



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

Estudo de Eficiência Energética em edifícios da UBI



Fundão, 9 Julho de 2013

Serviços Técnicos - 2014



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

ENQUADRAMENTO



Universidade da Beira Interior

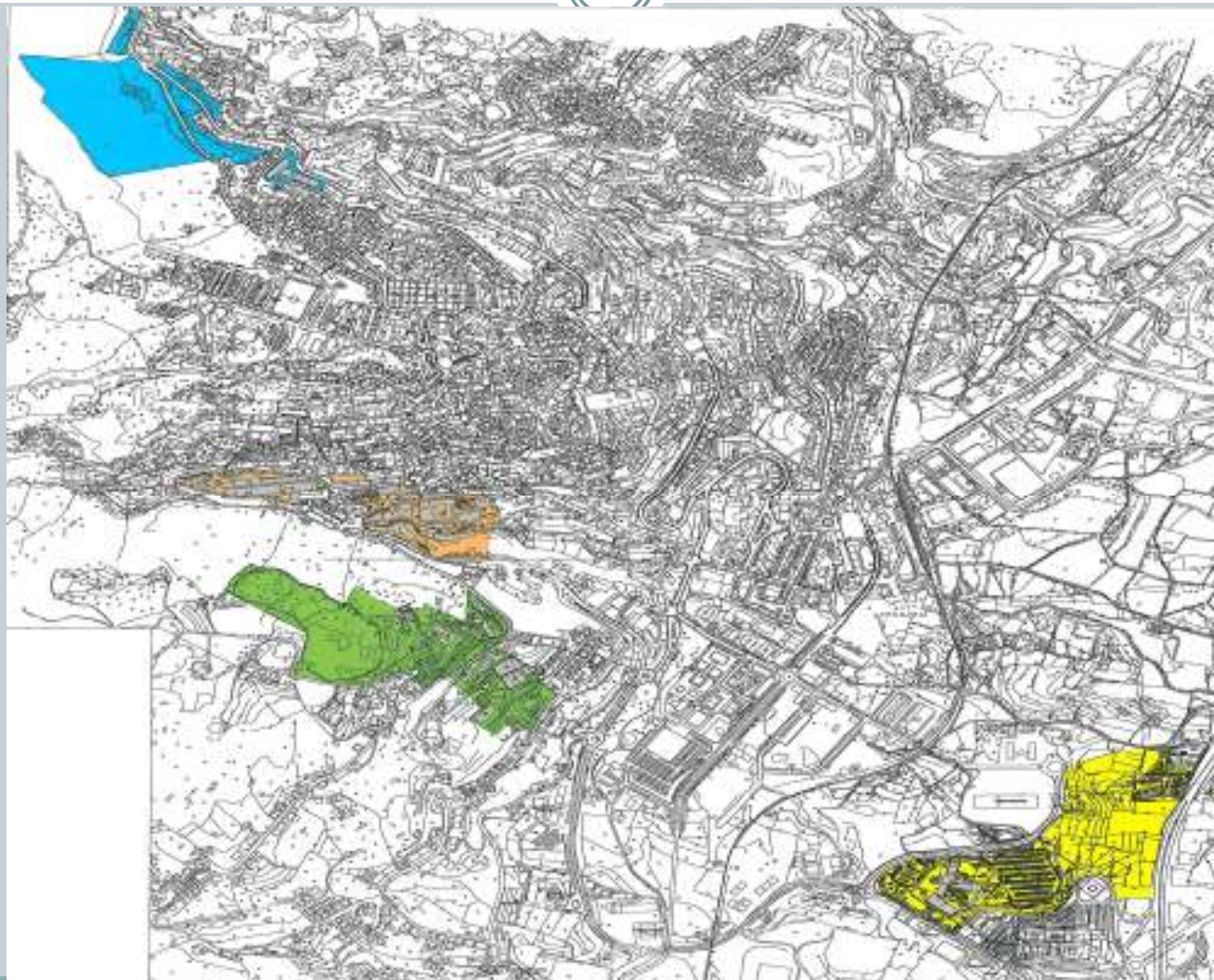
- 4 Pólos, distribuídos pela cidade da Covilhã; frequentada por mais de 7 mil alunos, distribuídos por 5 faculdades – Artes&Letras, Ciências, Ciências da Saúde, Engenharia e Ciências Sociais & Humanas,
- 35 Edifícios, totalizando uma Área útil de cerca de 111 mil metros quadrados
- Para além das actividades de ensino superior, existem também actividades de apoio como restauração, residencial e lavandaria, e actividades relacionadas, como Museus e Bibliotecas





UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

ENQUADRAMENTO





UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

ENQUADRAMENTO

Ref.	Edifício	Área Útil [m ²]	Área Bruta [m ²]
1	1a fase	1,665.3	1,665.3
2	2a fase	4,183.2	4,373.2
3	3a fase	7,017.4	7,462.8
4	4a fase	4,966.4	5,094.9
5	5a fase	4,966.4	5,094.9
6	6a fase	5,266.0	5,438.0
7	Engenharias I	5,607.7	7,536.0
8	Engenharias II	10,604.3	11,201.2
9	Arquitectura	1,093.0	1,093.0
10	Ciências do Desporto	1,031.1	1,037.4
11	Ernesto Cruz I	6,806.3	7,206.4
12	Ernesto Cruz II	2,191.0	7,281.0
13	Centro Multimédia	991.8	991.8
14	FCS - Medicina	15,180.0	17,345.0
15	FCS -Farmacêuticas	1,231.3	1,231.3
16	Reitoria	1,830.0	1,830.0
17	Serviços Administrativos	972.5	980.7
18	Centro Tecnológico Papel	831.2	915.2

