



RIGOR - CONSULTORIA E GESTÃO
GRUPO SALVADOR CAETANO

Plano de Racionalização do Consumo de Energia

Consumos Intensivos de Energia Decreto – Lei 71/2008 de 15 de abril

TOYOTA CAETANO PORTUGAL, S.A. OVAR

10 de novembro de 2021



Índice

1. Âmbito	3
2. Oportunidades de Racionalização de Consumos de Energia	4
2.1 Iluminação	4
2.2 Detetores de movimento	12
2.3 Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia (SCGeME)	13
2.4 Expansão do sistema de controlo de cargas	15
2.5 Motores elétricos	16
2.6 Sistema solar fotovoltaico de autoconsumo	18
2.7 Sistema solar térmico para apoio à caldeira de água quente	20
3. Plano de Racionalização de Energia (PREn)	22
3.1 Obrigatoriedade legal do plano	22
3.2 Período a que se refere o Plano de Racionalização	22
3.3 Indicadores Energéticos no ano de referência	22
3.4 Cálculo das metas mínimas nos próximos 8 anos	22
3.5 Resumo global das ORC's a implementar	22
3.6 Plano de investimento	24
3.7 Evolução dos Indicadores Energéticos	25
4. Conclusão	26



RIGOR - CONSULTORIA E GESTÃO
GRUPO SALVADOR CAETANO

1. Âmbito

No decorrer da Auditoria Energética, AE, realizada às instalações da Toyota Caetano Portugal, S.A., TCAP, em Ovar, verificou-se a existência de oportunidades para a racionalização dos consumos energéticos da instalação, pelo que nas secções seguintes deste documento tentar-se-á elencar, de forma tão pormenorizada quanto possível, o detalhe das mesmas.



2. Oportunidades de Racionalização de Consumos de Energia

Durante o período de Auditoria Energética e após elaboração do correspondente Relatório de Auditoria, identificaram-se um conjunto de medidas que permitirão à TCAP Ovar otimizar o uso da energia no seu processo produtivo. Assim propõe-se, genericamente, a adoção das seguintes medidas (as quais serão apresentadas com maior detalhe no Plano de Racionalização de Consumos de Energia, PREn):

- Iluminação:
 - substituição de equipamentos de baixo rendimento por outros de maior rendimento, nomeadamente, pela utilização de equipamentos de tecnologia LED;
- Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia (SCGeME):
 - expansão do SCGeME existente para controlo de cargas, nomeadamente iluminação e ar condicionado, de forma a diminuir desperdícios de consumo de energia elétrica fora dos períodos de laboração da empresa;
- Sistema solar fotovoltaico para a produção de energia elétrica com recurso à energia solar:
 - instalação de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC), que permitirá à empresa produzir energia elétrica para autoconsumo vendendo o excedente à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP);
- Motores elétricos:
 - substituição de motores elétricos existentes por outros com maior rendimento, nomeadamente, pela utilização de motores com nível de eficiência IE 4.
- Sistema solar térmico para apoio à caldeira de água quente.

2.1 Iluminação

De acordo com o descrito no presente relatório, considera-se oportuna a substituição das luminárias existentes por outros equipamentos utilizando tecnologia LED.

A tecnologia LED apresenta as seguintes características:

- Bom índice de restituição de cores (75);
- Boa restituição cromática (aprox.80);
- Tempo de vida útil médio de aproximadamente 50.000h;
- Arranque imediato e ao seu máximo fluxo luminoso.

No decorrer da Auditoria Energética verificou-se oportuno a substituição dos equipamentos de iluminação localizados nos diversos setores, equipados com lâmpadas de tecnologia fluorescente tubular, fluorescente compacta, iodetos metálicos, vapor de sódio e vapor de mercúrio (que, como apresentado anteriormente, representam 85,3% da potência instalada na vertente de iluminação), por equipamentos utilizando tecnologia LED.

Na Tabela 1 apresentam-se os equipamentos a substituir, alocados ao respetivo setor, assim como a potência associada, o custo e a poupança anual (em kWh e €, respetivamente)



Tabela 1: Equipamentos por setor.

Setor	Zona	Existente	h/ano	Solução proposta	Un.	Potência total instalada [kW]	Consumo anual [kWh]	Poupança	
								kWh/ano	€/ano
Armazém Novo	Armazém	FT5-E 4x80W	1 610	Campânula LED 200W	44	8,8	14 168,0	10 767,7	1 378,3
Armazém	Zona abertura CKD	FT5-E 4x80W	1 610	Campânula LED 100W	52	5,2	8 372,0	15 291,1	1 957,3
	Zona abertura CKD	FT5-E 2x80W	1 610						
	Zona abertura CKD	FT5-E 2x80W	1 610						
	Apoio produção/V erif. chaves	FT5-E 1x80W	1 610	Campânula LED 150W	18	2,7	4 347,0		
	Gabinete armazém	FT8-E 2x36W	1 610						
	Gabinete armazém	FT8-E 2x18W	1 610						
Soldadura	Corredor circulação	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	27,6	45,3	5,8
	Balneário	FT8-E 2x36W	805	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	16	0,2	193,2	316,8	40,6
	Soldadura	FT5-E 4x80W	1 610	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	20	0,7	1 191,4	1 642,2	210,2
	Soldadura	FT8-E 1x58W	1 610	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	1	0,0	37,0	65,7	8,4
	Soldadura	FT5-E 4x80W	1 610	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	136	5,0	8 101,5	11 167,0	1 429,4
	Soldadura	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	34	0,5	821,1	1 346,6	172,4
	cabine controlo	FT8-E 1x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	212	3,2	5 119,8	8 396,5	1 074,7



