível2 e ainda noutras medidas seleccionadas pelo proprietário para serem analisadas a este nível.

A análise neste nível requer uma recolha de dados em campo mais detalhada, ampla ou focada e análises de engenharia e económica do investimento mais rigorosas. É normalmente requerido o uso de simulação dinâmica detalhada para a avaliação do benefício e propostas de fornecedores de materiais e equipamentos.

A análise de Nível3 fornece estimativas detalhas, e com rigor adequado, do custo e do benefício de cada medida permitindo a tomada de decisão sobre a realização do investimento. Normalmente a análise económica é mais profunda do que a realizada no Nível2 e baseia-se numa análise do custo do ciclo de vida ou do *total cost of ownership* (TCO).

O tipo de medidas em análise podem ser, por exemplo:

- Substituição de sistemas de iluminação pouco eficientes (lâmpadas, luminárias e controlos);
- Melhorias na qualidade da envolvente opaca do edifício;
- Instalação de películas de controlo solar nos vidros;
- Substituição de um chiller por outro mais eficiente;
- Instalação de uma bomba de calor dedicada ao aquecimento de uma piscina;
- Conversão de um sistema de ar novo constante em variável em função da ocupação (DCV);
- Transformação de sistema de caudal de água constante em caudal de água variável;
- Substituição de uma caldeira por uma bomba de calor de alto COP;
- Implementação de aproveitamento de geotermia superficial (mar, lago, aquífero);
- Implementação de sistema de recuperação de calor numa central de frio industrial;
- Substituição de uma rede de vapor por rede de água quente;
- Etc. etc.

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Tarefas

medições de campo adicionais

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do investimento

produção de desenhos esquemáticos relativos à implementação das medidas

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Tarefas

medições de campo adicionais

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do investimento

produção de desenhos esquemáticos relativos à implementação das medidas

Tarefas

medições de campo adicionais

Dado o valor do investimento nas medidas em análise a avaliação do benefício deverá ter um rigor também elevado justificando a realização de medições adicionais focadas nos aspetos que afetam a análise de custo/benefício da medida.

Para melhor se perceber o tipo de medições adicionais que podem ser requeridas passam a dar-se alguns exemplos.

Tarefas

medições de campo adicionais

Medida . Substituição de um chiller por outro mais eficiente.

Para melhor avaliação desta medida seria conveniente fazer as seguintes medições adicionais:

- Medição em contínuo, durante o período de um mês, do consumo de energia no chiller, através de analisador de energia instalado na sua alimentação de energia elétrica;
- Medição em contínuo, durante o período de um mês, da produção de frio do chiller, através de contador de entalpia a instalar na tubagem de ligação ao evaporador;
- Medição em contínuo, durante o período de um mês, da temperatura do ar exterior.

Com estas medições seria possível avaliar com rigor o EER de operação efetivo do chiller existente e criar uma base para, usando o mesmo procedimento depois de implementada a medida, comparar o “antes” com o “depois” e determinar com rigor o impacto da implementação da medida.

Tarefas

medições de campo adicionais

Medida . Substituição de uma caldeira por uma bomba de calor no aquecimento de uma piscina.

Para melhor avaliação desta medida seria conveniente fazer as seguintes medições adicionais:

- Medição diária, durante o período de um mês, do consumo de gás na caldeira;
- Medição em contínuo, durante o período de um mês, da produção de calor da caldeira, através de contador de entalpia a instalar na tubagem de ligação ao permutador da piscina;
- Medição em contínuo, durante o período de um mês, da temperatura do ar exterior;
- Medição em contínuo, durante o período de um mês da temperatura da água da piscina;

Com estas medições seria possível avaliar com rigor o rendimento médio operacional da caldeira existente e criar uma base para, usando procedimento semelhante depois de implementada a medida, comparar o “antes” com o “depois” e determinar com rigor o impacto da implementação da medida.

Tarefas

medições de campo adicionais

Medida . Conversão de sistema de ar novo constante em sistema DCV.

Para melhor avaliação desta medida seria conveniente fazer as seguintes medições adicionais:

- Medição dos caudais de ar novo em todos os terminais e na UTAN;
- Registo durante uma semana do consumo de energia nos ventiladores da UTAN;
- Registo durante uma semana das condições termo-higrométricas do ar exterior;
- Registo durante uma semana das condições termo-higrométricas do ar novo insuflado;
- Registo contínuo do número de pessoas no edifício durante uma semana.

Com estas medições seria possível avaliar com rigor o caudal de ar novo fornecido e o consumo de energia do sistema existente. O registo de entradas/saídas no edifício permitira ainda determinar a taxa média de ocupação do edifício e calcular com maior rigor a redução de caudal de ar novo que se poderia esperar com a implementação do sistema DCV-global (*whole building DCV*).