Ref.	Edifício	Área Útil [m ²]	Área Bruta [m ²]
19	Centro Informática	1,851.3	1,994.2
20	CFIUTE	673.9	673.9
21	Biblioteca Central	4,824.8	5,334.1
22	Serviços Técnicos	720.2	899.3
23	Serviços Técnicos - Extensão	441.0	770.9
24	Centro Extensão Universitária	417.8	433.8
25	Bar 3a Fase	600.0	634.0
26	Museu Lanifícios Nucleo II	3,231.9	4,463.9
27	Residência Masculina/Cantina	4,567.3	4,657.0
28	Polidesportivo Coberto I	2,452.6	2,458.3
29	Sede SASUBI	353.7	353.7
30	Sede AAUBI	918.8	942.8
31	Polidesportivo Coberto II	1,877.7	1,877.7
32	Residência Feminina I - Branca	2,600.2	2,894.8
33	Residência IV - Amarela	1,712.9	2,067.0
34	Residência II - Laranja	2,275.3	2,647.0
35	Residência VII - PAC	5,271.0	5,309.0
-	-	111,225.3	126,189.4



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

EDIFÍCIOS ESTUDADOS



Ref.	Edifícios	Área Útil [m ²]
1	1ª a 5ª Fase	23,399
2	Paulo de Oliveira (Arqt. + CTE)	1,924
3	6ª fase	5,266
4	Centro Informática	1,851
5	Engenharias I	5,608
6	Engenharias II	10,604
7	Serviços Técnicos	720
8	Serviços Técnicos - Extensão	441
9	Centro Extensão Universitária	418
10	FCS -Farmacêuticas	1,231
11	Museu Lanifícios Nucleo II	3,232
12	Biblioteca Central	4,825
13	CFIUTE	674
14	Ciências do Desporto + PD I	3,484
15	Polidesportivo II (PD II)	2,453
16	Ernesto Cruz I e II (inclui Centro Multimédia)	9,989
17	Serviços Administrativos	973
18	Reitoria	1,830
19	Sede SASUBI	354
20	Sede AAUBI	919
21	Residência Masculina/Cantina	4,567
22	Residência IV - Amarela	1,713
23	Residência Feminina I - Branca	2,600
24	Residência II - Laranja	2,275
25	Residência VII - PAC	5,271
26	FCS - Medicina	15,180
		111,800



METODOLOGIA



Para efeitos da concepção do projeto de eficiência energética foi utilizada a informação resultante da auditoria energética e realizado em simultâneo ou posteriormente, com as seguintes atividades:

- Análise da Informação existente sobre o desempenho energético do UBI;
- Trabalho de campo necessário para detalhar mais a informação ou recolha de informação adicional;
- Identificação do conjunto de medidas de eficiência energética elegíveis, tendo em atenção critérios de viabilidade técnico-económica;
- Análise das medidas mais interessantes para produção descentralizada de energia, com especial enfoque nas energias renováveis tendo em vista o aproveitamento do enquadramento legal das renováveis;
- Análise das várias soluções técnicas para a sua implementação;
- Viabilidade económica das medidas propostas;
- Identificação do potencial em termos de poupança de energia e poder demonstrativo do projecto;



METODOLOGIA

No levantamento efectuado, foi possível identificar muitas soluções construtivas diferentes, nos vários edifícios. No entanto, destacam-se:

- Muitas das envolventes referenciadas continham paredes de granito, devido a muitos dos edifícios terem sido reconversões de antigas fábricas;
- A presença generalizada de envidraçados em vidro duplo;
- A maioria das caixilharias serem metálicas;
- A maioria dos vãos possuírem dispositivos de proteção solar e em muitas soluções existir película de proteção;
- A inclusão de isolamento térmico nas envolventes durante as reabilitações mais recentes, tanto ao nível das coberturas como das paredes.
- Sombreamento com vegetação de folha caduca.