	Soldadura	FT8-E 1x58W	1 610	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	4	0,1	148,1	262,8	33,6
	Soldadura	FT5-E 2x80W	1 610	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	4	0,1	238,3	328,4	42,0
	área de exposição	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	12	0,3	127,0	225,2	28,8
	Soldadura	FT5-E 4x80W	1 610	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	60	2,2	3 574,2	4 926,6	630,6
	Soldadura	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	193,2	316,8	40,6
Edifício manutenção	Sala Manutenção	FT8-E 4x18W	805	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	36	0,3	217,4	356,5	45,6
	sala reuniões	FT8-E 4x18W	230	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	16	0,1	27,6	45,3	5,8
	Oficina	FT5-E 4x80W	805	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	20	0,7	595,7	821,1	105,1
	Oficina	FT5-E 2x80W	805	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	8	0,3	238,3	328,4	42,0
	Oficina	FT5-E 1x80W	805	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	3	0,1	89,4	123,2	15,8
	sala calibrações	FT5-E 2x80W	230	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	2	0,1	17,0	23,5	3,0
	sala carpintaria	FT5-E 2x80W	230	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	2	0,1	17,0	23,5	3,0
	sala oficina	FT5-E 2x80W	230	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	2	0,1	17,0	23,5	3,0
	Armazém	FT8-E 1x36W	230	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	13,8	22,6	2,9
	Arquivo	FT8-E 1x36W	230	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	1	0,0	3,5	5,7	0,7
	Sala Bombeiros	FT8-E 2x36W	230	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	12	0,2	41,4	67,9	8,7
Serviços Administ rativos e	Auditório Dyna	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	24	0,6	253,9	450,4	57,7



Sala Piso1	FT8-E 2x58W	230	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	24	0,6	127,0	225,2	28,8
Corredor circulação	FT8-E 2x58W	230	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	12	0,3	63,5	112,6	14,4
Corredor cozinha	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	22	0,3	607,2	995,8	127,5
WC cozinha	FT8-E 1x18W	1 840	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	2	0,0	27,6	45,3	5,8
Cozinha	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	30	0,5	828,0	1 357,9	173,8
Cozinha - dispensa pequena	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	55,2	90,5	11,6
Cozinha - Escritório	FT8-E 1x18W	1 840	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	1	0,0	13,8	22,6	2,9
Corredor acesso cantina	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	55,2	90,5	11,6
Cantina	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	12	0,2	331,2	543,2	69,5
Cantina	FT8- 1x32W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	55,2	62,6	8,0
WC cantina	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	110,4	181,1	23,2
Direção	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	6	0,1	63,5	112,6	14,4
Gabinete direção	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	8	0,2	84,6	150,1	19,2
Sala Kaizen	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	12	0,2	331,2	543,2	69,5
Área social (Bar)	FT8-E 1x58W	920	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	6	0,1	127,0	225,2	28,8
Lavandaria	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	27,6	45,3	5,8
Laboratório	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	14	0,2	386,4	633,7	81,1



Laboratório	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	55,2	90,5	11,6
WC mulheres	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	55,2	90,5	11,6
WC homens	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	30	0,5	207,0	339,5	43,5
Sala azul	HAL- 1x50W	460	PPRO PAR 16 50 36° 6.5 W/3000K GU10 DIM	12	0,1	35,9	240,1	30,7
Sala azul	FT5-E 1x80W	460	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	20	0,7	340,4	469,2	60,1
Hall	FT8-E 1x18W	460	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	5	0,0	17,3	28,3	3,6
Sala Hiace	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	4	0,1	42,3	75,1	9,6
Sala ambiente	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	4	0,1	42,3	75,1	9,6
Open space - piso1	FT8-E 2x58W	1 840	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	70	1,6	2 962,4	5 255,0	672,6
Sala qualidade	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	4	0,1	42,3	75,1	9,6
Academia TPS	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	8	0,2	84,6	150,1	19,2
Sala segurança	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	12	0,3	127,0	225,2	28,8
Posto médico - sala consultas	FT8-E 2x58W	1 840	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	4	0,1	169,3	300,3	38,4
Posto médico - hall	FT8-E 2x58W	920	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	2	0,0	42,3	75,1	9,6
Posto médico - enfermagem	FT8-E 2x58W	1 840	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	8	0,2	338,6	600,6	76,9
WC	FT8-E 1x18W	460	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	1	0,0	3,5	5,7	0,7
Hall	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	2	0,0	21,2	37,5	4,8



	Sala Land Cruiser	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	8	0,2	84,6	150,1	19,2
	Relógio de ponto	FT8-E 1x18W	460	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	1	0,0	3,5	5,7	0,7
	Open space - operações	FT8-E 2x36W	1 840	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	28	0,4	772,8	1 267,4	162,2
	Sala segurança	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	4	0,1	42,3	75,1	9,6
	Open space - Dep. Técnico	FT8-E 2x58W	1 840	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	60	1,4	2 539,2	4 504,3	576,6
	Sala Hilux	FT8-E 2x58W	460	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	8	0,2	84,6	150,1	19,2
Montagem Final	Montagem Final - SQA	FT5-E 4x80W	1 150	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	4	0,1	170,2	234,6	30,0
	Montagem final - Sala sítio 5S	FT8-E 2x36W	575	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	34,5	56,6	7,2
	Montagem final	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	38	0,6	917,7	1 505,0	192,6
	Montagem final	FT5-E 4x80W	1 150	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	40	1,5	1 702,0	2 346,0	300,3
	Montagem final	FT5-E 2x80W	1 150	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	8	0,3	340,4	469,2	60,1
	Montagem final	FT5-E 2x80W	1 150	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	44	1,6	1 872,2	2 580,6	330,3
	Montgem final	FT5-E 1x80W	1 150	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	5	0,2	212,8	293,3	37,5
	Montagem final	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	6	0,1	144,9	237,6	30,4
	Montagem final	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	32	0,5	772,8	1 267,4	162,2
	Montagem final	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	34	0,5	821,1	1 346,6	172,4
	Cabine inspeção final	FT8- 1x18W	1 610	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	144	1,1	1 738,8	2 434,3	311,6



