



Gestão Analítica de Energia em Instalações de Utilização Intensiva de Energia

PEDRO FILIPE ARAÚJO DA ROCHA

julho de 2018

Pedro Filipe Araújo da Rocha

Gestão Analítica de Energia em Instalações de Utilização Intensiva de Energia

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia

2018

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE – Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Pedro Filipe Araújo da Rocha, N° 1110273, 1110273@isep.ipp.pt

Orientação científica: Custódio Dias, cpd@isep.ipp.pt

Empresa: Smartwatt

Supervisão: Hélder Marques, helder.marques@smartwatt.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Agradecimentos

Aos meus pais e ao meu irmão. À Inês.

Ao Prof. Doutor Custódio João Pais Dias, não só por me ter orientado nesta dissertação, mas também por o ter feito há dois anos atrás na disciplina de Projeto/Estágio da licenciatura.

Aos meus amigos, onde destaco o Jorge Costa e o Rúben Brandão. O primeiro só me destabilizou durante a elaboração desta dissertação. O segundo deu um contributo muito importante no estudo e no desenvolvimento dos trabalhos ao longo de todo o mestrado.

A toda a *Smartwatt*. Gostei de desenvolver lá este trabalho e não teria existido empresa melhor para isso. Não pelo trabalho, mas pelas pessoas. À equipa de *Efficiency*, *Renewables* e *Intelligence*.

Obrigado.

Resumo

Desde 1982 que se tem verificado o aparecimento de uma consciencialização em Portugal relativa à utilização de energia. As crises energéticas existentes na altura motivaram a criação de legislação afeta aos consumidores intensivos, incutindo no país uma filosofia de poupança energética capaz de fazer face aos problemas que se verificavam na altura. Os preços e os custos com a energia deixaram, subitamente, de ser o único fator preponderante na gestão energética nacional, e cada vez mais, surgiu a preocupação de se elaborar legislação que procurasse mudar o comportamento dos consumidores no que toca ao consumo energético.

Nos últimos anos tem-se verificado o natural desenvolvimento em todo o tipo de indústria. O desenvolvimento no setor energético e na área de eficiência tem acompanhado esse progresso tecnológico e apresenta hoje soluções capazes de facilitar o trabalho dos auditores energéticos que, fruto da legislação atual, desenvolvem a sua atividade procurando ajudar os vários intervenientes do setor industrial a atualizar e a desenvolver as suas infraestruturas com o objetivo de atingir níveis de eficiência elevados.

Uma das soluções mais inovadoras nesta área tem sido desenvolvida nos últimos tempos – os Sistemas de Gestão de Energia. Esta ferramenta tem-se mostrado indispensável no trabalho dos auditores energéticos.

Palavras-Chave

Poupança energética, eficiência, auditores energéticos, Sistemas de Gestão de Energia

Abstract

Since 1982 we have been watching the surge of an awareness in the use of energy in Portugal. The energy crises that existed at the time motivated the creation of laws regarding the intensive consumers, instilling in the country an energy savings philosophy capable of facing the problems that existed at the time. Energy prices and costs have suddenly ceased to be the only preponderant factors in the national energy management, and more and more concern has arisen over legislation that seeks to change consumer behavior in energy consumption.

In recent years there has been a natural development in all types of industry. The development in the energy sector and in the area of efficiency has accompanied this technological progress and presents today solutions able to facilitate the work of the energy auditors who, as a result of the current legislation, develop their activity seeking to help the various agents of the industrial sector to update and develop their infrastructures with the aim of achieving high levels of efficiency.

One of the most innovative solutions in this area has been developed in recent years - Energy Management Systems. This tool has proved itself to be indispensable in the work of energy auditors.

Keywords

Energy savings, efficiency, energy auditors, Energy Management Systems

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Acrónimos	xv
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Estrutura.....	1
1.3. Objetivos	2
2. Enquadramento Teórico dos Temas Abordados no Trabalho	3
2.1. Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia	3
2.1.1. Legislação	3
2.1.2. Impacto	9
2.2. Auditorias Energéticas	12
2.2.1. Definição	12
2.2.2. Objetivo.....	12
2.2.3. Fases de uma Auditoria Energética.....	13
2.2.3.1. Primeira Fase – Preparação da Auditoria.....	14
2.2.3.2. Segunda Fase – Intervenção no Local	18
2.2.3.3. Terceira Fase – Tratamento da Informação.....	19
2.2.4. Relatório Final de Auditoria Energética	20
2.3. Eficiência Energética	23
2.3.1. Definição	23
2.3.2. Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE)	26
2.3.3. Avaliação da Classe Energética	27
2.4. NP EN ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia.....	33
2.4.1. Definição e Objetivos	33
2.4.2. Planeamento Energético.....	34

2.4.3. Enquadramento da NP EN ISO 50001 face ao SGCIE	35
2.4.4. Aplicação da NP EN ISO 50001 em Portugal	36
2.4.5. Importância dos Sistemas de Monitorização dos Consumos Energéticos.....	36
3. Realização do Trabalho Prático	39
3.1. Elaboração de um Sistema de Gestão de Energia de uma Unidade Fabril	39
3.1.1. Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)	39
3.1.2. Características do Sistema a Desenvolver.....	40
3.1.3. Pontos de Monitorização e Dispositivos	42
3.1.4. Interligação de Equipamentos	49
3.1.5. Desenvolvimento da Interface Gráfica	60
3.1.6. Variáveis Calculadas	67
3.1.7. Analisadores de Energia já Instalados de Outra Marca	71
3.1.8. Desenvolvimento de Relatórios Automáticos.....	75
3.1.8.1. Faturas Energéticas	81
3.1.9. Permissões de Utilizador	84
3.1.10. Implementação Remota do Sistema	87
4. Conclusões e Trabalhos Futuros	91
4.1. Conclusões	91
4.2. Trabalhos Futuros	93
Referências Bibliográficas.....	95
Anexos	99
Anexo 1 – Capítulo 4 da NP EN ISO 50001	101
Anexo 2 – Relatórios Automáticos Desenvolvidos	111

Índice de Figuras

Figura 1 - Sequência do SGCIE para consumos entre 500 e 1000 tep's [43]	8
Figura 2 - Sequência do SGCIE para consumos superiores a 1000 tep's [43]	8
Figura 3 - Evolução do registo de CIE em Portugal [6]	10
Figura 4 - Consumo por vetor energético em Portugal [6].....	10
Figura 5 – Emissões de CO ₂ e consumo antes e após a implementação do SGCIE [6] .	11
Figura 6 - Fases de uma auditoria energética	13
Figura 7 - Principais constituintes de uma central hídrica [16].....	23
Figura 8 - Perdas e rendimentos de conversão de energia numa central hídrica [17]	24
Figura 9 - Exemplo de um sistema SCADA [44].....	39
Figura 10 - Analisadores já instalados.....	42
Figura 11 - Esquema de ligação dos analisadores de energia [32].....	45
Figura 12 - Esquema de ligação dos centralizadores de impulsos [33].....	47
Figura 13 - Caudalímetros selecionados [34] [35]	48
Figura 14 - Contador de água selecionado [36].....	48
Figura 15 - Esquema de ligação dos contadores ao centralizador de impulsos.....	49
Figura 16 - Ligação Modbus [39].....	50
Figura 17 - Esquema de interligação dos analisadores de energia	52
Figura 18 - Esquema de interligação dos centralizadores de impulsos	53
Figura 19 - Escolha de dispositivo conversor de rede no software IPSETUP	54
Figura 20 - Configuração para comunicação com o dispositivo no software IPSETUP	54
Figura 21 - Configuração das comunicações com o dispositivo no software IPSETUP	55
Figura 22 - Janela de adição de dispositivos no software PowerStudio Scada Editor ...	58
Figura 23 - Escolha do dispositivo a adicionar no software PowerStudio Scada Editor	59
Figura 24 - Tela "Home" do Sistema de Gestão de Energia	60
Figura 25 - Tela "Dashboard" do Sistema de Gestão de Energia	61
Figura 26 - Tela "Indicadores" do Sistema de Gestão de Energia.....	62
Figura 27 - Tela "Fluxo de Energia Elétrica" do Sistema de Gestão de Energia	63
Figura 28 - Tela "Fluxo de Ar Comprimido" do Sistema de Gestão de Energia	63
Figura 29 - Tela "Fluxo de Gás Natural" do Sistema de Gestão de Energia.....	64
Figura 30 - Tela "Relatórios" do Sistema de Gestão de Energia.....	65

Figura 31 - Tela "Configuração de Variáveis" do Sistema de Gestão de Energia	65
Figura 32 - Criação de variáveis calculadas do software	67
Figura 33 - Grupos de Variáveis Calculadas do SGE	69
Figura 34 - Adição de dispositivo Genérico.....	73
Figura 35 - Atribuição de nome e ID a dispositivo genérico.....	73
Figura 36 - Configuração dos parâmetros de leitura da energia ativa do novo dispositivo genérico	75
Figura 37 - Assistente de criação de relatórios do software PowerStudio Scada Editor	76
Figura 38 - Seleção de intervalo de valores para consulta	77
Figura 39 - Ferramenta "Formula"	78
Figura 41 - Exemplo de seleção de caixa de apresentação de valores	78
Figura 42 – Localização do assistente de criação de fórmula	78
Figura 43 – Assistente de criação de fórmula	79
Figura 44 - Seleção de equipamento ou de variável calculada.....	79
Figura 45 - Seleção de valor a ser invocado.....	80
Figura 46 - Escolha de período anterior homólogo para apresentação dos valores	81
Figura 47 - Layout da Simulação da Fatura de Energia Elétrica.....	82
Figura 48 - Assistente de criação de período diário	83
Figura 49 - Assistente de criação de período semanal.....	83
Figura 50 - Assistente de discriminação temporal com planeamento para 2019	84
Figura 51 - Inserção de novo utilizador do sistema.....	85
Figura 52 - Ativação da autenticação do utilizador.....	85
Figura 53 - Fornecimento de autorização total ao perfil "Administrador"	86
Figura 54 – Associação do perfil “Administrador” ao utilizador “smartwatt”	86
Figura 55 - Janela de 'login' do PowerStudio Scada Client.....	87
Figura 56 - Exportação do SGE para o computador local.....	88
Figura 57 - Endereço e porta para ligação	89
Figura 58 - Ecrã "Fluxo de Energia Elétrica"	89

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Periodicidade de realização de auditoria energética (SGCIE)	5
Tabela 2 - Consumo de energia elétrica por tipo de consumidor (kWh) [5].....	9
Tabela 3 - Passos de uma auditoria energética e respetivas fases	14
Tabela 4 - Validade dos certificados energéticos consoante o tipo de edifícios [21].....	27
Tabela 5 - Níveis de classificação energética de edifícios de habitação [22].....	28
Tabela 6 - Níveis de classificação energética de edifícios de comércio e serviços [22]	29
Tabela 7 - Indicadores de eficiência energética.....	30
Tabela 8 - Diferenciação entre consumos do tipo S e do tipo T [23].....	30
Tabela 9 - Designação interna dos pontos de monitorização elétricos.....	41
Tabela 10 - Circuitos já monitorizados.....	43
Tabela 11 - Listagem de equipamentos necessários.....	44
Tabela 12 - Corrente nominal dos pontos de monitorização e respetivo modelo do TI.	45
Tabela 13 - Características dos caudalímetros de ar comprimido selecionados.....	47
Tabela 14 - Tabela de conversão ASCII – Hexadecimal – Binário [41].....	51
Tabela 15 - Número de identidade configurado nos dispositivos analisadores e centralizadores	56
Tabela 16 - Interligação entre telas.....	66
Tabela 17 - Endereço Modbus das leituras do analisador	72

Acrónimos

ADENE	–	Agência para a Energia
AQS	–	Águas Quentes Sanitárias
ARCE	–	Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia
ASCI	–	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
AVAC	–	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CAE	–	Classificação de Atividades Económicas
CIE	–	Consumidor Intensivo de Energia
CO ₂	–	Dióxido de Carbono
COP	–	Coefficiente de Desempenho
DGAIEC	–	Direção-Geral das Alfândegas e dos Impostos Especiais sobre o Consumo
DGEG	–	Direção-Geral de Energia e Geologia
EER	–	Rácio de Eficiência Energética
GES	–	Grandes Edifícios de Comércio e Serviços
ID	–	<i>Identity</i>
IDE	–	Indicadores de Desempenho Energético
IP	–	<i>Internet Protocol</i>
ISP	–	Imposto sobre Produtos Petrolíferos
kgep	–	Quilograma equivalente de petróleo
LED	–	<i>Light Emitting Diode</i>
MAC	–	<i>Media Access Control</i>
OPEP	–	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PES	–	Pequenos Edifícios de Comércio e Serviços
PIB	–	Produto Interno Bruto
PNALE	–	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PRE	–	Plano de Racionalização Energética
PREn	–	Planos de Racionalização do Consumo de Energia
PT	–	Posto de Transformação
QGBT	–	Quadro Geral de Baixa Tensão
RECS	–	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH	–	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RGCE	–	Regulamento da Gestão do Consumo de Energia
RTU	–	<i>Remote Terminal Unit</i>
SCADA	–	Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados
SCE	–	Sistema de Certificação Energética de Edifícios
SGCIE	–	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
SGE	–	Sistema de Gestão de Energia
tCO ₂ e	–	Toneladas de CO ₂ equivalente
TCP	–	<i>Transmission Control Protocol</i>
tep	–	Tonelada equivalente de petróleo
TI	–	Transformadores de Intensidade
VAB	–	Valor Acrescentado Bruto
VPN	–	<i>Virtual Private Network</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Este documento foi realizado no âmbito da unidade curricular “Dissertação” do curso do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Tem como tema a Gestão Analítica de Energia em Instalações de Utilização Intensiva de Energia, tendo o mesmo sido nomeado por acordo entre o candidato, o orientador científico e o supervisor na empresa em questão – *Smartwatt*. O trabalho planeado consistiu no apoio à empresa na análise, recolha e organização de informação relativa à temática da eficiência energética e utilização de energias renováveis na indústria por forma a promover o aperfeiçoamento de tecnologias de informação de suporte à decisão. Para este último ponto, foi colocado em prática o desenvolvimento de raiz de um Sistema de Gestão de Energia de apoio a organizações, em contexto prático e laboral.