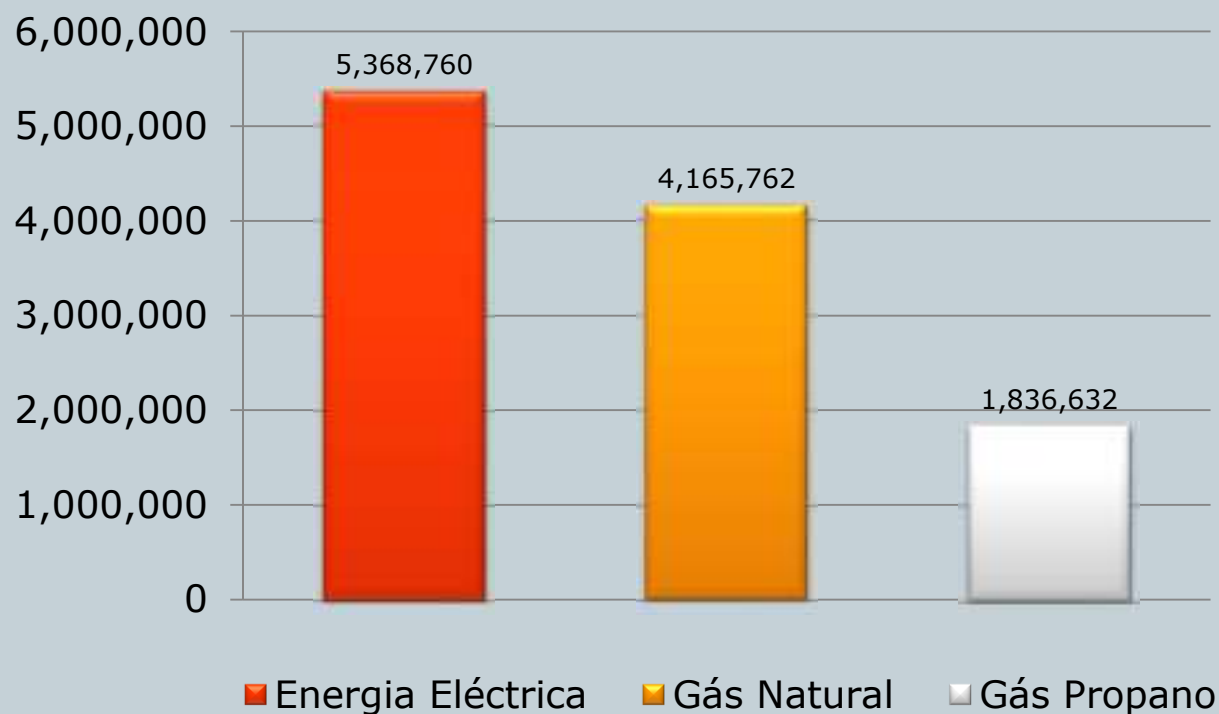




FATURA ENERGETICA

- Verificou-se que em termos de energia final os edifícios consomem cerca de **11.371MWh/ano**; cerca de **46%** são referentes ao consumo de **Electricidade (5.369MWh)**, **39%** de **Gás Natural (4.166MWh)** e **15%** de **Gás Propano (1.837MWh)**.

Consumo Anual de Energia Final [kWh]