	Gab. Montagem final	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	193,2	316,8	40,6
	Cabine controlo	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	158	2,4	3 815,7	6 257,7	801,0
	Cabine posto de qualidade	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	144	2,2	3 477,6	5 703,3	730,0
Pintura	Gab. Pintura	FT8-E 1x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	1	0,0	24,2	39,6	5,1
	Gab. Pintura	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	96,6	158,4	20,3
	Pintura	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	92	1,4	2 221,8	3 643,8	466,4
	Pintura	FT8-E 1x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	1	0,0	24,2	39,6	5,1
	Pintura	FT8-E 2x32W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	48,3	65,0	8,3
	Pintura	E40 VS-E 1x250W	1 610	Campânula LED 150W	4	0,6	966,0	805,0	103,0
	Pintura	FT5-E 3x80W	1 610	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	15	0,6	893,6	1 231,7	157,7
	Pintura	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	28	0,4	676,2	1 109,0	141,9
	Área de treino - Pintura	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	28	0,4	193,2	316,8	40,6
	Spray area - Pintura	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	55,2	90,5	11,6
	Cabine PVC	FT8-E 2x18W	1 610	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	44	0,3	531,3	871,3	111,5
	Posto de limpeza	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	10	0,2	241,5	396,1	50,7
	Cabine	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	184	2,8	4 443,6	7 287,5	932,8
	Cabine	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	4	0,1	96,6	158,4	20,3
	Cabine off repair	FT8-E 2x36W	460	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	92	1,4	634,8	1 041,1	133,3



	Gab. Manutenção - Pintura	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	193,2	316,8	40,6
	Cabine pré-lavagem	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	193,2	316,8	40,6
	Cabine metal repair	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	148	2,2	3 574,2	5 861,7	750,3
	Cabine SA/RH	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	186	2,8	4 491,9	7 366,7	942,9
	Cabine vedante	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	158	2,4	3 815,7	6 257,7	801,0
	Cabine	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	280	4,2	6 762,0	11 089,7	1 419,5
	Zona de apoio à produção	FT8-E 2x36W	1 610	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	48,3	79,2	10,1
	Zona de apoio à produção	FT8-E 1x58W	1 610	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	1	0,0	37,0	65,7	8,4
	Cabine	FT5-E 3x80W	1 610	ST5HO80 37W/6500K 1500 mm	30	1,1	1 787,1	2 463,3	315,3
	Cabine	FT8-E 2x18W	1 610	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	36	0,3	434,7	712,9	91,3
Portaria	Sala safira - Portaria	FT8-E 2x58W	0	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Arrumos - Portaria	FT8-E 2x58W	0	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Posto Fiscal - Portaria	FT5-E 2x36W	2 760	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	82,8	135,8	17,4
	Posto Fiscal - Portaria	FT8-E 2x58W	2 760	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	2	0,0	127,0	225,2	28,8
	WC	FT8-E 4x18W	230	ST8A-UN 7.5 W/6500K 600 mm	4	0,0	6,9	11,3	1,4
	Portaria	FT8-E 2x58W	345	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	2	0,0	15,9	28,2	3,6
	Corredor exterior	FT8-E 2x36W	0	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	6	0,1	0,0	0,0	0,0
Exterior	Exterior	IM-E 1x250W	2 760	Campânula LED 150W	2	0,3	828,0	690,0	88,3



	Exterior	IM-E 1x150W	2 760	Campânula LED 100W	5	0,5	1 380,0	897,0	114,8
Prova de água	Prova de água	FT8-E 2x58W	0	ST8AU-UN 23 W/6500K 1500 mm	12	0,3	0,0	0,0	0,0
Ecocentro	Ecocentro	VS-E 1x400W	0	Campânula LED 200W	2	0,4	0,0	0,0	0,0
	Ecocentro	VS-E 1x150W	0	Campânula LED 100W	4	0,4	0,0	0,0	0,0
Anexos	Casa das máquinas	FT8-E 2x36W	0	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	8	0,1	0,0	0,0	0,0
	Casa das máquinas	FT8-E 1x36W	0	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sala da caldeira	FT8-E 2x36W	0	ST8AU-UN 15 W/6500K 1200 mm	2	0,0	0,0	0,0	0,0

Na Tabela 2 apresenta-se o custo total das substituições por setor, assim como o respetivo payback.

O preço unitário da energia usado foi de 0,128 €/kWh.

Tabela 2: Custo total das substituições, por setor, e respetivo payback.

Setor	Custo	Poupança	Payback
	€	€/ano	Anos
Armazém Novo	7 825,2	1 378,26	5,7
Armazém	9 623,3	1 957,30	4,9
Soldadura	13 625,8	3 717,11	3,7
Edifício manutenção	2 484,8	235,65	10,5
Serviços Administrativos e outros	11 851,8	2 582,20	4,6
Montagem Final	15 277,7	3 206,28	4,8
Pintura	28 064,6	6 628,41	4,2
Portaria	433,1	51,26	8,4
Iluminação Exterior	1 242,0	203,14	6,1

2.2 Detetores de movimento

A auditoria energética realizada às instalações em análise permitiu verificar que a iluminação das dispensas da cozinha e WC da mesma encontra-se permanentemente ligada. Assim, recomenda-se a instalação de detetores de movimento nesta zona, de modo a reduzir o consumo de energia associado a esta vertente.



A presente medida contempla a instalação de 5 detetores de movimento, como apresentado na Tabela 3, distribuídos pelas dispensas da cozinha e WC. Com a aplicação desta medida, as horas de utilização passarão de 8 horas diárias para 2 horas diárias nas dispensas da cozinha e 1 hora diária no WC.

Tabela 3: Custo total das substituições, por setor, e respetivo payback.

Zona	h/ano	Potência [W]	Quantidade	Descrição	Custo [€]
Dispensa	460	132	2	Detetores 350039 (eleri9)	24
WC cozinha	230	15	2	Detetores 350039 (eleri9)	24
Dispensa pequena	460	30	1	Detetores 350039 (eleri9)	12

Para o cálculo dos ganhos económicos associados à aplicação desta medida, adotaram-se os seguintes pressupostos:

- Consumo anual de energia: 325,68 kWh;
- Poupança de energia elétrica:
 - Dispensas da cozinha: 223,6 kWh/ano;
 - WC: 24,2 kWh/ano.
- Custo de energia: 0,128€/kWh.

Tabela 4: Investimento e payback.

Medida	Investimento	[€/kWh]	Poupança [€/ano]	Poupança [kWh/ano]	Payback [anos]
Detetores de movimento	60	0,128	32	247,71	1,89

Uma vez que a substituição, instalação e manutenção dos equipamentos da fábrica é normalmente realizada pela equipa de manutenção interna, o investimento apresentado na tabela anterior apenas tem em consideração o fornecimento de equipamentos e materiais.