1.2. ESTRUTURA

Este documento está segmentado em 4 capítulos.

Neste primeiro capítulo são identificadas algumas características constituintes do tema, bem como são apresentados os objetivos a atingir com o desenvolvimento do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma introdução teórica aos temas afetos à gestão dos consumos intensivos de energia. Neste caso é apresentado o Sistema de Gestão de Consumidores Intensivos de Energia, a temática de Auditorias Energéticas, Eficiência Energética e a Norma NP EN ISO 50001:2014 – Sistemas de Gestão de Energia.

No terceiro capítulo é exposta a realização prática e os métodos seguidos para o desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Energia para aplicação real numa indústria.

Por fim, no quarto capítulo são apresentadas as conclusões sobre o tema.

1.3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo fazer um estudo sobre o estado atual das áreas de eficiência energética, nomeadamente no que toca à legislação atual existente e aos vários perfis de acompanhamento energético passíveis de serem executados por via de auditorias energéticas. Pretende também descrever o ponto de vista atual relativamente à eficiência energética e analisar as práticas tecnológicas utilizadas atualmente nestas áreas, através dos Sistemas de Gestão de Energia. Por fim, visa demonstrar a execução de um desses sistemas com vista à sua implementação efetiva numa indústria consumidora intensiva de energia.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO DOS TEMAS ABORDADOS NO TRABALHO

2.1. SISTEMA DE GESTÃO DOS CONSUMOS INTENSIVOS DE ENERGIA

2.1.1. LEGISLAÇÃO

O estabelecimento de normas sobre gestão de energia surge pela primeira vez no Decreto-Lei nº 58/82 de 26 de fevereiro. Nele, é referido que a principal razão que motivou a criação dessas normas foi a existente crise energética e o seu agravamento contínuo. De notar que este decreto surge após a ocorrência de grandes flutuações nos preços de petróleo que se verificaram na década de 1970, com efeitos severos e prolongados sobre os principais agregados macroeconómicos em vários países, que foram desencadeadas na sequência de dois eventos políticos na altura – o embargo de petróleo da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) durante a Guerra do *Yom Kippur*, em 1973, e a guerra do Irão/Iraque, em 1979 (sendo o Irão o terceiro maior exportador de petróleo da altura) [1].

Foram então postas em prática uma série de medidas relacionadas com a utilização de energia. Após a publicação do Decreto-Lei anteriormente referido, é publicada a Portaria 359/82 de 7 de abril que vem aprovar o 1º Regulamento da Gestão do Consumo de Energia (RGCE). Pela primeira vez, era definido o perfil dos consumidores intensivos de energia [2]:

- Consumidores com instalações que ultrapassem consumos anuais de 1000 tep/ano;
- Consumidores que disponham de equipamentos instalados cuja soma de consumos finais fosse superior a 0,500 tep/hora;
- Consumidores que disponham de pelo menos um equipamento com consumo energético nominal superior a 0,300 tep/hora.

Contudo, em 2005 foi aprovada por Resolução de Conselho de Ministros (nº 169/2005) uma nova Estratégia Nacional para a Energia. Uma das medidas estabelecidas com o objetivo de contribuir para a promoção da eficiência energética foi a reforma do RGCE. Os objetivos seriam o de compatibilizar um novo sistema de gestão com as novas exigências

ao nível de emissões de gases de efeito de estufa, a revisão da fiscalidade do sector energético e a necessidade de promover acordos para a utilização racional da energia.

Três anos mais tarde é publicado o Decreto-Lei nº 71/2008, que estabelece o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

Este SGCIE aplica-se a consumidores energéticos cujos consumos no ano civil imediatamente anterior tenham sido superiores a 500 tep/ano, excetuando instalações de cogeração juridicamente autónomas dos respetivos consumidores de energia. Para além desses, estende-se também às empresas com consumos energéticos inferiores que pretendam, de uma forma voluntária, celebrar acordos de racionalização de consumo de energia [3].

Como obrigações, este sistema implica que os operadores devam [3]:

- Promover o registo das instalações;
- Efetuar auditorias energéticas que cubram todos os aspetos passíveis de contribuir para o aumento global de eficiência energética;
- Elaborar, com base nas auditorias, Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) e submete-los à Agência para a Energia (ADENE);
- Executar e cumprir os PREn aprovados.

a-) Para efetuar o registo da instalação (online), são necessárias as seguintes informações/documentos [3]:

- Identificação completa do declarante, o seu endereço postal e eletrónico;
- Indicação da Classificação de Atividades Económicas (CAE) da atividade em que se insere a instalação;
- Localização da instalação (morada);
- Memória descritiva relativa à instalação.

O formulário da declaração para registo *online* da instalação é disponibilizado pela ADENE no seu portal eletrónico.

b-) Consta no Decreto-Lei que promulga o SGCIE que as auditorias a realizar têm uma periodicidade diferente consoante os valores verificados de consumo energético [3].

Em ambos os casos, as auditorias incidem sobre as condições de utilização de energia, a conceção e o estado da instalação. Devem ser também recolhidos elementos necessários à elaboração do PReN [3].

Apesar de ser possível e aconselhável a realização de mais auditorias de carácter voluntário (note-se que a promoção da eficiência energética é recomendável e, como tal, devem ser promovidas tantas auditorias quanto as necessárias para esse fim) é obrigatório proceder-se à realização de pelo menos uma auditoria energética a cada 8 anos nos casos em que os valores de consumo energético sejam superiores a 500 mas inferiores a 1000 tep/ano (realizada no ano seguinte ao do registo) e a cada 6 anos nos casos em que os valores sejam superiores a 1000 tep/ano (realizada no prazo máximo de quatro meses após o registo) [3]. Na tabela 1 indica-se a periodicidade de realização de auditoria energética:

Tabela 1 - Periodicidade de realização de auditoria energética (SGCIE)

Periodicidade de realização de auditoria energética	
Consumo verificado (tep/ano)	Periodicidade
Entre 500 e 1000	A cada 8 anos
≥ 1000	A cada 6 anos

Contudo, surge no Decreto-Lei 68-A/2015 de 30 de Abril uma alteração que permite a realização de auditoria **a cada oito anos**, mesmo para **consumidores intensivos que apresentem consumos superiores a 1000 tep/ano** desde que os mesmos comprovem que a **realização da auditoria não é rentável** [4].

c-) A elaboração do PREn baseia-se nos resultados obtidos nas auditorias obrigatórias realizadas. Este plano obriga ao cálculo de alguns indicadores [3]:

➤ Intensidade energética:

- Este indicador é dado pelo quociente entre o consumo total de energia (sendo que nos casos em que a energia provem de resíduos endógenos ou de outros combustíveis renováveis apenas se consideram 50% do valor) e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) das atividades empresariais diretamente ligadas a essas instalações.

➤ Intensidade carbónica:

- Este indicador é definido pelo quociente entre o valor das emissões de gases de efeito de estufa (referente à utilização de todas as formas de energia do processo produtivo) e pelo respetivo consumo energético.

Assim que obtidos os valores destes indicadores, definem-se as metas a atingir.

No caso da intensidade energética [3]:

- O regulamento obriga a uma melhoria de 6% nos indicadores em seis anos, no caso de instalações em que se verifiquem consumos energéticos iguais ou superiores a 1000 tep/ano;
- O regulamento obriga a uma melhoria de 4% nos indicadores para outras instalações.

No caso da intensidade carbónica, no mínimo deve ser verificada a manutenção dos valores históricos [3].

Realizado o PREn, o mesmo deve ser submetido à ADENE dentro de um período de quatro meses após o vencimento do prazo para realização da auditoria energética. Caso esteja devidamente instruído, num prazo de 5 dias a ADENE submete o plano para aprovação da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), onde segue incluído o relatório da auditoria energética. Nos casos em que as medidas identificadas não permitam a definição de objetivos de melhoria de intensidade energética, a aprovação fica a depender da realização de uma nova auditoria por técnico ou entidade credenciada que não tenha intervindo na realização do PREn (em que a responsabilidade pela nomeação está do lado da ADENE) [3].

Caso o plano seja instruído devidamente, a DGEG pronuncia-se num prazo máximo de 30 dias. Noutros casos, a DGEG pronuncia-se num prazo máximo de 60 dias. Caso haja

necessidade pode solicitar informações complementares ao operador, o que pode incluir a realização de nova auditoria. Se assim for, a contagem do prazo de 60 dias fica suspenso [3].

d-) O PReN, assim que aprovado, passa a possuir a designação de Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE). Esta passagem é comunicada à Direção-Geral das Alfândegas e dos Impostos Especiais sobre o Consumo (DGAIEC) com vista à obtenção dos mecanismos de isenção previstos na legislação fiscal aplicável [3].

Como controlo da execução das medidas constantes do PReN, devem ser apresentados à ADENE, a cada dois anos de vigência do ARCE e até à data limite de 30 de abril do respetivo ano, um relatório que demonstre os progressos verificados na execução e implementação das medidas definidas e que inclua metas e objetivos alcançados, desvios verificados e medidas tomadas, ou a tomar, para correção. O relatório final de execução de cada ARCE é realizado por técnicos ou entidades credenciadas, nomeadas pela ADENE, e que não tenham intervindo, quer na realização das auditorias energéticas, no PReN ou relatórios intercalares [3].

No caso de instalações consumidoras intensivas de energia que estejam abrangidas, quer pelo Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE) quer pelo ARCE, será identificado pela DGEG para que seja reconhecida a isenção de Imposto Sobre Produtos Petrolíferos (ISP) por parte da DGAIEC, que posteriormente informa os operadores exploradores da respetiva instalação Consumidora Intensiva de Energia (CIE) da data a partir da qual a isenção tem efeito (ou revogação da mesma, caso aplicável) [3].

Para além da isenção de ISP, os operadores de instalações CIE abrangidas por um ARCE têm também direito aos seguintes benefícios [3]:

- Em instalações com consumos inferiores a 1000 tep/ano, são ressarcidos de 50% do valor de custo das auditorias energéticas obrigatórias (até um limite de 750€), disponível após o relatório de progressos que demonstre um cumprimento de 50% das medidas previstas no ARCE;
- São ressarcidos em 25% dos investimentos realizados (até um limite de 10.000€) nos equipamentos e sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia.

Caso as instalações consumam apenas gás natural e/ou energia proveniente de fontes renováveis, os limites anteriores são aumentados (25% no caso de renováveis e 15% no caso de gás natural) [3].