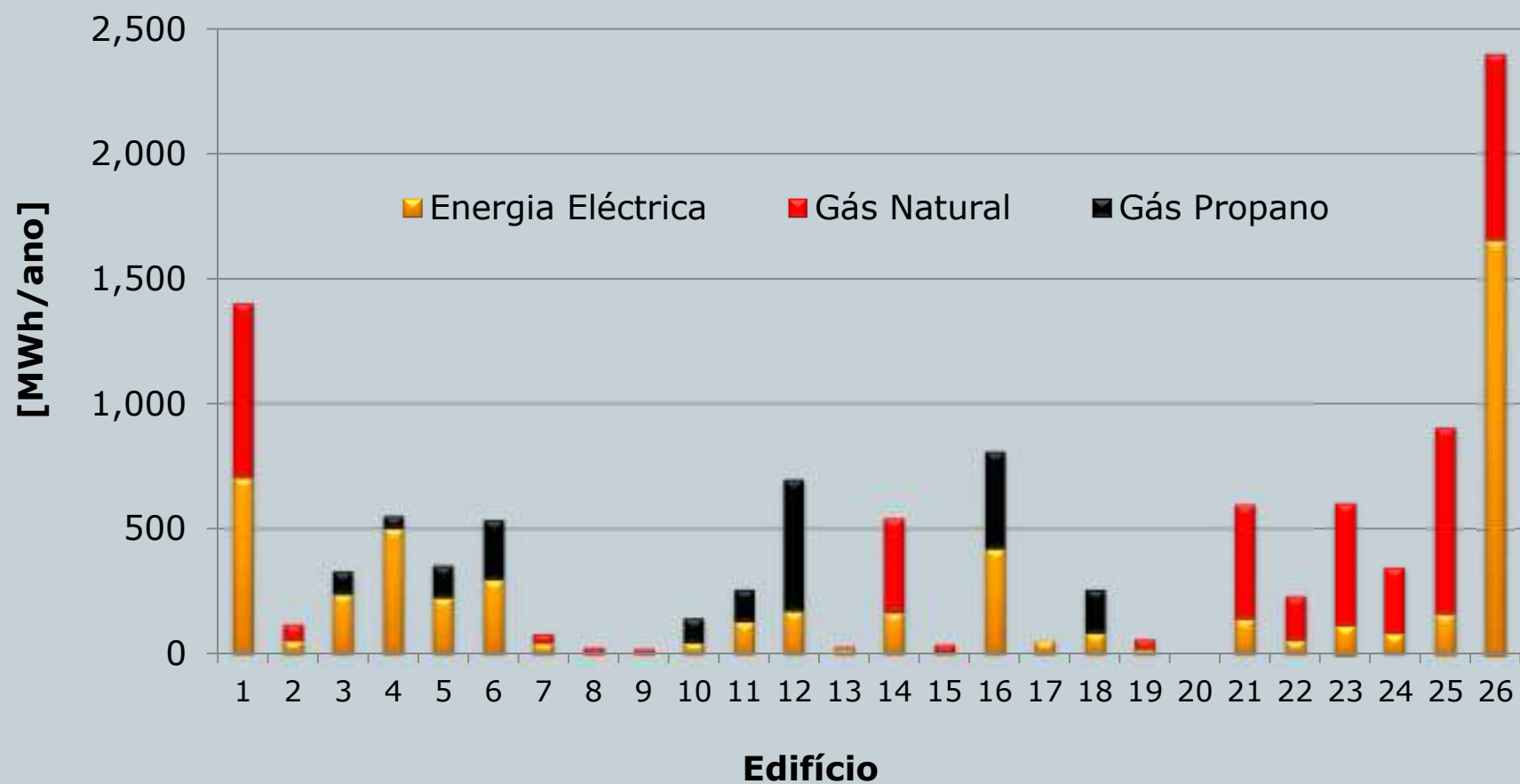




UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

FATURA ENERGETICA

Consumo Anual de Energia Final

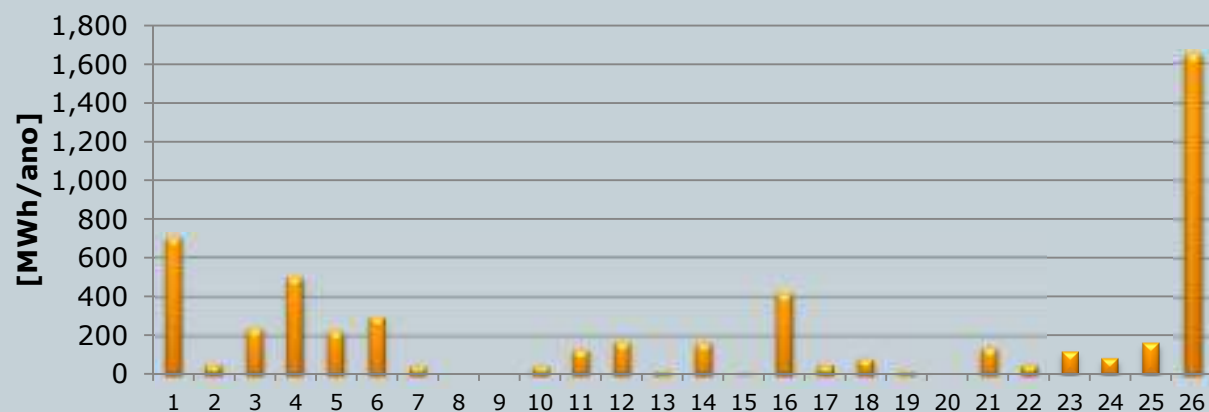




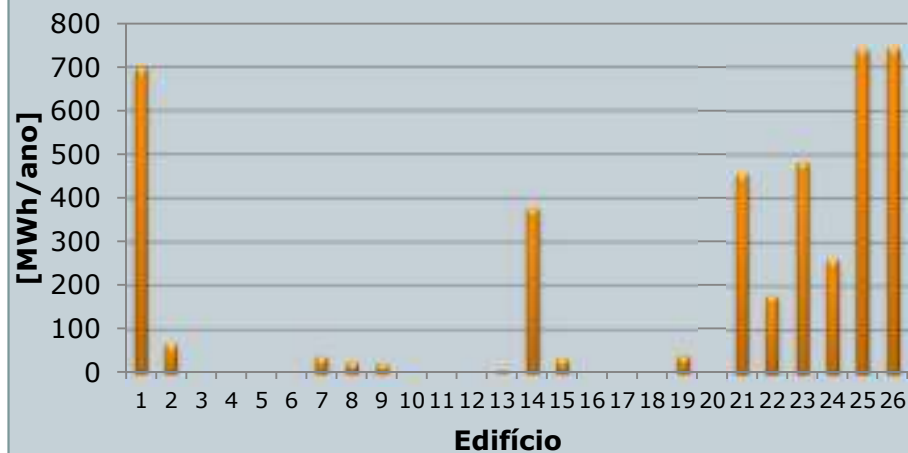
FATURA ENERGETICA



Consumo Anual de Energia Eléctrica

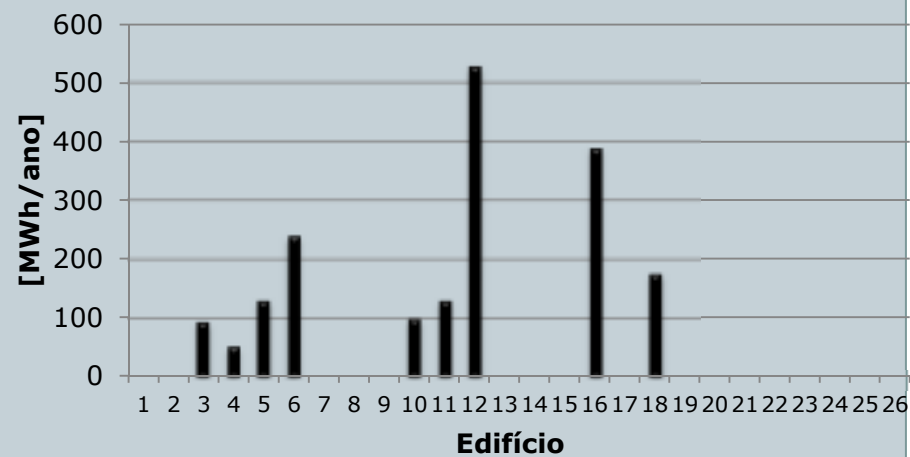


Consumo Anual de Gás Natural



Edifício

Consumo Anual de Gás Propano