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Tarefas

medições de campo adicionais

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do investimento

produção de desenhos esquemáticos relativos à implementação das medidas

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Tarefas

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

Para melhor se perceber o tipo de cálculos adicionais que podem ser requerido passam a dar-se alguns exemplos.

Tarefas

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

Medida . Substituição de um chiller por outro mais eficiente.

As medições realizadas permitem conhecer com maior rigor o valor do EER efetivo do chiller existente e ainda a produção de frio requerida ao equipamento.

Através do software de seleção do fabricante do novo chiller em avaliação pode determinar-se com rigor as curvas de rendimento do mesmo.

O cálculo do benefício seria feito com o seguinte procedimento:

- Melhoria da calibração do modelo do edifício usando as medições realizadas nesta fase;
- Cálculo por simulação dinâmica do consumo de energia do chiller existente;
- Obtenção das curvas de rendimento do chiller novo através do software do fabricante;
- Cálculo por simulação dinâmica do consumo de energia do chiller novo.

Tarefas

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

Medida . Substituição de uma caldeira por uma bomba de calor no aquecimento de uma piscina.

As medições realizadas permitem conhecer com maior rigor o valor do rendimento efetivo da caldeira existente e ainda a produção de calor requerida ao equipamento.

Através do software de seleção do fabricante da bomba de calor em avaliação pode determinar-se com rigor as curvas de rendimento da mesma.

O cálculo do benefício seria feito com o seguinte procedimento:

- Calibração do modelo de cálculo do consumo de energia para aquecimento da piscina, com base nas medições realizadas;
- Cálculo do consumo anual de energia para aquecimento da piscina, com a caldeira existente;
- Cálculo do consumo anual de energia para aquecimento da piscina, com a bomba de calor.

Tarefas

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

Medida . Conversão de sistema de ar novo constante em sistema DCV.

As medições realizadas permitem conhecer com maior rigor o valor do caudal de ar do sistema e o seu consumo de energia. Permitem ainda conhecer a taxa efetiva média de ocupação do edifício.

Através de consultas aos fabricantes respetivos selecionar os novos ventiladores, dispositivos finais de controlo de caudal e sistemas de controlo.

O cálculo do benefício seria feito com o seguinte procedimento:

- Melhoria da calibração do modelo do edifício usando as medições realizadas nesta fase;
- Cálculo por simulação dinâmica do consumo de energia do sistema existente existente (CAV);
- Cálculo por simulação dinâmica do consumo de energia do sistema DCV.

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Tarefas

medições de campo adicionais

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do benefício (simulação quando necessário)

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do investimento

produção de desenhos esquemáticos relativos à implementação das medidas

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Tarefas

medidas capital-intensivas : cálculo detalhado do investimento

Para o cálculo do investimento as medidas devem ser detalhadas pelo menos ao seguinte nível:

- Descrição detalhada da medida e das condicionantes à sua implementação;
- Especificação detalhada dos equipamentos;
- Esquema de princípio da solução;
- Implantação de equipamentos e redes (unifilar);
- Lista de materiais, equipamentos e respetivas quantidades;
- Obtenção de seleções e preços dos fornecedores dos principais equipamentos.

O cálculo do investimento deve incluir o custo de eventuais honorários de projeto de execução que se revelem ser necessários numa fase subsequente.

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

medidas capital-intensivas : descrição detalhada

medidas capital-intensivas : análise do investimento (final)

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

medidas capital-intensivas : descrição detalhada

Neste nível de auditoria as medidas devem ser detalhadas pelo menos ao seguinte nível:

- Descrição detalhada da medida e das condicionantes à sua implementação;
- Especificação detalhada dos equipamentos;
- Esquema de princípio da solução;
- Implantação de equipamentos e redes (unifilar);
- Lista de materiais, equipamentos e respetivas quantidades;
- Seleções e preços dos fornecedores dos principais equipamentos;
- Estimativa de custos detalhada indicando a margem de erro esperada.

Nível3 – Auditoria detalhada completa.

Informação ao cliente (relatório, apresentação)

medidas capital-intensivas : análise do investimento (final)

Neste nível de auditoria a análise económica é mais profunda do que a realizada no Nível2 e baseia-se numa análise do custo do ciclo de vida (LCC) ou do *total cost of ownership* (TCO).

Tanto a análise de LCC com o cálculo do TCO se baseiam nos custos de capital e operação do sistema durante o seu tempo de vida esperado.

Dependendo do valor do investimento e do seu período de retorno simples, o proprietário pode requerer uma análise económica mais rigorosa considerando o efeito da taxa de juro, sendo determinados indicadores como o valor líquido atual (VLA) ou a taxa interna de rentabilidade (TIR)