2.3 Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia (SCGeME)

Como mencionado anteriormente, propõe-se a expansão do SCGeME, uma vez que a TCAP Ovar já possui este sistema. Assim, o SCGeME permite efetuar um conjunto de operações sobre os principais sistemas consumidores de energia do edifício, de forma remota e/ou centralizada, nomeadamente:

- Ligar/desligar circuitos elétricos agregados ao sistema;
- Definir anualmente períodos de operação da instalação, se necessário para cada dia do ano;
- Monitorizar consumos de energia e valores das principais grandezas elétricas da instalação;
- Efetuar o controlo de potência de ponta da instalação mediante o deslastre de cargas definidas como não prioritárias para a operação da instalação, uma funcionalidade de extrema importância como medida de controlo da fatura energética;



- Acesso remoto à instalação via web para efeitos de parametrização dos controlos de cargas;
- Definir níveis de operação dos sistemas de iluminação – dimming – em função do nível de iluminação natural captada pelos correspondentes sensores;
- Definir cenários de operação dos sistemas de iluminação, uma funcionalidade particularmente útil para definir esquemas de operação em áreas com necessidades diárias diferenciadas;
- Monitorizar a produção instantânea e média (mensal e anual) de sistemas de consumo e/ou produção de energia;
- Apresentar sobre a forma de display alfanumérico o “balanço energético” da instalação.

Na Figura 1 apresenta-se uma o hardware do sistema instalado na TCAP Ovar.



Figura 1: Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia – SCGeME.

O equipamento adotado é um sistema baseado em autómatos com as seguintes características:

- Autómato programável expansível;
- Número de saídas digitais ajustadas às necessidades da instalação;
- Os autómatos têm autonomia de decisão, isto é, em caso de perda de comunicação com o sistema central, cada um dos sistemas continuará a efetuar o programa de operações previamente carregado pelo gestor da instalação;
- O sistema será localmente interligado a um computador pessoal para efeitos de comunicação via web e parametrização das grandezas e sistemas sob controlo;
- A comunicação entre o autómato e as suas cartas periféricas far-se-á mediante cabo UTP cat. 6 o que permitirá elevada imunidade a ruído eletromagnético eventualmente existente nas referidas instalações;



- Controlo dos circuitos de iluminação e ar condicionado do Q.P.1.7.2.1 e Q.P. 1.7.2.2 – iluminação da área administrativa do piso 1;
- Controlo dos circuitos de iluminação Q.P.1.7.2 – iluminação da cantina;

Assim, na Tabela 5 apresentam-se os resultados da análise técnico-económica associada à medida de controlo de cargas através do SCGeME.

Tabela 5: Análise técnico-económica associada à medida de controlo de cargas através do SCGeME.

Investimento [€]	Redução de consumos [kWh/ano]	Poupança [€/ano]	Payback [anos]
10 330,00	20 398	2 611,00	4,0

2.5 Motores elétricos

Face ao seu elevado consumo e aos longos períodos de utilização, verificou-se que os sistemas de força motriz, isto é, motores elétricos, que fazem parte do processo de pintura (Pintura PT e ED) apresentam um elevado potencial de economia de energia.

Propõe-se, desta forma, a substituição de alguns dos motores do processo da Pintura PT e ED por motores com nível de eficiência elevado, IE4, que, face ao seu longo período de funcionamento e/ou elevado consumo, apresentará uma poupança energética atrativa e rapidamente amortizável.

Os motores de elevado rendimento, ou motores mais eficientes, para além da economia de energia, tem como vantagens, nomeadamente:

- maior tempo de vida útil;
- aumento da fiabilidade;
- mais silenciosos;
- suportam melhor as flutuações de tensão;
- suportam melhor os harmónicos.

Na Tabela 6 apresenta-se a listagem dos motores estudados, bem como as suas características de funcionamento verificadas durante a auditoria energética.

Tabela 6: Motores estudados na auditoria.

Localização	Código	P _n [kW]	Fator de carga	η _n [%]	P _{abs} [kW]	Utilização [h/ano]	Consumo [kWh/ano]
	001	30,0	0,75	93,8	24,0	8 592	206 029
	004	30,0	0,75	93,8	24,0	8 592	206 029
	304	30,0	0,75	93,8	24,0	8 592	206 029
	501	22,0	0,75	85,9	19,2	239	4 596
	535	22,0	0,75	85,9	19,2	239	4 596
	538	0,75	0,75	72,1	0,8	5 280	4 119



Pintura ED	539	0,75	0,75	72,1	0,8	5 280	4 119
	544	3,0	0,75	72,1	3,1	120	373
	152	1,5	0,75	81,3	1,4	5 280	7 309
	105	30,0	0,75	87,8	25,6	168	4 304
	403	0,55	0,75	80,0	0,5	2 640	1 361
	404	0,55	0,75	80,0	0,5	2 640	1 361
	117	1,1	0,75	70,9	1,2	0	0
	352	5,5	0,75	84,7	4,9	72	351
	452	3,0	0,75	74,1	3,0	419	1 271
	681	1,1	0,75	29,7	2,8	60	166
	667	4,0	0,75	83,1	3,6	1 980	7 148
Pintura PT	999012	30,0	0,75	93,2	24,2	1 980	47 820
	999013	22,0	0,75	93,3	17,7	1 980	35 011
	999014	22,0	0,75	92,2	17,9	1 980	35 433
	999028	2,2	0,75	80,0	2,1	24	49
	999016	7,5	0,75	85,2	6,6	2 420	15 969
	999018	22,0	0,75	93,3	17,7	1 980	35 011
	999015	30,0	0,75	93,2	24,2	2 420	58 447
	Prensa	3,0	0,75	84,9	2,7	1 540	4 083
	999019	22,0	0,75	93,3	17,7	1 980	35 011
		346,5			289,1	66 497	925 998

Na Tabela 7 apresenta-se os resultados da análise técnico-económica associada à substituição dos motores dos setores da Pintura PT e Pintura ED.

Tabela 7: Análise técnico-económica associada à medida de substituição dos motores do processo nos setores da Pintura PT e da Pintura ED.