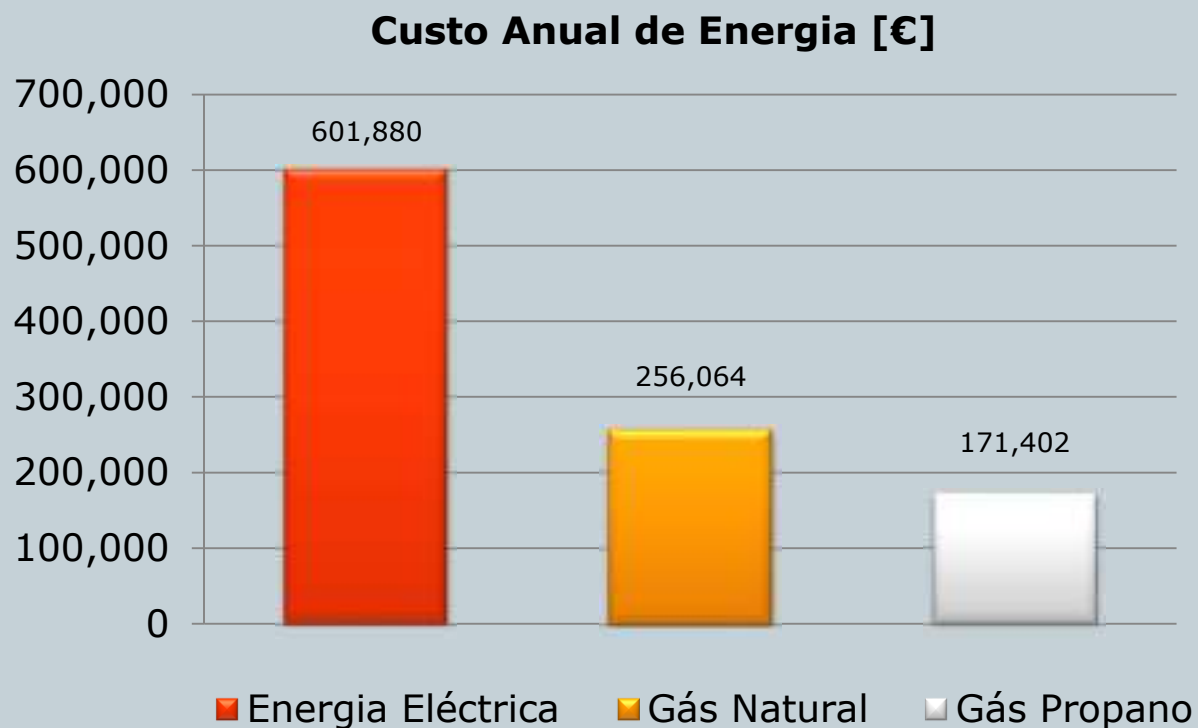
Edifício



FATURA ENERGETICA



- Em termos monetários, o consumo de Energia Final dos edifícios avaliados representam um custo anual de cerca de **1.030.000€ (≈ 1 Milhão de Euros!, s/ IVA)**, dos quais cerca de **58%** são referentes ao consumo de **Electricidade (601.880€)**, **25%** de **Gás Natural (256.064€)** e **17%** de **Gás Propano (171.402€)**.