Tendo em conta o exposto acerca do SGCIE, podemos tirar conclusões sobre a existência de um procedimento padrão que segue uma sequência conforme indicada nas figuras 1 e 2:

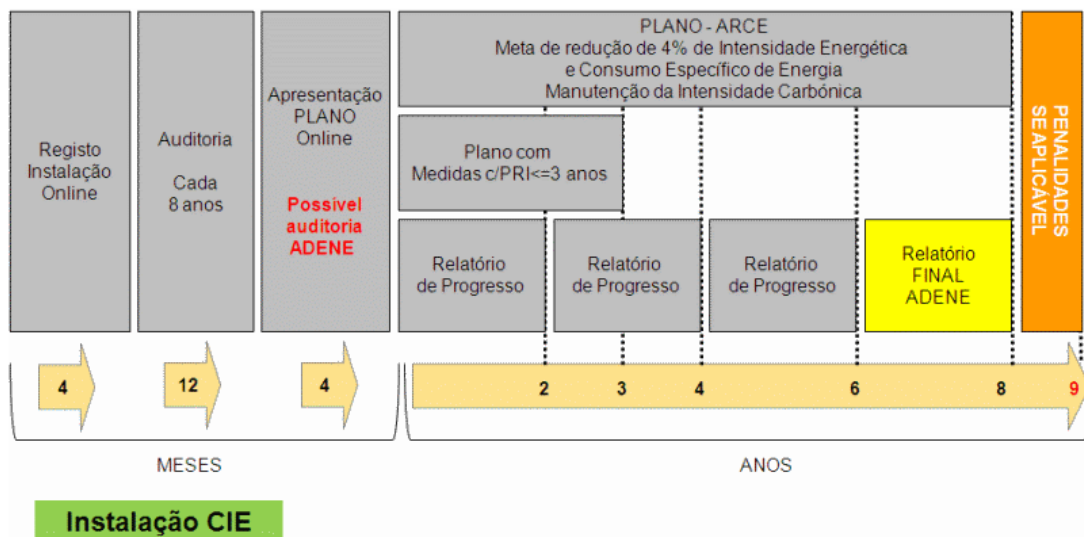


Figura 1 - Sequência do SGCIE para consumos entre 500 e 1000 tep's [43]

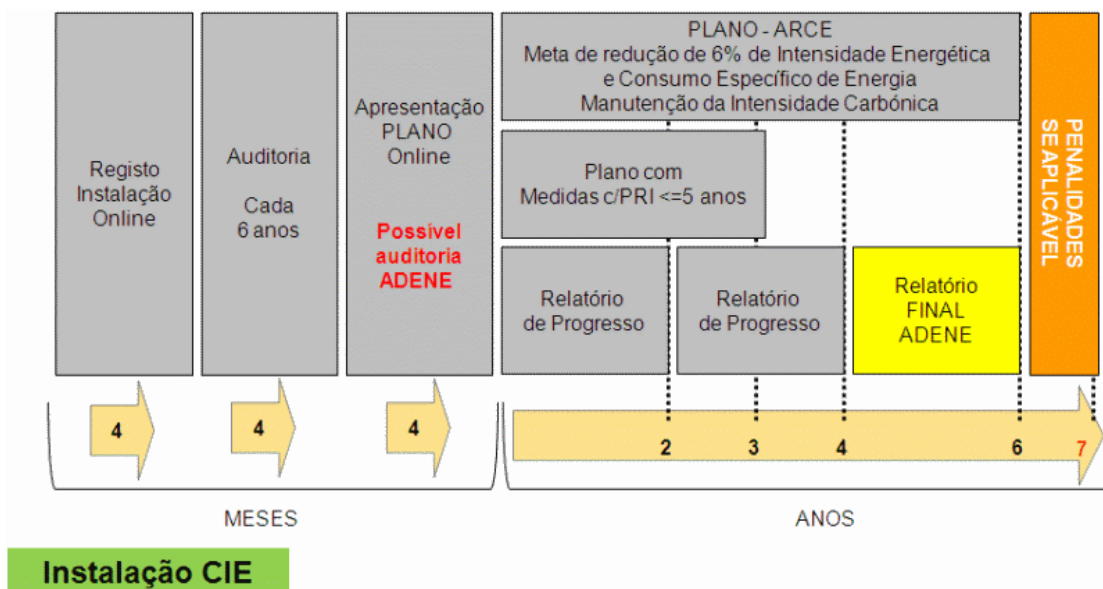


Figura 2 - Sequência do SGCIE para consumos superiores a 1000 tep's [43]

O aparecimento deste novo SGCIE veio revogar o anterior RGCE.

2.1.2. IMPACTO

Relativamente aos CIE, é seguro afirmar que consistem na sua totalidade em instalações de uso industrial, que devido às suas necessidades específicas de laboração e produção apresentam os elevados consumos que lhe dão esse estatuto.

Na tabela 2 é possível apurar e quantificar os consumos (apenas de energia elétrica) pelos quais o sector da indústria é responsável, em Portugal.

Tabela 2 - Consumo de energia elétrica por tipo de consumidor (kWh) [5]

Anos	Consumo de energia elétrica por tipo de consumidor (kWh)			
	Doméstico e Não Doméstico	Agricultura	Indústria	Impacto da Indústria (%)
1994	1 851,4	3 074,3	85 574,2	86,7%
1995	1 870,0	3 497,3	90 584,8	86,6%
1996	1 971,2	3 523,7	91 550,1	86,3%
1997	1 991,3	3 658,3	94 769,2	86,2%
1998	2 029,2	3 967,3	98 042,1	85,9%
1999	2 152,5	4 332,0	96 718,8	84,9%
2000	2 229,4	4 341,2	98 820,3	84,8%
2001	2 302,2	4 667,5	99 064,6	84,3%
2002	2 306,5	4 986,3	102 298,0	82,0%
2003	2 361,0	5 160,3	111 485,4	82,7%
2004	2 443,4	5 657,5	118 362,0	83,7%
2005	2 557,0	5 930,1	126 985,7	84,2%
2006	2 543,8	5 647,1	143 855,7	85,6%
2007	2 611,2	6 059,9	146 395,7	85,6%
2008	2 510,3	6 152,2	153 722,5	86,2%
2009	2 629,3	6 240,1	166 316,3	86,8%
2010	2 665,3	6 681,9	189 469,5	87,9%
2011	2 530,7	6 466,2	180 666,5	87,8%
2012	2 394,7	8 077,0	189 707,0	88,0%
2013	2 289,2	8 382,3	249 385,9	90,7%
2014	2 243,2	9 919,7	321 544,2	92,7%
2015	2 228,3	12 217,8	330 461,1	92,2%

Facilmente se concluí que as instalações de carácter industrial são de facto as responsáveis por uma maioria esmagadora dos consumos de energia eléctrica em Portugal.

De acordo com informações disponibilizadas pela ADENE, de periodicidade mensal, é possível saber o número de instalações CIE registadas no país, bem como as dez principais formas de energia por elas utilizada:

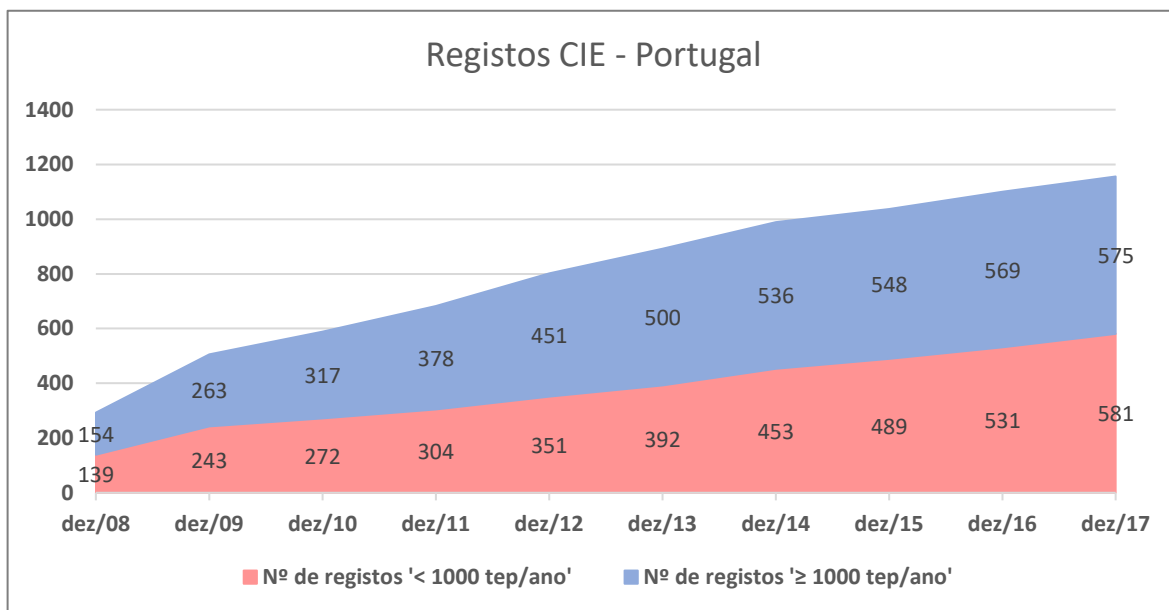


Figura 3 - Evolução do registo de CIE em Portugal [6]

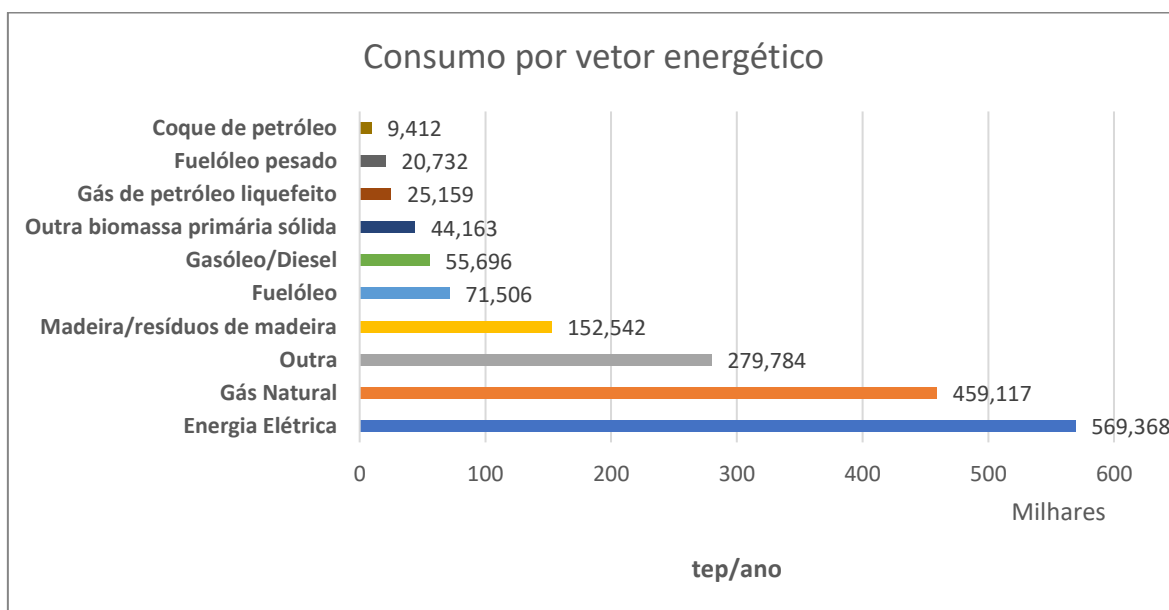


Figura 4 - Consumo por vetor energético em Portugal [6]

O impacto final estimado pela ADENE leva a uma redução no consumo de energia em **138 786 tep/ano**, equivalendo a uma **redução de 7%** face ao ano de referência. A economia prevista de CO₂ não emitido é de **539 302 tCO₂e**, o que equivale a **8% menos** do que no ano de referência [6].

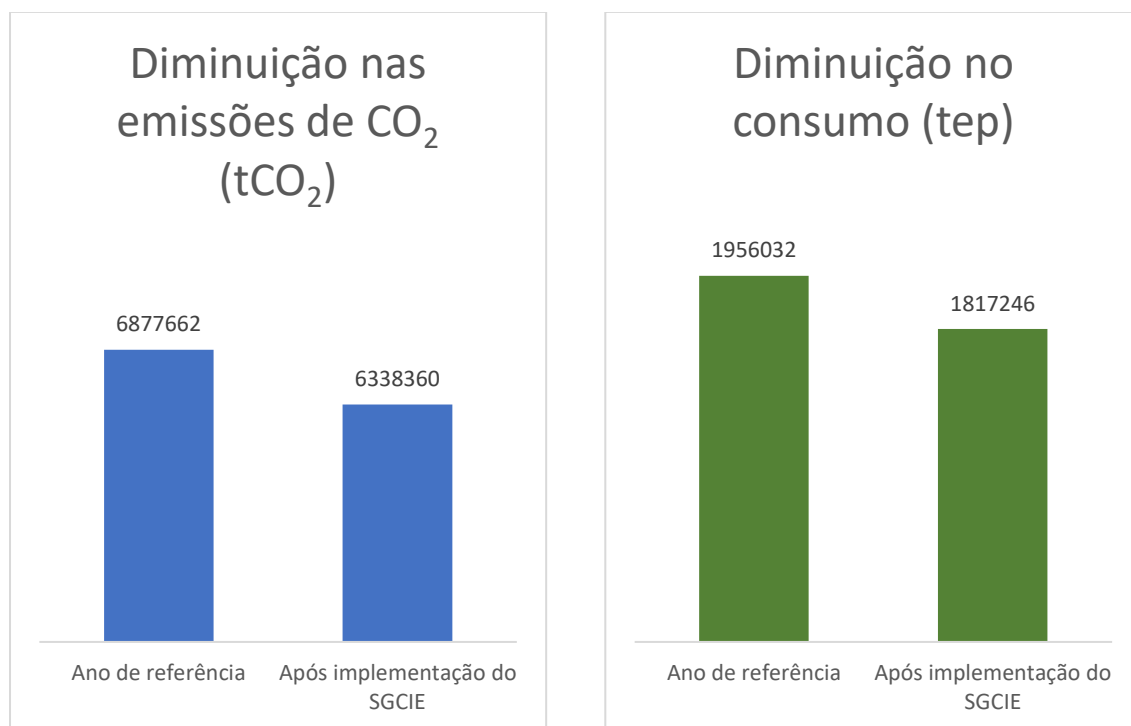


Figura 5 – Emissões de CO₂ e consumo antes e após a implementação do SGCI [6]

2.2. AUDITORIAS ENERGÉTICAS

2.2.1. DEFINIÇÃO

As auditorias energéticas são uma parte integrante do SGCIE.

Para melhor percebermos em que consiste uma auditoria energética torna-se necessário defini-la. Uma auditoria energética pode ser definida como um conjunto de processos que visa avaliar o modo como um determinado edifício, estabelecimento ou outro tipo de espaço, usa a energia. Consiste na verificação, monitorização e análise do uso desta por parte de um consumidor e na submissão ou entrega de um relatório técnico, cujo conteúdo engloba recomendações identificadas e planeadas para a melhoria da eficiência energética, com uma análise de custo-benefício e um plano de ação preparado de forma a contribuir efetivamente para a redução de consumos [7].