Código	Proposta	η _n [%]	Pabs [kW]	Consumo [kWh/ano]	Poupança [kWh/ano]	Poupança [€/ano]	Investimento [€]	Payback [anos]
001	Motor IE4	94,9	23,7	203 709	2 320	296,98	1 854,20	6,2
004	Motor IE4	94,9	23,7	203 709	2 320	296,98	1 854,20	6,2
304	Motor IE4	94,9	23,7	203 709	2 320	296,98	1 854,20	6,2
538	Motor IE4	85,7	0,7	3 466	654	83,67	148,97	1,8
539	Motor IE4	85,7	0,7	3 466	654	83,67	148,97	1,8
152	Motor IE4	88,2	1,3	6 735	575	73,56	215,50	2,9
667	Motor IE4	90,0	3,3	6 600	548	70,15	303,63	4,3
999016	Motor IE4	92,6	6,1	14 700	1 268	162,34	542,44	3,3
		83		646 094	10 659	1 364	6 922,11	5,1

É de salientar que uma vez que a substituição, instalação e manutenção dos motores da fábrica é normalmente realizada pela equipa de manutenção interna, o investimento apresentado na tabela anterior apenas tem em consideração o fornecimento de equipamentos e materiais.



Embora não se tenham obtido resultados economicamente viáveis para a substituição dos restantes motores, recomenda-se a implementação de motores de alto rendimento de forma generalizada aquando da avaria dos equipamentos existentes.

2.6 Sistema solar fotovoltaico de autoconsumo

Com base no decreto-lei nº 162/2019 que estabelece o regime jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável (as características de fornecimento, o perfil de consumo do cliente e as condicionantes do edifício), analisou-se a implementação de uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC). A UPAC deve ser dimensionada de forma a não ultrapassar a potência certificada da instalação de utilização e, conforme estabelecido no Regulamento Técnico e de Qualidade (RTQ) da DGEG, de modo a garantir a maior aproximação possível da energia elétrica produzida à quantidade de energia elétrica consumida na instalação de utilização, conforme estabelecido decreto-lei nº 162/2019.

Desta forma, propõe-se a instalação de uma UPAC com uma potência instalada de 601 kWp.

Nos Gráficos 1, 2, 3 e 4 apresentam-se os resultados das simulações para a UPAC proposta.

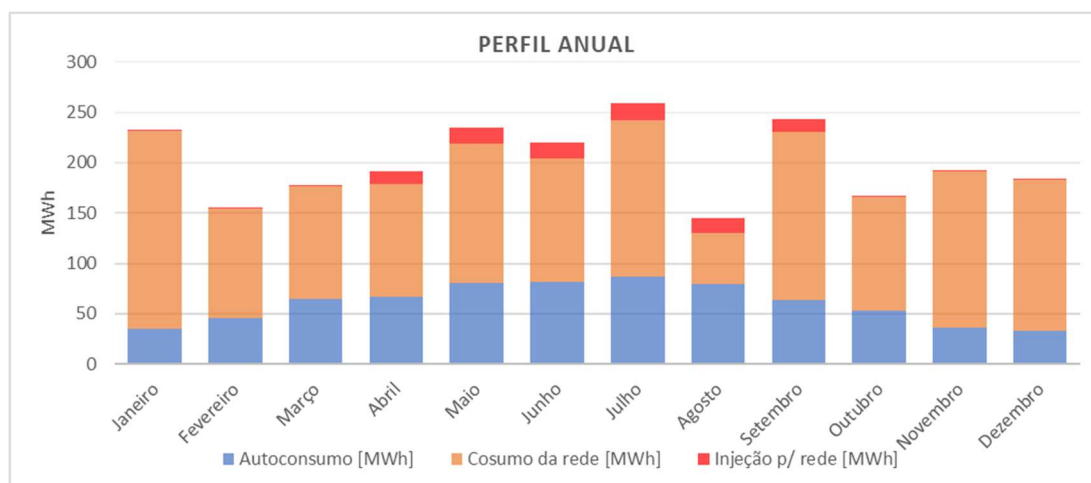


Gráfico 1: Simulação anual do autoconsumo, do consumo de energia da rede e injeção de energia na rede após instalação da UPAC.

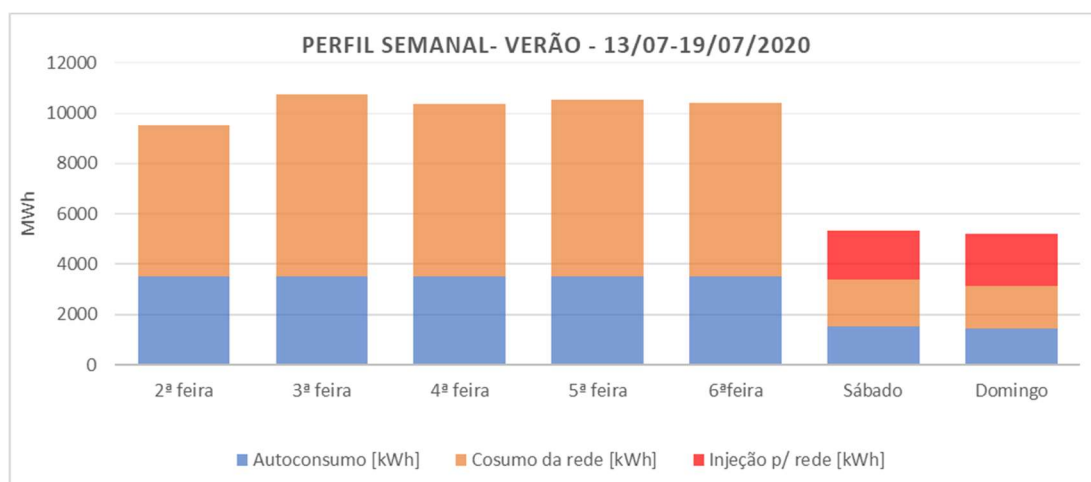




Gráfico 2: Simulação semanal, no Verão, do autoconsumo, do consumo de energia da rede e da injeção de energia na rede após instalação da UPAC.