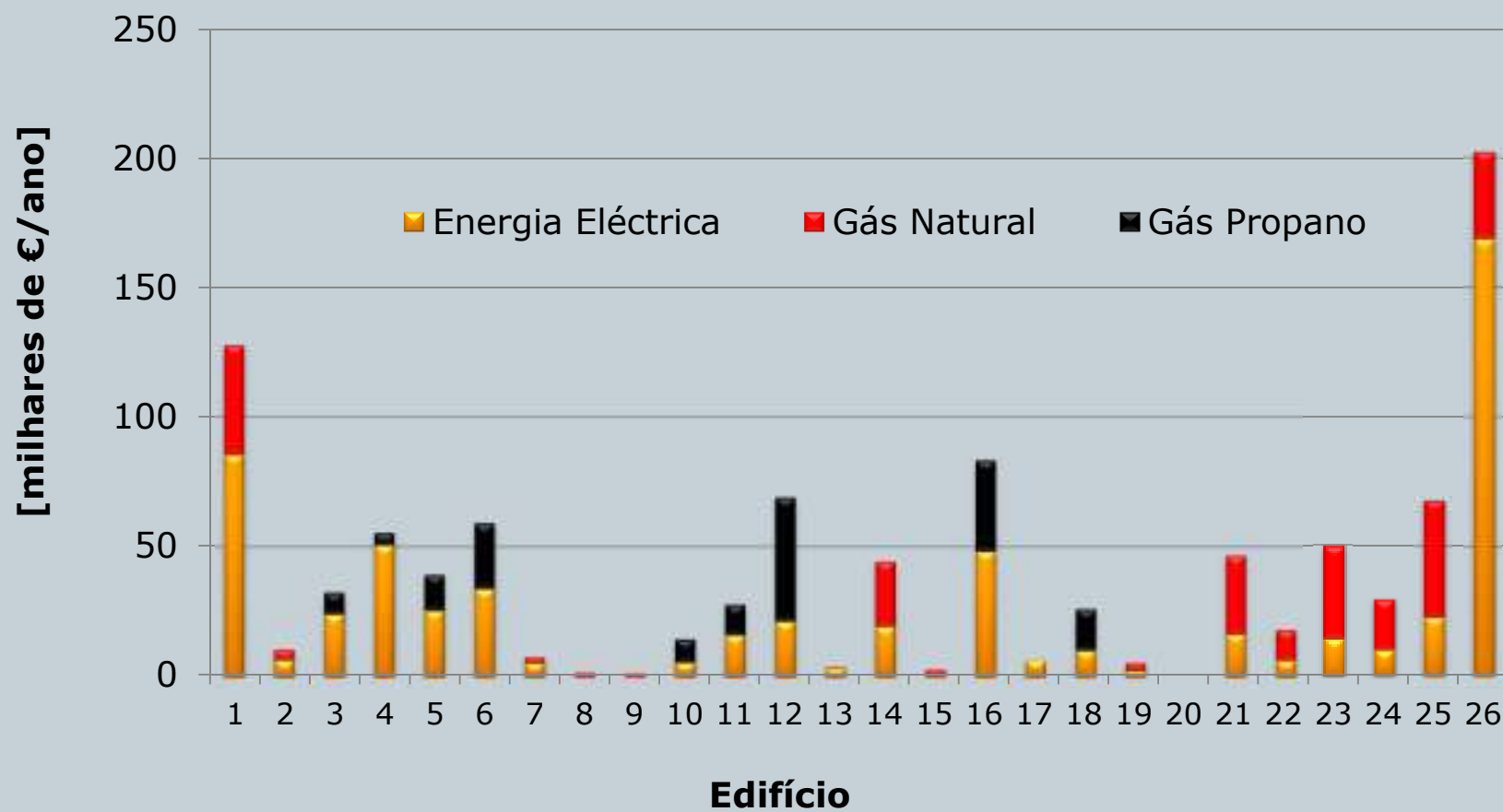




FATURA ENERGETICA



Custo Anual de Energia Final





ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO



- Foram executadas auditorias/diagnósticos energéticos a 35 edifícios (126.000m²).
- Estiveram envolvidos 11 técnicos da JesusFerreira Consultores, 2 bolseiros da UBI, e a equipa dos serviços técnicos da UBI e da Galp Soluções de Energia.
- O trabalho de campo teve início a 26 de Março de 2012, com a auditoria à Faculdade de Ciências da Saúde – Medicina, sendo o último edifício avaliado a Residência Masculina Cantina, a 17 de Maio de 2013.
- Foram analisados e tratados os dados das facturas energéticas de pelo menos 1 ano, de 21 contratos de fornecimento (energia eléctrica, gás natural e propano).
- Foram monitorizados cerca de 80 Quadros Eléctricos por períodos mínimos de 24h.
- Foram preparados e analisados um total de 26 modelos de simulação de dinâmica.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

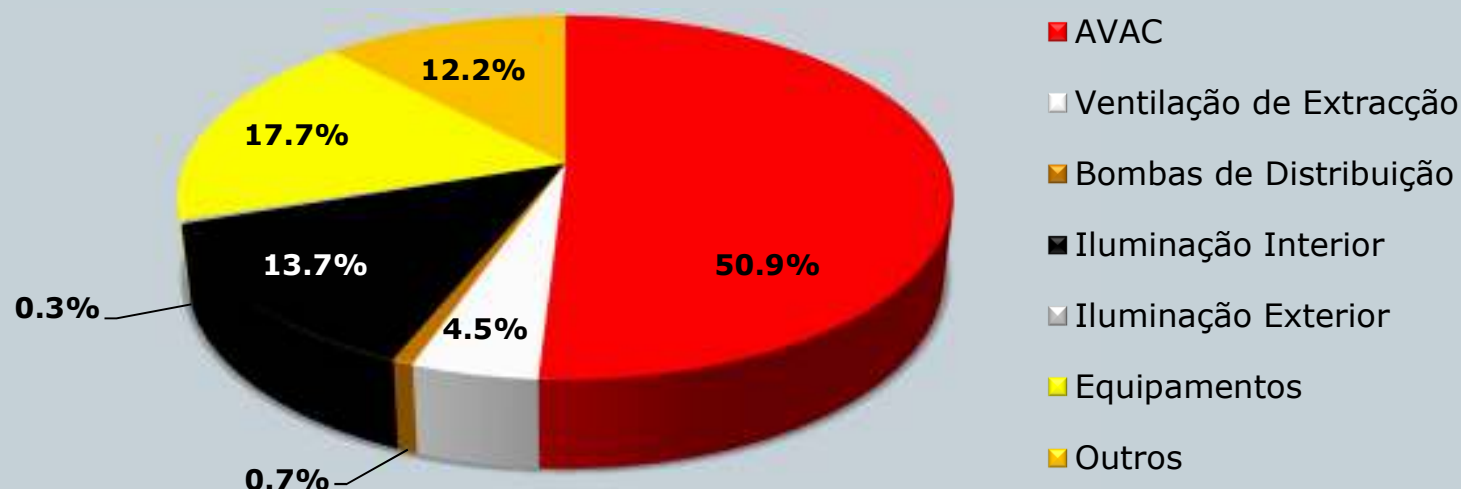




ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

O consumo dos sistemas de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) corresponde a cerca de 51% do total de energia consumida, enquanto os equipamentos e a iluminação apresentam consumos também deveras significativos, correspondentes respectivamente a cerca de 18% e a 14% dos consumos totais.

Distribuição dos consumos de energia por utilização final (%)



NOTA: Esta desagregação de consumos respeita somente ao mês em que se realizaram as auditorias, que incluiu medições dos consumos energéticos dos Grandes Edifícios; no caso dos Pequenos Edifícios, os dados provêm dos resultados das simulações dinâmicas.



ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO



- Em termos específicos, verifica-se que o consumo médio de **energia eléctrica** por metro quadrado de área útil é de cerca de **48,0kWh/(m².ano)**.
- Ao nível do **gás natural e do gás propano**, verifica-se um consumo específico médio de **37,3kWh/(m².ano)** e , **16,4kWh/(m².ano)**, respectivamente.
- Verifica-se que o **consumo específico de energia final por estudante** (pressupondo que a UBI possui cerca de seis mil alunos) é cerca de **1.895,2kWh/(aluno.ano)**, dos quais cerca de 47% estão associados ao consumo de energia eléctrica, 37% afectos ao gás natural e os restantes 16% associados ao consumo de gás propano.
- Actualmente a população de estudantes, docentes e funcionários é de cerca de 8500 pessoas.
- O edifício com **menor consumo específico de energia é o Polidesportivo Coberto II (15,0kWh/m²)**, enquanto o **maior consumidor de energia é o Centro de Informática (298,1kWh/m²)**.



ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO



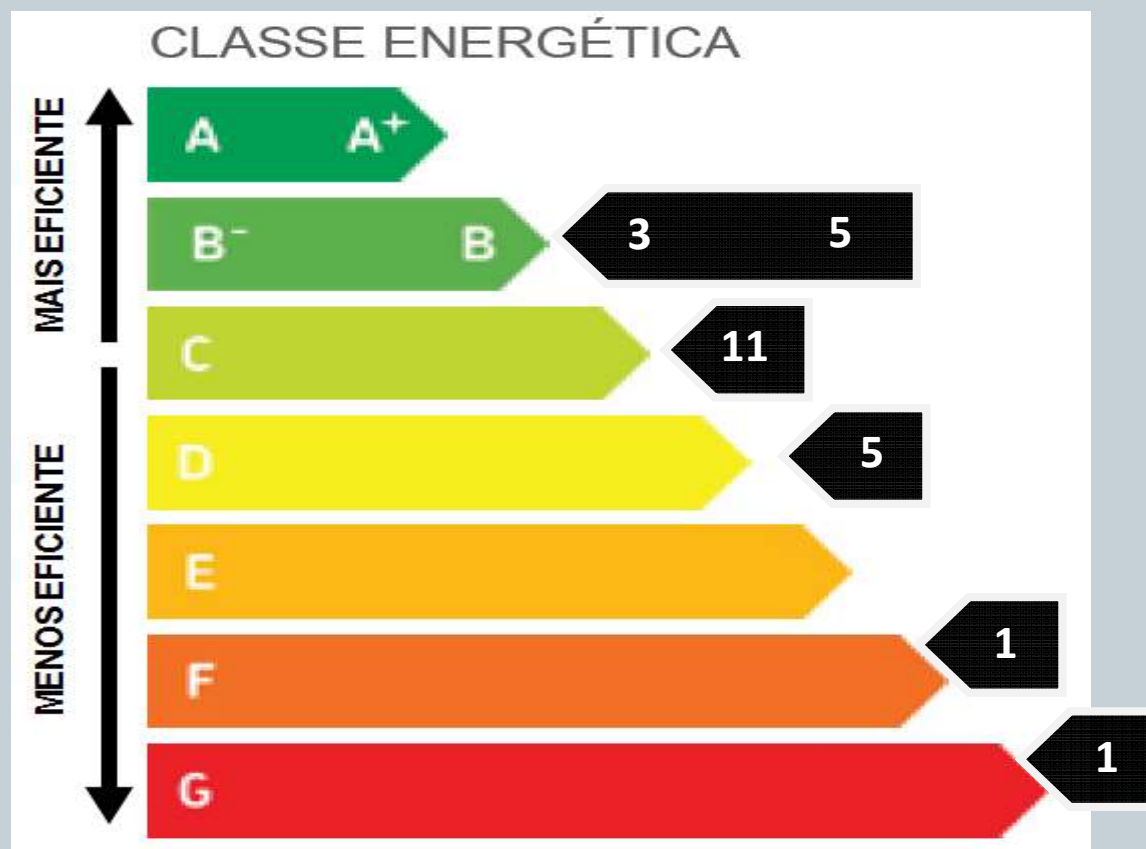
- Verifica-se que o consumo específico por estudante (pressupondo que a UBI possui cerca de seis mil alunos) considerados os edifícios estudados é ligeiramente superior no consumo de Gás relativamente ao da electricidade; ambos são próximos de 1MWh/ano.

Consumo		Electricidade	Gás Natural	Gás Propano	Total / Média
Total	[kWh/ano]	5 368 760	4 165 762	1 836 632	11 371 154
Específico	[kWh/(m².ano)]	48,0	37,3	16,4	101,7
	[kWh/(aluno.ano)]	894,8	694,3	306,1	1 895,2
	[kgep/(m².ano)]	13,9	3,2	1,4	18,5



CLASSIFICAÇÕES ENERGÉTICAS

Como resultado das simulações dinâmicas e dos cálculos executados segundo o prescrito pelo RSECE, foi possível atribuir uma Classificação Energética a cada edifício.





CLASSIFICAÇÕES ENERGÉTICAS

Os edifícios com as **piores classificações – G e F** – foram o **1ª a 5ª Fase** e a **Residência Masculina/Cantina**, respectivamente.

Por outro lado, os edifícios com a **melhor classificação (B-)** foram os edifícios dos **Serviços Técnicos, Polidesportivo Coberto II e Reitoria**.