2.2.2. OBJETIVO

Uma auditoria energética tem como objetivo efetuar uma análise detalhada dos aspetos relacionados com a utilização de energia (onde, porquê e como é que a energia está a ser usada) de modo a identificar oportunidades de melhoria de eficiência que possam trazer benefícios económicos, ambientais e de gestão de processos.

Para o cliente, as auditorias energéticas são vistas como ferramentas para a obtenção de um *check-up* detalhado e exaustivo dos processos produtivos que permitam identificar e sinalizar potenciais de poupança de energia [8].

2.2.3. FASES DE UMA AUDITORIA ENERGÉTICA

De acordo com a norma ISO 50002:2014 “Auditorias Energéticas – Requisitos com guia de utilização”, uma auditoria consiste em oito passos, como se pode ver na figura 6 [9]:

- 1) Planeamento da auditoria energética;
- 2) Reunião de abertura;
- 3) Aquisição de informação relevante;
- 4) Plano de medições;
- 5) Visita às instalações;
- 6) Análise posterior;
- 7) Relatório de auditoria energética;
- 8) Reunião de fecho.

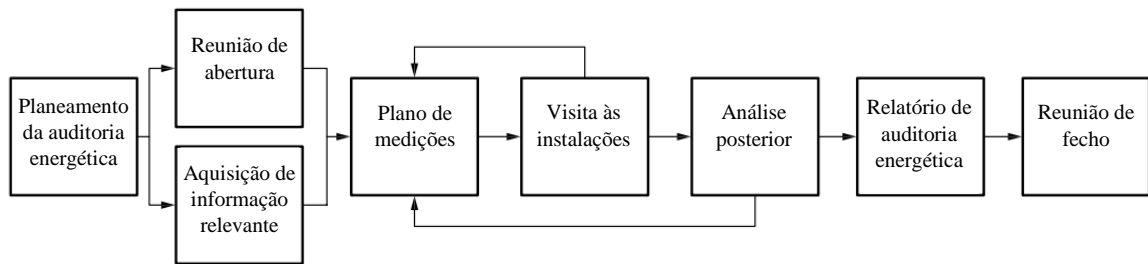


Figura 6 - Fases de uma auditoria energética

Estes oito momentos de concretização podem ser agrupados em três fases distintas (tabela 3), em que se segmentam as auditorias energéticas [10]:

- Primeira fase – preparação da auditoria;
- Segunda fase – intervenção no local da instalação a auditar;
- Terceira fase – tratamento da informação recolhida nas duas primeiras fases.

Tabela 3 - Passos de uma auditoria energética e respetivas fases

1ª Fase	<ol style="list-style-type: none">1) Planeamento da auditoria energética2) Reunião de abertura3) Aquisição de informação relevante;4) Plano de medições.
2ª Fase	<ol style="list-style-type: none">5) Visita às instalações
3ª Fase	<ol style="list-style-type: none">6) Análise posterior7) Reunião de fecho

2.2.3.1. PRIMEIRA FASE – PREPARAÇÃO DA AUDITORIA

A primeira fase de uma auditoria permite conhecer os aspetos básicos da instalação e ajuda a assegurar que o tempo utilizado na realização da mesma é utilizado de forma eficiente, prevenindo possíveis interrupções nos trabalhos em curso no local. Permite, também, reduzir o tempo necessário na realização da segunda fase, uma vez que permite um planeamento e uma preparação mais detalhada [11].

Inicialmente, deve ser elaborado um plano de auditoria. Um plano de auditoria é um documento que sublinha o âmbito e o processo da auditoria. É uma ferramenta de comunicação vital para assegurar que a auditoria será consistente, completa e eficiente na utilização de recursos. Deve ser um documento bem definido, mas flexível de forma a permitir ajustamentos e estar apto a responder à necessidade de incluir informação inesperada ou mudanças [12].

O plano de auditoria deve ser acordado entre o auditor e a organização e deve incluir o seguinte [9][13]:

- âmbito, fronteiras e objetivos da auditoria energética;
- necessidades e expectativas para o cumprimento dos objetivos;
- nível de detalhe da auditoria;
- começo e duração, bem como uma *timeline* para cada fase do processo;
- critérios de avaliação e listagem, por ordem de potencial, de medidas de melhoria de eficiência;
- disponibilização de informação relevante antes do início da auditoria;
- formato do relatório e os seus elementos;
- responsabilidades e tarefas de cada membro da equipa de auditoria;
- representante da organização responsável pela auditoria;
- processo de acordo em caso de mudanças no âmbito.

Nesta primeira fase deve também ser efetuada uma visita inicial à instalação consumidora com o fim de se proceder ao planeamento da auditoria. Esta visita oferece também ao responsável pela auditoria a possibilidade de se familiarizar com o local e com os processos produtivos da indústria em questão [11].

As tarefas a realizar nesta primeira fase, durante a visita à instalação devem incluir [11]:

- reunião de abertura da auditoria;
- o levantamento e revisão do histórico de utilização de energia nos últimos dois anos;
- o levantamento de plantas relativas à arquitetura do(s) edifício(s), instalação elétrica, rede de distribuição de vapor e rede de ar comprimido;
- o registo das dimensões físicas do local;
- levantamento de documentação e informação relativa aos equipamentos instalados no local;
- desenvolvimento de uma lista que contenha a idade, a utilização e uma descrição dos sistemas elétricos, mecânicos e condições da arquitetura;
- cálculo dos consumos (em tep) e comparação com outras indústrias semelhantes.

Os principais objetivos desta visita consistem em [14]:

- concluir a seleção dos elementos da equipa de auditoria;
- proceder à identificação dos equipamentos e das áreas de maior consumo;
- verificar a existência de instrumentação e medição adicional, que possa vir a ser necessária;
- verificar as necessidades de instalação de outros equipamentos após a auditoria;
- efetuar o planeamento da duração da auditoria e efetuar uma *timeline*;
- efetuar o levantamento dos recursos energéticos disponíveis na indústria;
- consciencializar da realização da auditoria.

A reunião de abertura tem como objetivo possibilitar que o auditor informe as partes interessadas relativamente aos objetivos, ao âmbito, às fronteiras e métodos e rever a preparação da auditoria [9].

É dever do auditor requerer à organização [9]:

- 1) a designação de pessoal passível de assistir o auditor no trabalho de campo; devem ser pessoas com conhecimento dos processos, equipamentos e infraestruturas da organização e com competência e autoridade;
- 2) informar o pessoal próprio ou outras partes interessadas acerca da auditoria energética, as suas responsabilidades e outros requisitos abrangentes;
- 3) assegurar a cooperação das partes abrangidas pela auditoria;
- 4) confirmar quais condições anormais que possam afetar a auditoria.

O auditor deve concordar com a organização nos seguintes pontos [9]:

- 1) condições de acesso definidas pela organização às instalações;
- 2) requisitos de segurança, saúde e emergência e respetivos procedimentos;
- 3) disponibilidade de recursos, incluindo informação energética e necessidades de medições suplementares;
- 6) procedimentos a serem seguidos na instalação de equipamento, se necessário.

Para a realização de uma auditoria bem-sucedida, o conjunto de informação a recolher pelo auditor deve incluir, caso esteja disponível [9]:

- a) lista de sistemas consumidores de energia, processos e equipamentos;
- b) características detalhadas da utilização de energia abrangidas pelo âmbito da auditoria, o que pode incluir variáveis que a organização considere passíveis de influenciar o desempenho energético;
- c) histórico de desempenho energético (consumos, outras medições e variáveis relevantes);
- d) equipamentos de monitorização existentes e respetivas configurações;
- e) planos para o futuro que possam afetar o desempenho energético;
- f) documentos de desenvolvimento, operações e manutenções;
- g) resultados de auditorias antigas ou estudos realizados relativos ao desempenho energético;
- h) faturas existentes relativas a consumos energéticos;
- i) sistema de distribuição de energia e gestão.

Para a realização de medições adicionais na organização, o auditor e a organização devem chegar a acordo quanto ao plano de medições. Esse plano pode ser alterado com base nos resultados iniciais e deve conter alguns pontos essenciais [9]:

- a) lista de pontos de medição essenciais, processos associados a esses pontos e equipamento de medição a utilizar;
- b) identificação de pontos de medição adicionais, equipamento apropriado, processos e viabilidade da medição;
- c) precisão necessária nas medições e incerteza associada;
- d) período e frequência de cada medição;
- e) frequência de aquisição de valores em cada medição;
- f) calendarização das medições compatível com período de laboração normal da organização
- g) variáveis relevantes transmitidas pela organização
- h) responsabilidades na realização de medições, incluindo pessoal trabalhador na organização ou ao serviço desta.

2.2.3.2. SEGUNDA FASE – INTERVENÇÃO NO LOCAL

A intervenção no local engloba o cumprimento de várias tarefas.

Um primeiro passo consiste na análise dos sectores, dos processos e dos equipamentos responsáveis pelos principais consumos registados. No local devem ser verificados o estado das instalações de distribuição de energia (postos de transformação, Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT) e quadros elétricos), bem como o funcionamento dos equipamentos de controlo e regulação das instalações (tais como sistemas de ventilação, AVAC, etc.) [15].

Os principais pontos de consumo de energia elétrica e de outros vetores energéticos devem ser monitorizados e os respetivos diagramas de carga devem ser obtidos. Para além disso, os valores de temperaturas e de iluminância devem também ser analisados [15].

Deve ser efetuada uma caracterização dos equipamentos responsáveis pelas maiores percentagens de consumos na instalação, nomeadamente no que toca aos níveis de regime de funcionamento, fatores de potência, rendimentos, etc. Também os rendimentos de combustão de caldeiras e de geradores de vapor devem ser avaliados [15].

Os principais aspetos dos espaços físicos devem ser caracterizados com vista à deteção de anomalias. Para isso, deve ser efetuada uma avaliação que inclua as envolventes dos edifícios. Este aspeto pode ser relevante aquando da análise das condições de desempenho térmico da instalação [15].

A distribuição energética na instalação deve ser estudada para que seja possível identificar fluxos de energia anormais na instalação [15].

Por fim, devem ser identificadas e quantificadas as principais medidas de racionalização de consumos de energia [15].

A norma ISO 50002 refere como deveres do auditor, durante a visita à instalação [9]:

- a) comparar o consumo de energia na organização com as informações recolhidas na primeira fase;
- b) avaliar o uso e o consumo de energia de acordo com o âmbito da auditoria, as fronteiras e objetivos;
- c) perceber o impacto das rotinas operacionais e o comportamento humano no desempenho energético;
- d) identificar oportunidades preliminares, mudanças operacionais ou de tecnologia que possam contribuir para o aumento da eficiência;
- e) listar áreas e processos nas quais informações adicionais são necessárias para análise posterior;
- f) assegurar que as medições, observações e informações adicionais são representativas das práticas operacionais em vigor;
- g) assegurar que os históricos de consumo são representativos dos processos normais em vigor;
- h) informar a organização de imprevistos encontrados durante a auditoria.

2.2.3.3. TERCEIRA FASE – TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

O tratamento da informação após a intervenção realizada no local é importante para assegurar uma correta conclusão da auditoria. Nesta fase, o auditor necessita de efetuar uma avaliação da informação recolhida durante a visita, bem como avaliar as possíveis oportunidades de melhoria de eficiência mais evidentes.

Após a intervenção no local, o tratamento da informação inclui [11]:

- Revisão de elementos apontados, complemento da informação (podendo ser utilizadas plantas arquitetónicas);
- Pesquisa preliminar de potenciais medidas de melhoramento de eficiência;
- Descartar medidas identificadas, mas com potencial insuficiente face a outras;
- Identificação, organização e conservação de gráficos e tabelas com dados recolhidos previamente e dados novos;
- Conservação de folhas de auditoria, notas e fotografias conseguidas.

Nesta fase devem ser identificadas oportunidades de melhoria de desempenho energético com base na análise de informação proveniente das fases anteriores e tendo em conta [9]:

- a) a sua capacidade de melhoria de eficiência;
- b) uma avaliação da proposta e das hipóteses de configuração para dar resposta às necessidades do sistema;
- c) tempo de vida, condições, operação e manutenção necessárias;
- d) uma comparação entre o potencial da medida proposta com outras existentes no mercado (caso aplicável);
- f) a utilização futura de energia e mudanças nos processos.

2.2.4. RELATÓRIO FINAL DE AUDITORIA ENERGÉTICA

Após a realização da visita e inspeção às instalações, fica a faltar a elaboração do relatório para a conclusão da auditoria. O auditor e a respetiva equipa envolvida no processo devem proceder à sua realização.

Neste relatório, os auditores devem explicar o trabalho efetuado e os resultados de uma forma bem estruturada. O relatório deve ser conciso e escrito de forma a que seja de fácil interpretação pelo seu destinatário. Alguns aspetos a ter em conta na elaboração deste documento deverão ser os seguintes [13]:

- A seção de recomendações deve ser específica, clara e detalhada;
- As assunções devem ser explicadas detalhadamente;
- Os erros devem ser evitados, para não afetar a credibilidade do auditor ou da entidade auditada;
- O relatório deve ser consistente na estrutura e terminologia;
- Os cálculos realizados na análise devem ser explicados claramente.