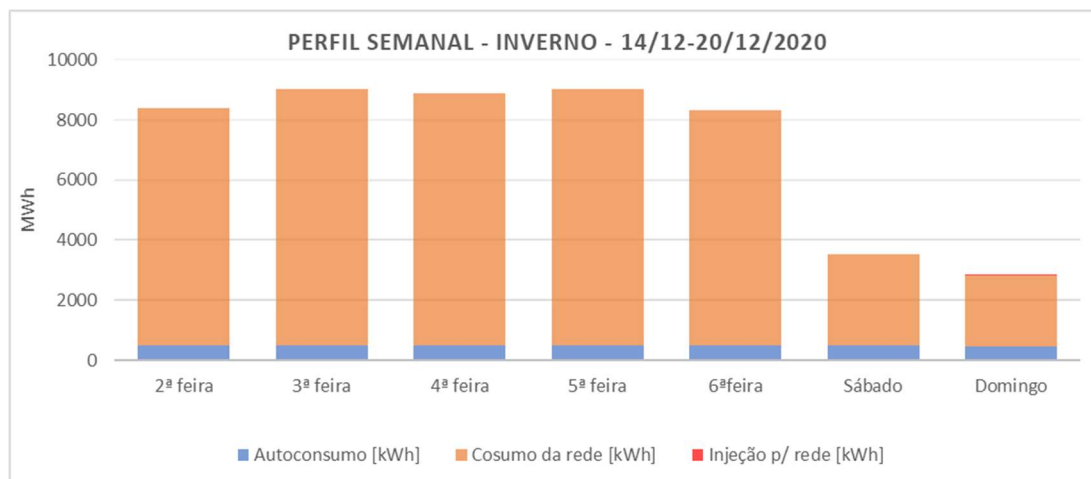


Gráfico 3: Simulação semanal, no Inverno, do autoconsumo, do consumo de energia da rede e da injeção de energia na rede após instalação da UPAC.

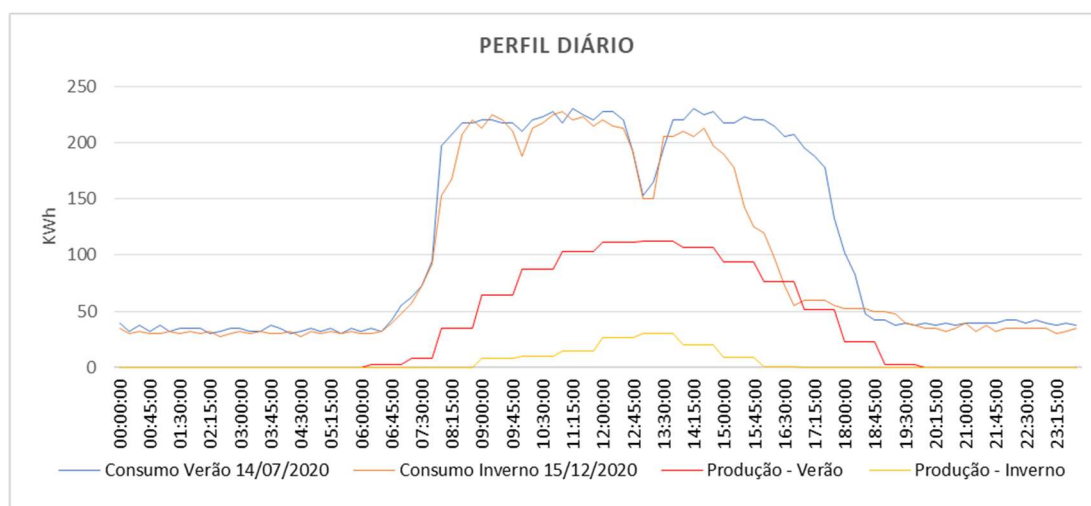


Gráfico 4: Simulação diária do autoconsumo, consumo de energia e produção de energia através da UPAC.

Para a análise técnico-económica, associada à medida de controlo de cargas através do SCGeME, foram usados os seguintes dados:

- Preço de compra de energia: 0,19 €/kWh (valor médio no período tarifário de cheias e pontas);
- Preço de venda de energia à rede: 0,03 €/kWh (correspondente a 90% do preço médio do mercado diário nos períodos de não produção da companhia – maioritariamente fins-de-semana – no ano de 2019, entendido como menos especulativo do que o atual momento);
- Custo evitado anual (autoconsumo): 137 823,35 €/ano
- Venda anual de energia à rede: 2.728,75 €/ano

Na tabela 8 apresentam-se os resultados obtidos na análise técnico-económica.


Tabela 8: Análise técnico-económica associada à instalação da UPAC.

Investimento [€]	Poupança e venda de energia [€/ano]	Autoconsumo [kWh/ano]	Payback [anos]
546 382,00	140 552,10	362 693	3,9

2.7 Sistema solar térmico para apoio à caldeira de água quente

Para análise desta medida foram quantificados os consumos teóricos deste sistema de aquecimento de água.

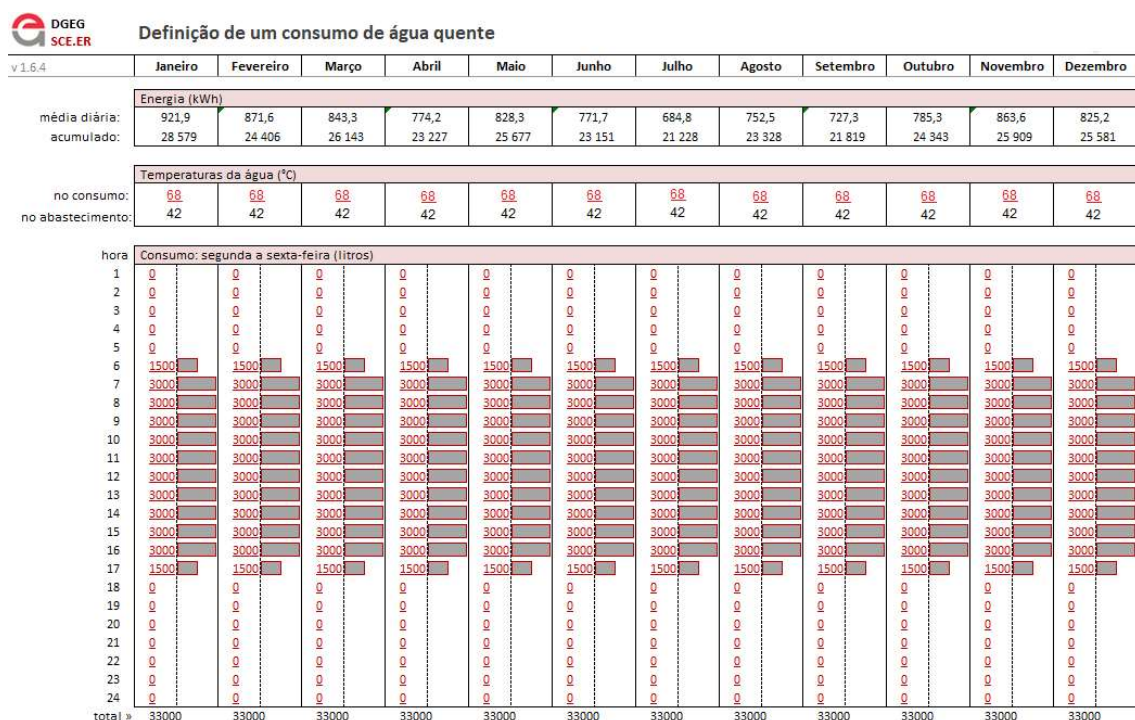
Assim, pela análise da bomba circuladora, foi estimado o seu caudal em 3000 litros/hora. O diferencial de temperatura máximo estimado foi de 26 °C, que representará a elevação máxima de temperatura da água, entre o retorno e a ida, em termos médios.