No caso de serem adoptadas todas as medidas de melhoria propostas, os edifícios auditados ficariam naturalmente com Classificações Energéticas muito superiores:





MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO



- Redução da factura energética;
- Aumento da eficiência energética;
- Redução das emissões de GEE;
- Melhoria do desempenho global das instalações e das condições de conforto dos edifícios;
- Incorporar medidas de produção de energia com fontes renováveis;
- Maior autonomia energética;
- Dar visibilidade às preocupações em termos ambientais e de racionalização de energia.





MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO



Essencialmente, o estudo de medidas de melhoria do desempenho energético dos edifícios da Universidade da Beira Interior, pode ser compilado em 8 (oito) medidas tipo, identificadas de A a H:

- Medida A – Soluções de Iluminação Eficiente;
- Medida B – Instalação de Caldeiras a Biomassa p/ Aquecimento e AQS;
- Medida C – Conversão das Infra-Estruturas de GPL (Propano) p/ GN (Gás Natural);
- Medida D – Optimização do Funcionamento dos Sistemas AVAC;
- Medida E – Substituição de Motores Eléctricos nos Sistemas AVAC;
- Medida F – Instalação de Sistemas Solares Térmicos p/ AQS;
- Medida G – Instalação de Sistemas Solares Fotovoltaicos p/ Venda à Rede;
- Medida H – Compensação Factor Potência (Energia Reactiva).



MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO



Medida	Economia Gerada			Investimento	PRS
	Energia Final		Valor		
	kWh/ano	kgep/ano	[€/ano]	[€]	[anos]
A - Soluções de Iluminação Eficiente	425 929	123 518	86 423	656 723	7,6
B - Instalação de Caldeiras a Biomassa		393 289	172 249	1 000 296	5,8
C - Conversão das infra-estruturas de GPL p/ GN			27 471		
D - Otimização do func. sistemas AVAC	211 125	45 619	16 069	16 602	1,0
E - Substituição de motores	3 140	821	325	1 525	4,7
F - Sistemas Solares Térmicos	260 297	22 386	21 597	147 150	6,8
G - Sistemas Solares Fotovoltaicos	1362 562	200 463	282 474	1 763 611	6,2
H - Compensação Factor Potência			7 282	15 580	2,1
	2 271 424	654 077	607 910	3 599 947	5,9



MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO



Edifício	Economia Gerada			Investimento	PRS
	Energia Final		Valor		
	kWh/ ano	kgep/ ano	[€/ ano]		
1	529,979	90,345	94,136	645,833	6.9
2	7,303	15,118	9,825	36,160	3.7
3	68,200	24,585	24,985	157,680	6.3 *
4	4,615	5,806	2,870	34,620	12.1 *
5	17,888	18,870	15,022	63,139	4.2 *
6	10,264	2,976	33,970	238,915	7.0 *
7	4,211	6,906	4,442	22,226	5.0
8	2,843	824	321	1950	6.1
9	23 811	5 969	2,540	3,900	1.5
10	2,825	8,473	7,785	32790	4.2 *
11	16,502	15,966	10,813	50,900	4.7 *
12	17,070	99,586	50,995	246380	4.8
13	3,643	1,056	412	3,058	7.4

* Não foi considerada o impacto da medida de melhoria C - Reversão das infra-estruturas de GPL p/ GN, em virtude da necessidade de realização de um estudo prévio para estimar o custo de investimento associado.



MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

Edifício	Economia Gerada			Investimento	PRS
	Energia Final		Valor		
	kWh/ ano	kgep/ ano	[€/ ano]		
14	34,727	4,355	3,270	22,695	6.9
15	19,050	2,094	1,760	12,470	7.1
16	160,394	38,483	39,357	258,623	6.6 *
17	3,979	1,154	450	2,715	6.0
18	74,258	89,11	38,555	221,450	5.7
19	1,156	335	130	810	6.2
20	3,979	1,154	450	2,715	6.0
21	255,244	51,422	38,468	266,708	6.9
22	6,473	22,565	4,961	36,688	7.4
23	5,530	63,000	25,972	158,770	6.1
24	5,347	27,496	7,627	29,603	3.9
25	146,311	69,369	54,257	326,325	6.0
26	556,055	145,649	73,656	783,885	10.6

* Não foi considerada o impacto da medida de melhoria C - Reconversão das infra-estruturas de GPL p/ GN, em virtude da necessidade de realização de um estudo prévio para estimar o custo de investimento associado.



RECOMENDAÇÕES



- Contratar um **Gestor de Energia** e implementar um **Sistema de Gestão de Energia** com recurso a hardware e software que abranja os principais edifícios;
- Instalação de **contadores de energia eléctrica, gás natural e gás propano** à entrada de cada edifício, com a possibilidade de comunicar com uma plataforma centralizada;
- Implementar um **Sistema Integrado de Gestão da Manutenção** com recursos necessários à aplicação de um sistema de manutenção preventiva eficiente;
- **Reabilitar todos os equipamentos** que se encontram **com anomalias ou fora de serviço** por questões de manutenção (sistemas de ventilação mecânica, principalmente);
- Dar continuidade ao processo de **Certificação Energética e de Qualidade do Ar Interior** dos edifícios (auditorias QAI e de manutenção);
- **Promover acções de sensibilização para a racionalização da energia** junto dos alunos e funcionários (divulgar resultados das auditorias)



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

AGRADECIMENTOS



Não podemos deixar de agradecer à equipa da Jesus Ferreira e à Galp pela inteira disponibilidade na execução deste trabalho.