De seguida, é apresentado um possível formato de relatório [11]:

I. Sumário Executivo

Deve ser simples e direto e deve descrever a situação atual da instalação, recomendar melhorias e referir as suas vantagens. Inclui uma breve introdução à instalação e descreve o propósito da auditoria e as conclusões gerais.

II. Informação do Edifício

Nesta seção deve ser efetuada uma análise às instalações, aos sistemas mecânicos e ao perfil de utilização. Deve incluir uma descrição do estado, da idade, historial de construção, horários de funcionamento, número de pessoal afetado, padrões de ocupação e programas de manutenção. Também deve conter outros elementos, tais como fotografias selecionadas que ajudem a descrever o estado de conservação e comprovem a existência de outros elementos mencionados.

III. Sumário de Utilidades

Aqui deve ser transmitida informação referente aos consumos de anos anteriores. Devem ser incluídas tabelas e gráficos desenvolvidos para análise e demonstração de consumos globais e de padrões de consumos existentes. A informação escolhida deve ser tratada por forma a adequar-se à audiência final (p. ex. consumos mensais por vetor energético são mais interessantes ao pessoal de engenharia e manutenção, enquanto que os custos mensais se adequam melhor para pessoal administrativo).

IV. Medidas de Eficiência Energética

Esta seção deve ser iniciada com uma introdução às medidas de eficiência que vão de encontro aos critérios de poupança económica estabelecidos pela administração. Para cada medida, deve ser enunciado o seu nome, custo estimado, poupança e *payback* simples. Cada medida deve ser detalhadamente descrita e comprovada através dos cálculos efetuados.

V. Medidas de Operação e Manutenção

Esta seção deve conter indicações acerca de melhoria de processos e manutenções. Inclui descrição de operações específicas e necessidades de manutenção que requerem cuidados e que foram identificadas na visita às instalações (fase 2 de uma

auditoria). Os pontos a referir são aqueles que têm potencial de redução de consumo e de custos através de necessidades básicas de manutenção. É útil a inclusão neste ponto dos custos associados e potencial de poupança.

VI. Anexos

Nesta seção deverá ser exposta toda a documentação de suporte e informação técnica não incluída noutros pontos do documento. A informação presente nesta seção inclui plantas e apontamentos apropriados, fotografias, formulários de auditoria, equipamento levantado, inventário de iluminação e informação técnica sobre equipamentos recomendados.

2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.3.1. DEFINIÇÃO

Existem diversas formas de energia: mecânica (associada ao movimento), térmica (calor), elétrica (potencial elétrico), química (reações químicas), nuclear (desintegração do núcleo), entre outras. Para além das formas, existem também fontes de energia (sejam renováveis, ou não) cujo princípio de fornecimento assenta na entrada de um tipo de energia, conversão e respetiva saída na forma desejada. Um exemplo disso é, por exemplo, a energia proveniente das barragens – a energia hídrica. Neste caso é obtida energia elétrica a partir da conversão de energia potencial de uma massa de água.

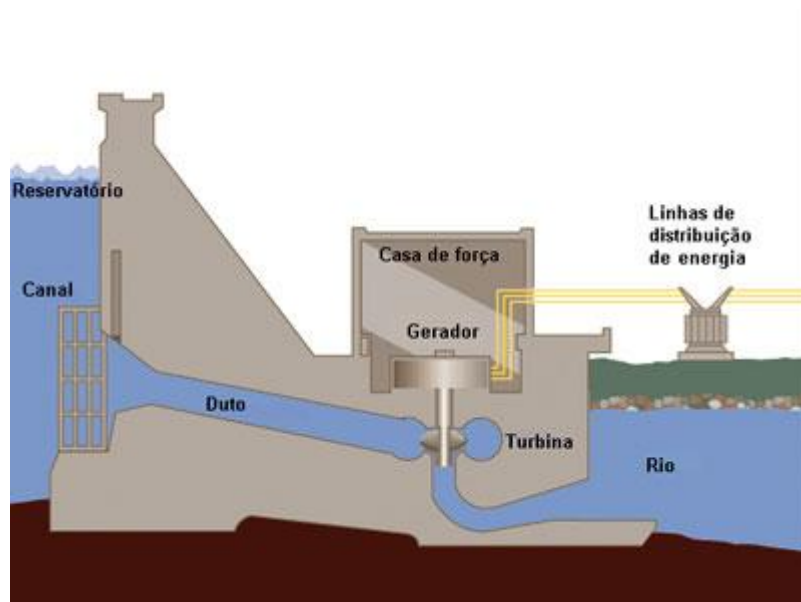


Figura 7 - Principais constituintes de uma central hídrica [16]

Neste processo, podemos verificar que se as unidades de energia forem as mesmas, a quantidade de energia obtida após a conversão não é a mesma que a fornecida. Existem perdas no processo devido a perdas internas (como exemplificado na figura 8).

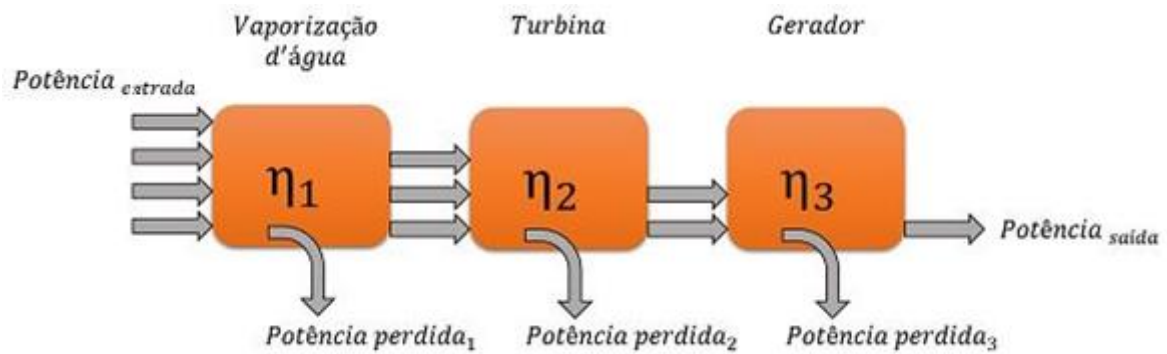


Figura 8 - Perdas e rendimentos de conversão de energia numa central hídrica [17]

Outro exemplo, demonstrativo deste facto é o caso do motor elétrico. Aqui, a energia mecânica obtida no veio do motor, por conversão, é inferior à energia elétrica utilizada para alimentar a máquina devido às perdas que ocorreram no processo (perdas no ferro, nos enrolamentos por efeito de Joule e na ventilação do mesmo). Diz-se, então, que estas perdas contribuem para o cálculo de rendimento da máquina.

As variáveis que contam para este cálculo são:

η – rendimento

$P_{saída}$ – potência à saída

$P_{entrada}$ – potência à entrada

Esse cálculo é feito através da seguinte fórmula:

$$\eta = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}}$$

O seu valor é, naturalmente, inferior a 1.

Rendimento e eficiência podem ser facilmente confundíveis, pois apresentam algumas semelhanças. Contudo, são conceitos diferentes.

O rendimento é um valor representativo da proporção entre o resultado obtido e os meios que foram utilizados para o efeito.

Eficiência energética significa utilizar menos energia de modo a obter o mesmo valor pretendido [18].

Como exemplo, temos a comparação entre a utilização de lâmpadas *Light Emitting Diode* (LED) e lâmpadas de incandescência. Uma lâmpada LED é mais eficiente do que uma de incandescência tradicional já que, comprovadamente, utiliza uma quantidade

consideravelmente inferior de energia elétrica para se habilitar a fornecer a mesma quantidade de luz.

Todos os tipos de energia que passam por processos de conversão com vista à sua transformação (seja em aquecimento, em arrefecimento, iluminação, movimento, etc....) sofrem perdas, que provocam desperdício de uma parte de energia.

A eficiência energética visa atuar sobre essas perdas através da implementação de medidas de combate ao desperdício nos vários processos de conversão e utilização [19].

2.3.2. SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS (SCE)

O Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE) surge pela primeira vez em Diário da República no Decreto-Lei nº118/2013 de 20 de agosto e tem como objetivo assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios. Com este diploma, a avaliação do desempenho energético passou a basear-se no comportamento térmico e na eficiência de sistemas no caso de edifícios de habitação e na instalação, condução e manutenção de sistemas técnicos no sentido de promover o funcionamento otimizado em termos energéticos no caso de edifícios de comércio e serviços.

O SCE abrange edifícios ou frações novas ou sujeitas a grandes intervenções e edifícios, ou frações existentes, de comércio e serviços, que tenham uma área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas. Também são abrangidos edifícios, ou frações existentes, a partir do momento da sua venda e os edifícios que pertençam a uma entidade pública e tenham uma área interior útil superior a 250 m² e sejam frequentemente visitados pelo público. Cabe à DGEG a fiscalização do SCE e à ADENE a gestão do mesmo [19].

São obrigações dos proprietários dos edifícios abrangidos pelo SCE a obtenção do pré-certificado SCE, o certificado SCE nos termos do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), o fornecimento ao perito qualificado de todos os elementos necessários à certificação do edifício e a indicação da classificação energética do edifício em todos os anúncios com vista à sua venda [20].

As contraordenações em caso de incumprimento podem ir de 250,00 EUR a 3 740,00 EUR no caso de pessoas singulares e de 2 500,00 EUR a 44 890,00 EUR no caso de pessoas coletivas [20].

Os certificados energéticos têm uma validade diferente para cada tipo de edifício:

Tabela 4 - Validade dos certificados energéticos consoante o tipo de edifícios [21]

Tipo de edifícios	Validade
Edifícios novos	10 anos
Edifícios pequenos de comércio e serviços	<ul style="list-style-type: none"> • 6 anos para certificados emitidos até 30 de abril de 2015 • 8 anos para certificados emitidos após 30 de abril de 2015

2.3.3. AVALIAÇÃO DA CLASSE ENERGÉTICA

A avaliação da classe energética dos edifícios é diferente consoante se trate de um edifício destinado à habitação ou um edifício de comércio e de serviços.

- Edifícios de habitação

Para a determinação da classe energética, é necessário determinar o valor do rácio de classe energética (R_{Nt}), que corresponde à divisão entre N_{tc} (valor das necessidades nominais anuais de energia primária) e N_t (valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária) [22].

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t}$$

Ambos os valores (N_{tc} e N_t) são calculados de acordo com o disposto no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH).

No caso do N_{tc} , o mesmo é calculado através dos valores de:

- N_{ic} - Necessidades de energia útil para aquecimento, supridas pelo sistema k [kWh/(m².ano)];
- $f_{i,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema k ;
- N_{vc} - Necessidades de energia útil para arrefecimento, supridas pelo sistema k [kWh/(m².ano)];
- $f_{v,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k ;
- Q_a - Necessidades de energia útil para preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS), supridas pelo sistema k [kWh/ano];
- $f_{a,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para produção de AQS supridas pelo sistema k ;

- η_k - Eficiência do sistema k , que toma o valor de 1 no caso de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável, à exceção de sistemas de queima de biomassa sólida em que deve ser usada a eficiência do sistema de queima;
- j - Todas as fontes de energia incluindo as de origem renovável;
- p - Fontes de origem renovável;
- $E_{ren,p}$ - Energia produzida a partir de fontes de origem renovável p , [kWh/ano], incluindo apenas energia consumida;
- W_{vm} - Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores, [kWh/ano];
- A_p - Área interior útil de pavimento [m²];
- $F_{pu,j}$ e $F_{pu,p}$ - Fator de conversão de energia útil para energia primária, [kWh_{EP}/kWh];
- δ - Igual a 1, exceto para o uso de arrefecimento ($N_{v,c}$) em que pode tomar o valor 0 sempre que o fator de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respetivo fator de referência, o que representa as condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.

Resulta da aplicação da seguinte fórmula [22]:

$$N_{tc} = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \cdot N_{i,c}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \cdot \delta \cdot N_{v,c}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \cdot Q_a / A_p}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} \cdot F_{pu,j} - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \cdot F_{pu,p} \quad [\text{kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})]$$

No caso de edifícios de habitação existem 8 classes energéticas, tendo por base o R_{Nt} :

Tabela 5 - Níveis de classificação energética de edifícios de habitação [22]

Classe Energética	Valor de R_{Nt}
A+	$R_{Nt} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{Nt} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{Nt} \leq 0,75$
B-	$0,76 \leq R_{Nt} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{Nt} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{Nt} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{Nt} \leq 2,50$
F	$R_{Nt} \geq 2,51$

- Edifícios de comércio e serviços

No caso de edifícios de comércio e serviços, existem igualmente 8 classes energéticas, que apresentam os mesmos valores de intervalo que os expostos no caso de edifícios destinados à habitação [22].

Para a determinação da classe energética, é necessário seguir uma metodologia diferente da utilizada no caso anterior. Neste, a classe energética é determinada através do rácio de classe energética (R_{IEE}). Para esse cálculo, são necessários os valores de:

- IEE_S – Indicador de Eficiência Energética determinado através da tabela 7
- $IEE_{ref,S}$ – Indicador de Eficiência Energética de referência associado aos consumos anuais de energia do tipo S
- IEE_{REN} – Indicador de Eficiência Energética renovável associado à produção de energia elétrica e térmica a partir de fontes de energias renováveis.