A temperatura de saída de água no inverno é de 68 °C e no verão de 63 °C. Deste modo, considerou-se a temperatura de ida da água de 68 °C.

No tanque 1, tanque de banho desengordurante, a temperatura pretendida do banho oscila entre os 50 e os 55 °C, enquanto que no tanque 2, tanque de banho fosfato, a temperatura pretendida oscila entre os 34 e os 37 °C. Face a esta situação, para efeitos de cálculos, considerou-se a temperatura de retorno média da água de 42 °C.

Como resultado destes dois patamares de temperaturas, obtém-se uma elevação de 26 °C.

O horário de funcionamento do sistema de aquecimento é, de 2^a a 6^a feira, entre as 6h30 e as 17h30.


Figura 3: Resultados obtidos através do simulador SCE.ER.



Tendo em consideração estes dados, chegamos às necessidades totais máximas de 293.390 kWh/ano de Gás Propano, o consumo equivalente de 25,95 tep.

Foi dimensionado para o apoio neste aquecimento, um sistema solar térmico composto por:

- Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 125,5 m² de coletores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 4967 litros, apoio de montagem em paralelo com controlo proporcional;
- Circuito primário com 60 m de comprimento, sem permutador externo, tubagens de calibre 60 mm, isolamento em poliuretano com 40 mm de espessura;
- Bombas de 270 W, garantindo um caudal nominal de 41 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante;
- 50 coletores Baxi Sol 250 H - certificado 078/000161 de AENOR (ES), dados inseridos por DGEG (válido até 24/07/2022);
- Área de abertura 2,51 m², coeficientes de perdas térmicas $a_1 = 3,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $a_2 = 0,015 \text{ W/m}^2\text{K}^2$, rendimento ótico = 77%;
- 1 depósito de modelo Sonnenkraft PS5000E, com capacidade 4967 litros, em posição; coeficiente de perdas térmicas global = 24,8 W/K, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 95°C;
- Apoio energético fornecido por sistema térmico (propano) com eficiência nominal 90%.

Água quente distribuída por tubagens de calibre 50 mm isoladas por poliuretano com espessura 30 mm, com 20 m entre depósito e pontos de consumo.

Na Tabela 9 apresenta-se os resultados da análise técnico-económica associada à implementação desta medida.

Tabela 9: Análise técnico-económica associada à instalação do sistema solar térmico.

Investimento [€]	Redução de consumos [kWh/ano]	Poupança [€/ano]	Payback [anos]
58 200,00	107 775	7 867,58	7,4



3. Plano de Racionalização de Energia (PREn)

De acordo com o art. 7º do Decreto – Lei 71/2008, de 15 de abril, o Plano de Racionalização de Energia (PREn), deverá prever:

- A implementação obrigatória das medidas identificadas neste relatório, cujo período de investimento seja não superior a 3 anos;
- A melhoria de 4% nos indicadores Intensidade Energética e Consumo Específico em 8 anos e manutenção do indicador Intensidade Carbónica.

3.1 Obrigatoriedade legal do plano

Foi considerado como ano de referência o ano de 2020, pelo que foram registados e tratados os dados históricos considerados no Relatório de Auditoria Energética.

3.2 Período a que se refere o Plano de Racionalização

Visto que os consumos anuais foram, no ano de referência (2020) inferiores a 1000 tep, o presente Plano de Racionalização prevê uma melhoria dos indicadores energéticos num período de 8 anos, isto é, 2021-2028.

3.3 Indicadores Energéticos no ano de referência

Na Tabela 10 constam os indicadores energéticos para o ano de referência (2020).

Tabela 10: Indicadores Energéticos para o ano de referência (2020).

Ano	CE (kgep/ton)	IE (kgep/€)	IC (kg CO2/kgep)
2020	417,913	0,171	2,36

3.4 Cálculo das metas mínimas nos próximos 8 anos

Na Tabela 11 apresentam-se as metas mínimas a atingir em cada um dos indicadores, de acordo com o período a que se refere o PREn.

Tabela 11: Indicadores Energéticos a atingir em 2028.

Ano	Meta CE (kgep/veic.)	Meta IE (kgep/€)	Meta IC (kg CO2/kgep)
2028	401,196	0,164	2,36

3.5 Resumo global das ORC's a implementar

Na Tabela 12 são inumeradas as Oportunidades de Racionalização de Consumos de Energia, ORC's, propostas para implementação nas instalações da TCAP Ovar, os seus impactos energéticos em kWh e tep, bem como a redução expectável de emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera.



RIGOR - CONSULTORIA E GESTÃO
GRUPO SALVADOR CAETANO

Nesta Tabela apresentam-se ainda os impactos expectáveis de cada uma das ORC's sobre os indicadores energéticos visados pelo SGCIE (Intensidade Energética, Consumo Específico e Intensidade Carbónica).



Tabela 12: Resumo das ORC's.