É então aplicada a seguinte fórmula [22]:

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}}$$

Tabela 6 - Níveis de classificação energética de edifícios de comércio e serviços [22]

Classe Energética	Valor de R_{IEE}
A+	$R_{IEE} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{IEE} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{IEE} \leq 0,75$
B-	$0,76 \leq R_{IEE} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{IEE} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{IEE} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{IEE} \leq 2,50$
F	$R_{IEE} \geq 2,51$

Tabela 7 - Indicadores de eficiência energética

Tipo de edifício	Forma de cálculo do IEE_S		
	Novo	Existente	Grande intervenção
Pequenos Edifícios de Comércio e Serviços (PES)	$IEE_{pr,S}$	$IEE_{ef,S}$ ou $IEE_{pr,S}$	$IEE_{pr,S}$
Grandes Edifícios de Comércio e Serviços (GES)	$IEE_{pr,S}$	$IEE_{ef,S}$ ou $IEE_{pr,S}$	$IEE_{pr,S}$
GES com Plano de Racionalização Energética (PRE) e medidas de melhoria no Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)	n.a.	$IEE_{pr,S}$	n.a.
GES com PRE e outro tipo de medidas de melhoria	n.a.	$IEE_{ef,S}$ ou $IEE_{pr,S}$	n.a.

Nesta tabela 7:

IEE_{pr} – IEE previsto

IEE_{ef} – IEE previsto

Para perceção destes indicadores, a diferenciação entre consumos do tipo S e consumos do tipo T encontram-se na seguinte tabela.

Tabela 8 - Diferenciação entre consumos do tipo S e do tipo T [23]

Consumos no IEE_S	Consumos no IEE_T
<ul style="list-style-type: none"> • aquecimento e arrefecimento ambiente, incluindo humidificação e desumidificação • ventilação e bombagem em sistemas de climatização • aquecimento de águas sanitárias e de piscinas • iluminação interior • elevadores, escadas e tapetes rolantes (a partir de 1 de janeiro de 2016) • iluminação exterior (a partir de 1 de janeiro de 2016) 	<ul style="list-style-type: none"> • ventilação e bombagem não associada ao controlo de carga térmica • equipamentos de frio • iluminação dedicada e de utilização pontual • elevadores, escadas e tapetes rolantes (até 31 de dezembro de 2015) • iluminação exterior (até 31 de dezembro de 2015) • todos os restantes equipamentos e sistemas não incluídos em IEE_S

No caso dos indicadores $IEE_{pr,S}$, devem ser elaboradas previsões dos consumos de energia do tipo S anuais, nos vários vetores energéticos existentes e separados em parcelas de aquecimento, arrefecimento e “outros”. Esses consumos devem ser previstos e indicados em kWh/ano (energia útil). Aos valores de energia útil, devem ser afetos os rendimentos, coeficientes de desempenho (COP) ou rácios de eficiência energética (EER). Com isso, são obtidos os valores de energia final (em kWh/ano), que são iguais ou inferiores aos anteriores (energia útil). A estes valores são multiplicados os respetivos fatores de conversão de energia final em energia primária. Estes fatores (F_{pu}) têm os seguintes valores [22]:

- $F_{pu} = 2,5 \text{ kWh}_{EP}/\text{kWh}$ para eletricidade, independentemente da origem (renovável ou não renovável);
- $F_{pu} = 1 \text{ kWh}_{EP}/\text{kWh}$ para combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis e ainda energia térmica de origem renovável.

Para cálculo do indicador $IEE_{pr,S}$ somam-se, por fim, os valores de energia final ($\sum E_{final}$) e divide-se tudo pela área (A) do edifício em questão [22]:

$$IEE_{pr,S} = \frac{\sum E_{final}}{A}$$

No caso dos indicadores $IEE_{ef,S}$, a metodologia a seguir é a mesma que anteriormente, com a diferença que os valores de energia a utilizar são os efetivos verificados ao invés dos previstos. Podem ser obtidos através de uma análise histórica de faturas de energia elétrica, considerando os resultados de uma avaliação energética realizada numa base de tempo anual ou através de dados provenientes de um sistema de gestão de energia [24].

Nos IEE_{REN} , a metodologia volta a ser a mesma, mas para este cálculo só entram os valores de associados à produção de energia elétrica e térmica provenientes de fontes de energias renováveis [22].

Já nos $IEE_{ref,S}$, os seus valores são obtidos através do cálculo de um valor de referência para cada edifício, através das suas características reais ou dos seus sistemas. As características envolvidas neste cálculo são [24]:

- As características da sua envolvente opaca e envidraçada;
- Eficiências de sistemas de climatização e de produção de Águas Quentes Sanitárias (AQS);
- Caudais de ar novo;
- Potência absorvida por ventiladores;
- Densidade de iluminação;
- Sistemas de energia renovável;
- Sistemas de Controlo.

2.4. NP EN ISO 50001 – SISTEMAS DE GESTÃO DE ENERGIA

2.4.1. DEFINIÇÃO E OBJETIVOS

A norma NP EN ISO 50001 é uma norma portuguesa, adotada de uma norma europeia que, por sua vez, resulta da adoção de uma norma internacional. É uma norma que surgiu internacionalmente em 2011 e que ganhou o estatuto de norma portuguesa (adotada) em 2012.

Este documento oficial especifica os requisitos para o estabelecimento, a implementação, a manutenção e melhoria de um sistema de gestão de energia e aplica-se a todas as atividades sobre o controlo da organização, a todos os tipos de energia utilizados e a todas as variáveis que afetem o desempenho energético e que possam ser monitorizadas. A sua implementação contribuí para uma utilização eficiente das fontes de energia disponíveis, não estabelecendo, para isso, requisitos absolutos que não sejam os compromissos assumidos pela política energética organizacional, a obrigação do cumprimento de exigências legais e outros aplicáveis [25].

A norma NP EN ISO 50001 tem como objetivos permitir, através da sua utilização, o estabelecimento de sistemas e processos necessários para a melhoria de desempenho energético. Com a implementação destes sistemas é expectável que as organizações obtenham uma redução nos valores das emissões de gases com efeito de estufa, enquanto reduzem as necessidades energéticas e respetivos custos com energia. Esta foi elaborada para implementação em qualquer organização de qualquer sector, independentemente do ramo, atividade ou localização geográfica [26].

Este documento delega especificamente responsabilidade à gestão de topo, incumbindo esta de definir, implementar e zelar pela manutenção e cumprimento de uma política energética, bem como responsabilizar-se pela elaboração de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) eficaz [26].

2.4.2. PLANEAMENTO ENERGÉTICO

Após a elaboração da política energética, deve ser criado e documentado o processo de planeamento energético. Este deve ir ao encontro do estabelecido pela política energética e, por isso, deve ser orientado para a realização de atividades que contribuam para o melhoramento contínuo do desempenho energético. Essas atividades devem ser alvo de avaliação periódica, sendo que este processo de avaliação deve ser incluído no planeamento [26].

No desenvolvimento do planeamento energético deve ser tida em conta a obrigatoriedade do cumprimento, por parte da organização, de um conjunto de **requisitos legais**. Para isso, a organização deve proceder à identificação das exigências legais que são aplicáveis e que estão relacionadas com o uso e o consumo de energia e eficiência energética. Este tipo de regulamentação deve ser revisto periodicamente (deve ser exigida esta condição) em intervalos estabelecidos, para que a organização se certifique de que opera dentro dos limites regulamentares aplicáveis [26].

Outro tema a ser desenvolvido no planeamento energético é a **avaliação energética**. Esta avaliação deve ser efetuada tendo em conta uma análise pormenorizada da utilização e do consumo de energia com o objetivo de identificar e detalhar oportunidades de melhoria do desempenho energético. Antes da realização desta análise, devem ser identificadas as áreas cuja utilização de energia seja mais significativa com vista a monitorizar os consumos associados. A avaliação deve ser realizada em intervalos pré-estabelecidos e sempre que se considere útil a sua realização (p.e. no caso de instalação de novos equipamentos ou alteração dos processos) [26].

Aquando da implementação desta norma, deve ser efetuada uma avaliação energética inicial. Esta deverá ser feita considerando um período adequado ao uso e consumo de energia da organização. O objetivo desta primeira avaliação é o de estabelecer um **consumo energético de referência**. Este consumo deverá ser utilizado para identificar posteriores alterações no desempenho energético. Contudo, este valor deve ser ajustado de cada vez que ocorram alterações significativas nos processos, padrões operacionais ou sistemas de energia da organização, ou quando os **Indicadores de Desempenho Energético** (IDE) deixarem de refletir o uso e consumo de energia [26].

Os IDE identificados pela organização devem ser apropriados para a medição e monitorização do desempenho energético da indústria em causa. Estes devem ser revistos

periodicamente e devem ser utilizados para comparação com o consumo energético de referência [26].

Por fim, ainda no tema do planeamento energético, devem ser estabelecidos pela organização os **objetivos energéticos, metas e planos de ação para a gestão de energia**, que devem ser consistentes com a política energética. Na sua elaboração entram fatores como as exigências legais e regulamentares, as utilizações de energia e as oportunidades de melhoria do desempenho energético identificadas na avaliação energética e as opções tecnológicas, requisitos financeiros, operacionais e de negócio [26].

2.4.3. ENQUADRAMENTO DA NP EN ISO 50001 FACE AO SGCIE

A implementação de um SGE revela-se particularmente interessante no caso de grandes consumidores de energia (SGCIE) pelos potenciais de poupança que este sistema permite e pela necessidade de redução de intensidade energética a que os grandes consumidores estão sujeitos. Posto isto, torna-se útil verificar em que medidas a norma relativa aos SGE se enquadra com o SGCIE.

Tal como referido no subcapítulo anterior (planeamento energético), a norma NP EN ISO 50001 impõe a necessidade de se proceder a uma “**Avaliação energética**” (ponto 4.4.3 do Anexo I), à definição do “**Consumo energético de referência**” (ponto 4.4.4 do Anexo I) e à identificação de “**Indicadores de desempenho energético**” (ponto 4.4.5 do Anexo I). Tais obrigatoriedades são consistentes com os artigos 6 e 7 (**Auditorias Energéticas e Plano de Racionalização do Consumo de Energia – intensidade energética e carbónica**) do SGCIE.

A norma acarreta também a elaboração de um “**Plano de ação para a gestão de energia**” (4.4.6), o que vai de encontro ao descrito no art.7º (**Plano de racionalização**) do SGCIE.

Relativamente à “**Monitorização e revisão**” (ponto 4.6.1 do Anexo I), este subcapítulo relaciona-se com o art.9º do SGCIE (**Controlo de execução e progresso do ARCE**) uma vez que se pode relacionar a necessidade de investigar e de responder a desvios no desempenho energético, descritos na norma, com o relatório que deve incluir desvios verificados e medidas tomadas ou a tomar para correção dos desvios mencionada no SGCIE.

Já no que se refere à “**Revisão pela gestão**” (ponto 4.7 do Anexo I), associa-se a mesma ao art.9º do SGCIE (**Relatório final**) uma vez que o facto de este último sistema impor a obrigatoriedade de execução de um relatório final de execução serve como ferramenta útil de análise pela gestão, como descrito na norma.

2.4.4. APLICAÇÃO DA NP EN ISO 50001 EM PORTUGAL

A primeira empresa do sector elétrico em atividade em Portugal a ser distinguida com a Certificação ISO 50001:2011 foi a *Schneider Electric*, com sede em Carnaxide, em janeiro de 2014. Já em junho de 2011, a sede corporativa da mesma firma localizada em *Rueil-Malmaison* (França) tinha sido considerada como o primeiro edifício com esta certificação no mundo. A implementação desta norma foi benéfica para a organização não só a nível energético, como também a nível de marketing uma vez que o seu sistema foi projetado através da utilização de equipamentos de monitorização desenvolvidos pela sua própria marca [27].

2.4.5. IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS

Como já retratado em capítulos anteriores, vários requisitos da norma requerem a análise de dados relativos à utilização e consumos de energia. Esses requisitos principais são [26]:

- A avaliação energética;
- O consumo energético de referência;
- Os Indicadores de Desempenho Energético;
- objetivos energéticos, metas e planos de ação para a gestão de energia;
- A monitorização e revisão.

É para a obtenção desses dados relativos aos consumos de energia que se torna indispensável a instalação de um SGE capaz de monitorizar eficazmente os consumos energéticos dos pontos principais identificados.

Os dispositivos constituintes de um SGE, disponíveis atualmente, possibilitam a medição de vários consumos associados a atividades industriais (desde gás natural, água, ar comprimido, entre outros) com níveis muito satisfatórios de precisão.

As vantagens principais da utilização de um SGE são a alocação de custos (imputação de custos energéticos ao sistema a ser monitorizado), a monitorização remota, deteção de alarmes para manutenção preventiva e programação de deslastre de cargas [28].

3. REALIZAÇÃO DO TRABALHO PRÁTICO

3.1. ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA DE UMA UNIDADE FABRIL

Tendo em conta toda a revisão teórica efetuada no capítulo anterior, será agora elaborado um Sistema de Gestão de Energia. O mesmo foi elaborado na empresa *Smartwatt* e destina-se à implantação deste sistema numa unidade fabril Portuguesa, que irá permanecer anónima neste documento. Este sistema foi pedido tendo em conta o ARCE resultante de uma auditoria realizada no âmbito do SGCIE. Pretende-se que este sistema contribua para a identificação dos equipamentos responsáveis pela maior parte dos consumos energéticos e para uma redução dos mesmos.

3.1.1. SISTEMAS DE SUPERVISÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS (SCADA)

Um sistema *SCADA* é constituído por elementos de *hardware* e *software* que visam efetuar o controlo de processos numa determinada infraestrutura ou instalação. É composto por um sistema de controlo automático utilizado em diversos tipos de indústrias.

Este controlo é efetuado por um sistema central que monitoriza e controla todo o tipo de processos, estejam eles inseridos em indústrias simples, ou em grandes fábricas, que exijam redes de grandes dimensões. Este tipo de sistema funciona através do processamento de sinais que comunicam através de canais com vista a fornecer aos utilizadores controlos remotos de vários tipos de equipamentos num dado sistema [29][30].

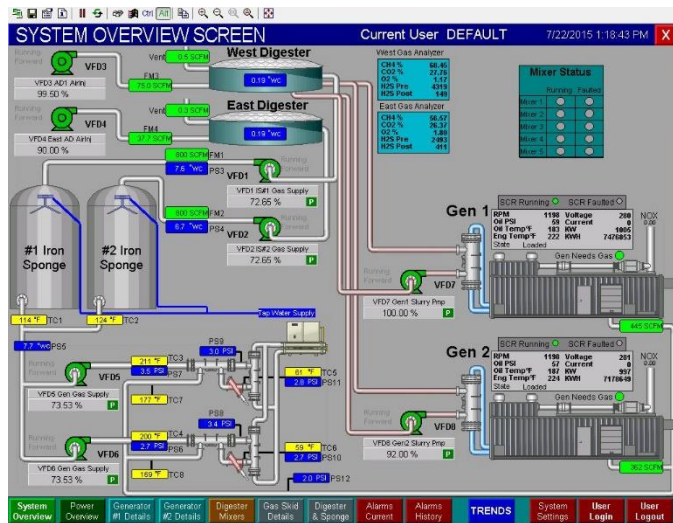


Figura 9 - Exemplo de um sistema SCADA [44]

Este tipo de sistemas permite às organizações [31]:

- a) Efetuar o controlo industrial de processos em locais remotos;
- b) Monitorizar, juntar e processar informação em tempo real;
- c) Interagir diretamente com outros dispositivos tais como sensores, válvulas, bombas e motores através de interfaces homem-máquina;
- d) Registrar e guardar eventos e alarmes ocorridos.

Para a concretização deste projeto foram utilizadas ferramentas e equipamentos da marca *Circuitor*. Esta empresa dedica-se a tecnologias de apoio à eficiência energética.

O modo de funcionamento do sistema a elaborar baseia-se em *SCADA*.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA A DESENVOLVER

Antes de começar a elaboração do projeto do sistema de monitorização de consumos (sistema de gestão de energia) tornou-se necessário marcar uma reunião com o cliente (Fábrica) com o objetivo de apresentar as soluções mais adequadas, previstas de acordo com o tipo de indústria, das necessidades energéticas e do perfil de laboração.

Para isso, foi necessário primeiro conhecer a indústria em questão.

Este sistema será destinado a uma grande fábrica de velas localizada na zona centro do país que se dedica à produção para diversas marcas, que a partir daqui será designada por “Fábrica”.

Na reunião inicial procedeu-se ao levantamento de informação relevante para a elaboração do sistema de energia.

Começou por se definir quais as tecnologias sobre as quais se deveriam efetuar medições de consumo. Foi revelado que este SGE deveria efetuar análises aos consumos do seguinte tipo:

- energia elétrica;
- gás natural;
- ar comprimido.

A rede de energia elétrica é constituída por um posto de transformação (PT) que alimenta 11 quadros elétricos. Esses quadros elétricos são os constantes na tabela 9.

Tabela 9 - Designação interna dos pontos de monitorização elétricos

Quadro	Designação Interna
PAV 1A	A
PAV 1B	B
COMPRESSORES	J
QUADRO K	K
QUADRO M	M
QUADRO T	T
CENTRAL FRIO E AQUEC. TANQUES DE COR PRENSAS	G
PRENSAS	R
DIPPINGS	Q
SALA DE ENCHIMENTO	S
PAVILHÃO 2	I

Como características exigidas pelos responsáveis desta unidade industrial, o SGE a implementar deve ser capaz de exibir, em tela, os consumos instantâneos de energia elétrica e os respetivos consumos do mês e ano. Para além deste parâmetro, deve também apresentar na tela própria de ar comprimido os valores de fluxo instantâneo e os respetivos consumos associados ao mês e ano corrente. Outra solicitação foi que na tela associada à central térmica (designação interna da Fábrica) fossem representados os valores de fluxos instantâneos e os consumos mensais e anuais de água e de gás natural.

Outra exigência requerida foi a existência de relatórios. Estes, quando seleccionados, devem mostrar informações relativas aos consumos e à utilização de energia elétrica em cada sector, bem como efetuar uma simulação da fatura de energia elétrica e de gás natural.

Nesta reunião inicial aproveitou-se para solicitar ideias aos responsáveis sobre a interface gráfica a desenvolver. Não foram dadas exigências específicas sobre o aspeto final do SGE, pelo que se elaborou uma interface gráfica com ideias “padrão”, semelhante às anteriormente elaboradas pela empresa em projetos anteriores.

Por fim, foram solicitadas as faturas de energia elétrica e gás natural com vista à identificação da tarifa utilizada para proceder à elaboração do relatório de simulação de fatura de energia elétrica e de gás natural pedido anteriormente.

3.1.3. PONTOS DE MONITORIZAÇÃO E DISPOSITIVOS

De acordo com informações obtidas na reunião inicial, foram identificados os pontos de monitorização seguintes, constituintes da infraestrutura de rede elétrica:

- Transformador 1;
- Transformador 2;
- Transformador 3;
- Quadro A;
- Quadro B;
- Quadro J;
- Quadro K;
- Quadro M;
- Quadro T;
- Quadro G;
- Quadro R;
- Quadro Q;
- Quadro S;
- Quadro I.

Tendo em conta as necessidades de material necessário a identificar, importa salientar que a Fábrica já dispunha parte da instalação elétrica monitorizada por analisadores e respetivos Transformadores de Intensidade (TI), instalados anteriormente em certos pontos de monitorização identificados e constantes da lista acima mencionada.



Figura 10 - Analisadores já instalados

Foi feito o levantamento dos circuitos já monitorizados, tendo-se elaborado posteriormente a tabela de identificação seguinte:

Tabela 10 - Circuitos já monitorizados

Local de Instalação	Marca/Modelo
Transformador 1	PM-EM21
Transformador 2	PM-EM21
Transformador 3	PM-EM21
Quadro A	PM-EM21
Quadro B	PM-EM21
Quadro J	PM-EM21
Quadro K	PM-EM21
Quadro M	PM-EM21
Quadro T	PM-EM21

Relativamente aos pontos de monitorização de fluxo de ar comprimido, optou-se por se efetuar a medição de fluxo à saída de cada compressor existente nesta unidade industrial. Para isso foram utilizados dois medidores de ar comprimido.

Os pontos de medição selecionados no caso da central térmica são divididos em contadores de água e caudalímetros de gás natural. Foi solicitado pelos responsáveis da Fábrica que fossem efetuadas leituras de água para abastecimento da caldeira 1, caldeira 2 e *make-up*.

Já a contagem de gás natural não precisa de ser dividida por caldeiras, podendo ser efetuada simplesmente a leitura do fornecimento total de gás às duas caldeiras.

Após a identificação dos requisitos impostos pelos responsáveis da Fábrica e o cruzamento com os pontos de medição necessários, foi elaborada a seguinte lista de material necessário para instalação na Fábrica:

Tabela 11 - Listagem de equipamentos necessários

Equipamento	Local	Marca/Modelo
Conversor de rede	Sala de Informática	<i>Circuitor</i> TCP1RS-TCP
Analísadores de energia	Quadro G, Q, S, I e R	<i>Circuitor</i> CVM-MINI-ITF-RS485C
Transformador Intensidade	Quadro G, S e R	<i>Circuitor</i> MC1-80
Transformador Intensidade	Quadro Q	<i>Circuitor</i> MC1-30
Transformador Intensidade	Quadro I	<i>Circuitor</i> MC1-55
Centralizador de impulsos	Central Ar Comprimido Central Térmica	<i>Circuitor</i> LM4I/4O-M
Caudalímetro de Ar Comprimido	Central Ar Comprimido	IFM SDG070 – 2 1/2”
Caudalímetro de Ar Comprimido	Central Ar Comprimido	IFM SD2000 – 2”
Relé Interface	-	Já existente
Fonte de alimentação 230Vac/24Vdc		
Isolador NAMUR 1 CH		
Cabo UTP cat 5 AWG U/UTP – 100m	-	-
Cabo LiYcY – 100m – 4x0,5mm ²	-	-
Cabo LiYcY – 500m – 2x0,75mm ²	-	-
Contador de água	Central Térmica	<i>Woltex</i> M 50
Emissores de Impulso de Água	Contador de água	<i>Reed</i> RD02 130.C

Para a medição de cada um dos restantes pontos da instalação elétrica, que careciam ainda de analisadores, tiveram que ser selecionados TI já enunciados na tabela 11, de acordo com os valores nominais de corrente do respetivo ponto de medida.

Tabela 12 - Corrente nominal dos pontos de monitorização e respetivo modelo do TI

Local	Corrente Nominal	Marca/Modelo do TI	Gama de correntes
Quadro G	630 A	Circuitor MC1-80	1000/1500/2000 A
Quadro Q	300 A	Circuitor MC1-30	250/400/500 A
Quadro S	630 A	Circuitor MC1-80	1000/1500/2000 A
Quadro I	200 A	Circuitor MC1-55	500/1000/1500 A
Quadro R	500 A	Circuitor MC1-80	1000/1500/2000 A

Os TI, têm a função de efetuar uma transformação dos valores da corrente do circuito que analisam em valores consideravelmente mais baixos (de acordo com a razão de transformação).

Estes transformadores estão também ligados aos analisadores. Em conjunto e por si só têm a capacidade de medir e apresentar valores no local através de um *display* no analisador.

Os analisadores de energia CVM-Mini selecionados terão como função analisar as redes trifásicas. A sua ligação à infraestrutura elétrica (através dos respetivos TI) deve ser efetuada de acordo com o esquema seguinte:

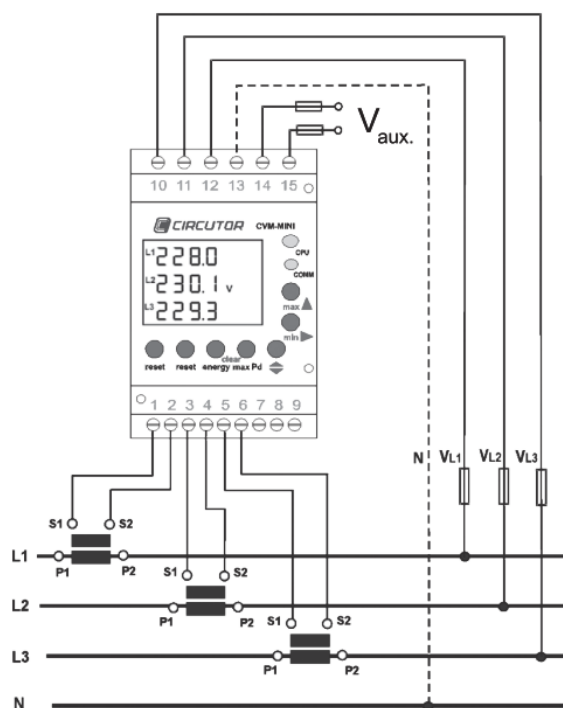


Figura 11 - Esquema de ligação dos analisadores de energia [32]

Este dispositivo possibilita efetuar a leitura de valores de:

- tensão simples e composta;
- corrente (nas fases e total);
- frequência;
- potência ativa, reativa e aparente;
- fator de potência;
- corrente de neutro;
- energia ativa, reativa e aparente total medida;
- temperatura.

Como referido anteriormente, este SGE deverá efetuar contagem de consumos de gás natural, água e ar comprimido através de contadores. Estes tipos de contadores funcionam por impulsos. Isso significa que o seu funcionamento se baseia na emissão de um impulso por cada intervalo de unidade medida, indicado pelo fornecedor do equipamento de contagem. Para tal, será necessário efetuar a ligação apropriada entre este tipo de contadores e o software *SCADA*. Isso implica a necessidade de se instalar um centralizador de impulsos. Este dispositivo é responsável por ler os impulsos de chegada dos contadores no respetivo canal e efetuar a sua ligação à restante rede de analisadores de energia, através de um protocolo de comunicação (*Modbus*). Tendo em conta que existirão 6 contadores, em que 4 estão localizados na central térmica (água da caldeira 1, da caldeira 2, do *make-up* e de gás natural) e 2 na central de ar comprimido (um contador para cada compressor), irão ser utilizados os centralizadores constantes na tabela 11.