Medida	En. Elétrica	Gás Natural	tep	tCO2eq	Investimento [€]	P. Retorno [anos]	Redução IE	Redução CE	Redução IC
	[kWh/ano]	[kWh/ano]					[kgep/€]	[kgep/Veículo]	[tCO2eq/tep]
Substituição de equipamentos de iluminação por tecnologia LED	155 934	0	33,5	73,2	90 428	4,5	0,006	12,333	0,084
Detetores de movimento	248	0	0,1	0,2	60	1,9	0	0,037	0
SCGeME	20 398	0	4,4	9,6	10 330	4,0	0,001	1,634	0,011
Substituição de motores elétricos	10 659	0	2,3	5,0	6 922	5,1	0	0,854	0,006
Sistema fotovoltaico	362 693	0	77,9	170,5	546 382	3,9	0,002	28,975	0,197
Sistema solar térmico	0	107 775	9,3	24,5	58 200	7,4	0,002	3,529	0,029

3.6 Plano de investimento

Na Tabela 13 apresenta-se o Plano de Investimentos relativo à implementação das medidas de eficiência energética prevista no presente Plano de Racionalização de Consumos de Energia, PREn.

Tabela 13: Plano de investimento previsto.

Tipo de Intervenção	Ano de Investimento							
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Sustituição de equipamentos de iluminação por tecnologia LED			30 143 €	30 143 €	30 143 €			
Detetores de movimento		60 €						
SCGeME			10 330 €					
Sustituição de motores elétricos						6 922 €		
Sistema fotovoltaico						273 191 €	273 191 €	
Sistema solar térmico								58 200 €
Total Inv.	0 €	60 €	40 473 €	30 143 €	30 143 €	280 113 €	273 191 €	58 200 €



3.7 Evolução dos Indicadores Energéticos

Nos Gráficos 5, 6 e 7, para além das metas associados a cada um dos Indicadores Energéticos, apresenta-se igualmente a evolução destes mesmos indicadores em função dos impactos decorrentes da implementação das Oportunidades de Racionalização de Consumos de Energia apresentadas na Tabela 14.

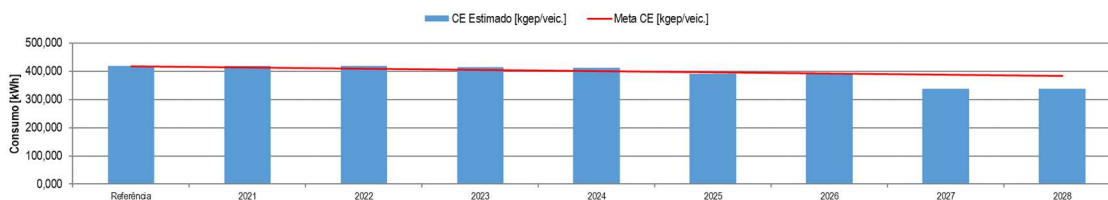


Gráfico 5: Indicador Energético CE previstos com a aplicação do PREn vs. Metas mínimas legais a atingir.

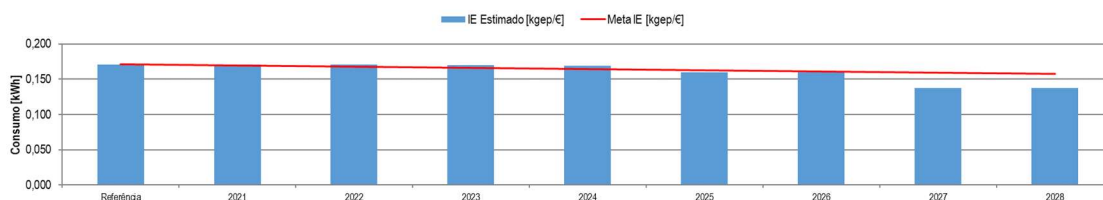


Gráfico 6: Indicador Energético IE previstos com a aplicação do PREn vs. Metas mínimas legais a atingir.

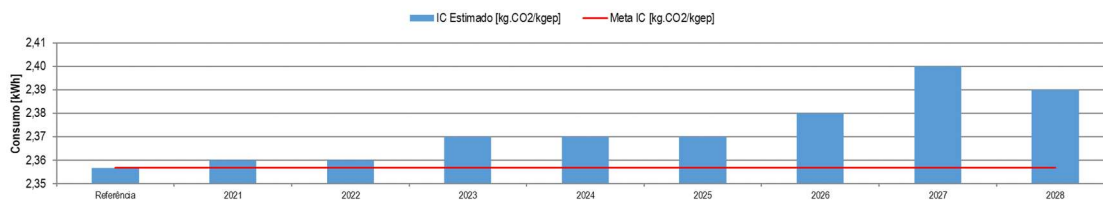


Gráfico 7: Indicador Energético IC previstos com a aplicação do PREn vs. Metas mínimas legais a atingir

Como se poderá verificar por intermédio do Gráfico 7, a implementação do Plano de Racionalização de Consumos de Energia aqui apresentado não permite manter o indicador Intensidade Carbónica ao nível do ano de referência. Tal situação resulta do facto das poupanças energéticas previstas incidirem exclusivamente sobre a forma de energia mais “limpa” utilizada pela companhia, isto é, a eletricidade. A este propósito convém ainda mencionar que a maioria do combustível líquido (gasóleo) é utilizado na companhia para teste das viaturas produzidas, facto que impossibilita a sua conversão para um qualquer outro tipo de combustível.

Tendo em conta os dados anteriormente apresentados, estima-se que com a aplicação do presente PREn, em 2028, a companhia apresente os indicadores energéticos apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: PREn no final de 2028.

Ano	CE (kgep/ton)	IE (kgep/€)	IC (kg CO2/kgep)
2028	337,401	0,138	2,39



4. Conclusão

Em forma de conclusão, deve-se realçar que ao Plano de Racionalização de Consumos de Energia apresentado se encontram associados os seguintes resultados:

- Poupança energética [kWh]: 657 707;
- Poupança energética [tep]: 127,4;
- Poupança média anual [€]: 172 386,29;
- Poupança ambiental [tCO₂e/ano]: 283;
- Investimento [€]: 712 322,36.

A adoção das medidas elencadas permitirá à TCAP Ovar cumprir e superar (no que reporta aos indicadores Intensidade Energética e Consumo Específico) o estipulado no Decreto-Lei nº71/2008, de 15 de abril, para Consumidores Intensivos de Energia, com consumos energéticos inferiores a 1.000 tep/ano.