Cada um destes centralizadores LM-4I tem capacidade para efetuar a ligação de 4 contadores. O respetivo esquema de ligação é o seguinte:

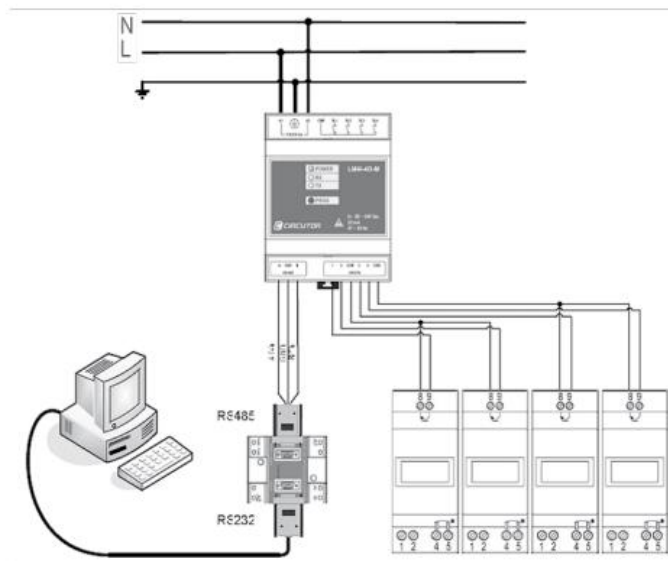


Figura 12 - Esquema de ligação dos centralizadores de impulsos [33]

Para efetuar a contagem de ar comprimido, água e gás natural serão utilizados os contadores por impulsos.

No caso do ar comprimido recorreu-se a dois caudalímetros, para cada um dos compressores existentes na Fábrica. Ambos são da *ifm electronic*, referência **IFM SDG070 – 2 1/2”** e **IFM SD2000 – 2”**. Cada um destes foi selecionado tendo em conta o diâmetro da tubagem de ar comprimido existente e o intervalo de valores de consumo instantâneo que cada um irá medir.

Tabela 13 - Características dos caudalímetros de ar comprimido selecionados

	IFM SDG070 – 2 1/2”	IFM SD2000 – 2”
Diâmetro [in]	2,5	2
Alcance de medição [m ³ /h]	3 – 700	6,7 - 2000



Figura 13 - Caudalímetros selecionados [34] [35]

No que se refere à água, foram utilizados contadores **Woltex M 50**. Este contador foi escolhido por ser compatível com o diâmetro da canalização existente e estar pré-equipado com um sistema de contagem por impulsos.



Figura 14 - Contador de água selecionado [36]

Já no gás natural, o contador existente já possibilitava efetuar a contagem de gás natural e transmitir impulsos para o centralizador.

O esquema de ligação dos contadores de gás natural e de água ao centralizador é o seguinte:

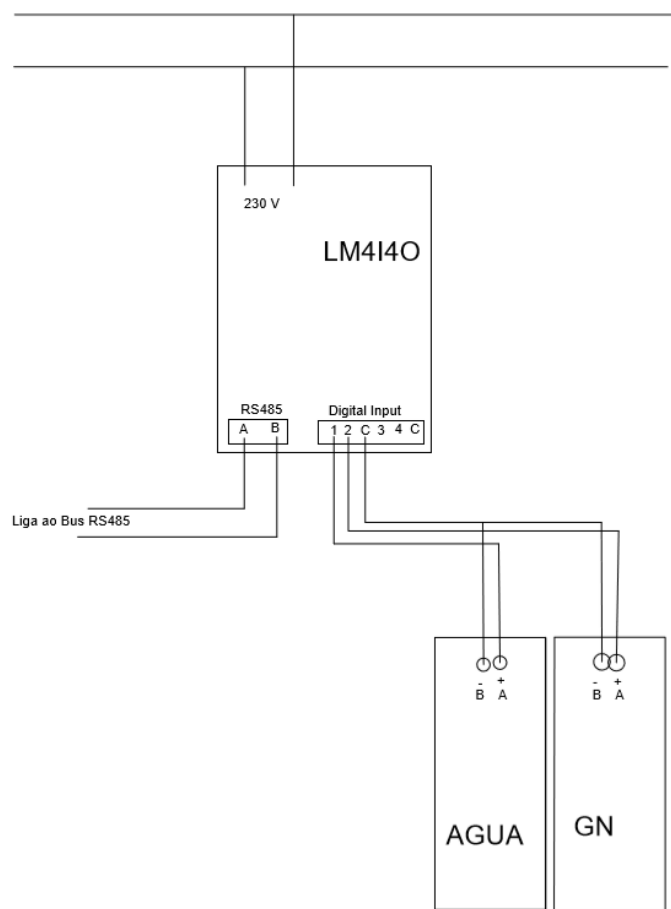


Figura 15 - Esquema de ligação dos contadores ao centralizador de impulsos

Como já mencionado, os analisadores instalados anteriormente são de marca diferente da selecionada para este projeto (*Circutor*). Isso levou ao aparecimento de incompatibilidade de comunicação entre estes analisadores e o *software SCADA* utilizado. Foi necessário ultrapassar essa limitação utilizando um método descrito no próximo subcapítulo.

3.1.4. INTERLIGAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Antes de abordar a interligação entre equipamentos, importa analisar o funcionamento da comunicação entre estes. Essa comunicação será efetuada em *Modbus*.

O *Modbus* é um protocolo de comunicação *open-source*, de requisição-resposta, utilizado para comunicação entre dispositivos *master-slave* (ou servidor-cliente) [37].

Este tipo de comunicações é processado inicialmente pelo dispositivo master (ou servidor), que faz o pedido de dados ao dispositivo *slave* (ou cliente). Normalmente, o dispositivo master pode ser uma interface homem-máquina ou, tal como no caso deste SGE, um sistema SCADA. Já os dispositivos *slave* (ou cliente) são, neste caso, todos os analisadores ou centralizadores de impulsos [37].

O *Modbus* pode funcionar através de vários tipos de ligações. No caso deste sistema SCADA irão ser ligados através do *standart* de características elétricas para uso em comunicações serial RS-485. Este padrão é amplamente utilizado na indústria [38].

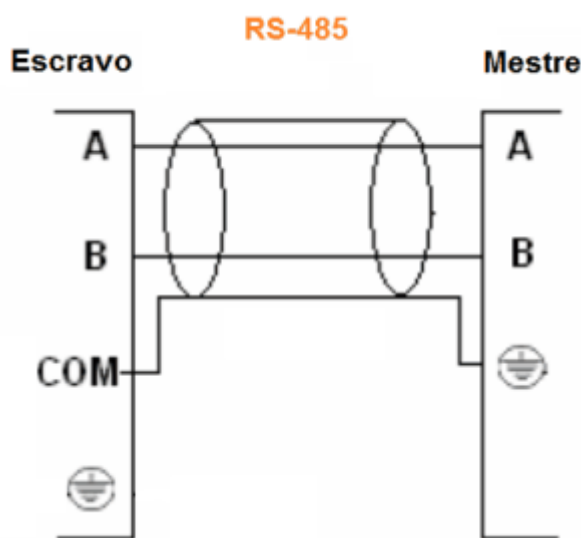


Figura 16 - Ligação Modbus [39]

O protocolo *Modbus* possui dois modos de transmissão de dados: *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) e *Remote Terminal Unit* (RTU).

Estas diferentes maneiras visam definir o modo como são efetuadas as trocas de informação de mensagem.

No caso do RTU, os bytes de informação são enviados consecutivamente sem espaços entre caracteres. As mensagens são delimitadas com um espaçamento de 3,5 caracteres, o que permite ao software identificar o início de uma nova mensagem [40].

Neste modo, cada byte é enviado como uma *string* de 8 caracteres binários, com um bit de início e ou de paragem. Totalizam assim 10 bits. A gama de valores de bytes pode ser cada caracter entre 00 e FF [40].

No caso do ASCII (modo utilizado neste sistema SCADA a ser desenvolvido), cada mensagem é iniciada com recurso ao caracter ":" e o fim da mensagem termina com um "return" e "line feed".

Neste modo, são utilizados 7 bits de informação e um de paridade antes do de paragem. O tamanho é igual ao modo RTU, 10 bits.

A gama de valores de bytes no *Modbus* ASCII consiste apenas nos 16 caracteres hexadecimais [40].

Tabela 14 - Tabela de conversão ASCII – Hexadecimal – Binário [41]

Hexadecimal	ASCII	Binário	Hexadecimal	ASCII	Binário
0	30	011 0000	8	38	011 1000
1	31	011 0001	9	39	011 1001
2	32	011 0010	A	41	100 0001
3	33	011 0011	B	42	100 0010
4	34	011 0100	C	43	100 0011
5	35	011 0101	D	44	100 0100
6	36	011 0110	E	45	100 0101
7	37	011 0111	F	46	100 0110

O *Modbus* contém 256 diferentes endereços, compreendidos entre o 0 e o 255.

O endereço 0 está reservado ao endereço de transmissão. Do endereço 1 ao endereço 247 são armazenados os endereços de todos os dispositivos *slave* (ou cliente). Já os endereços do 248 ao 255 estão reservados e não devem ser utilizados [42].

A interligação de equipamentos deve, então, ser planeada tendo em conta a localização dos diversos analisadores de energia e respetivo conversor de rede, bem como de todos os contadores por impulsos a instalar e respetivo centralizador de impulsos.

Tendo em conta a distribuição dos equipamentos afetos à distribuição elétrica, distribuição de água e de gás natural na Fábrica, foi elaborado o seguinte esquema de ligação da rede de analisadores e centralizadores:

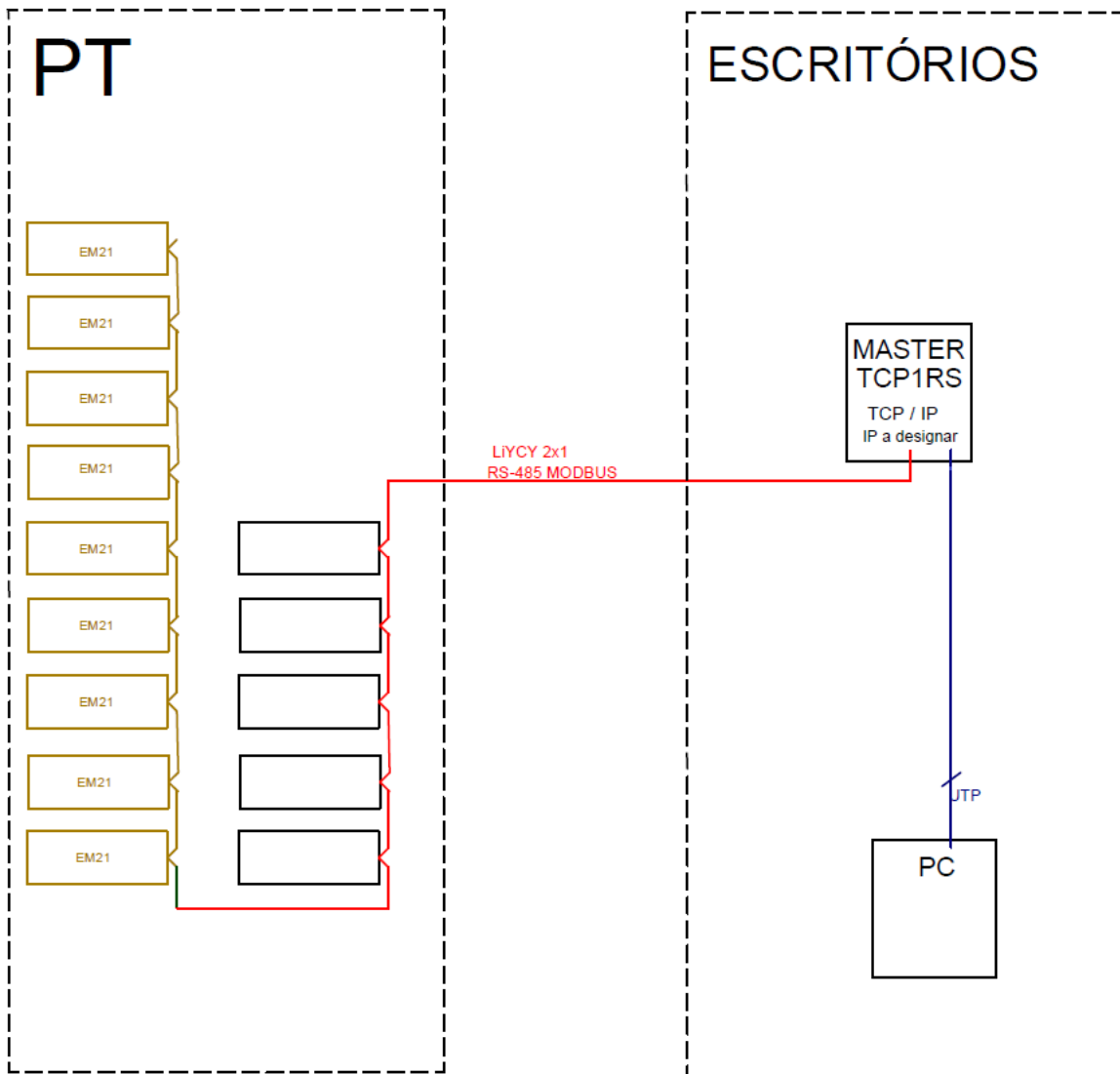


Figura 17 - Esquema de interligação dos analisadores de energia

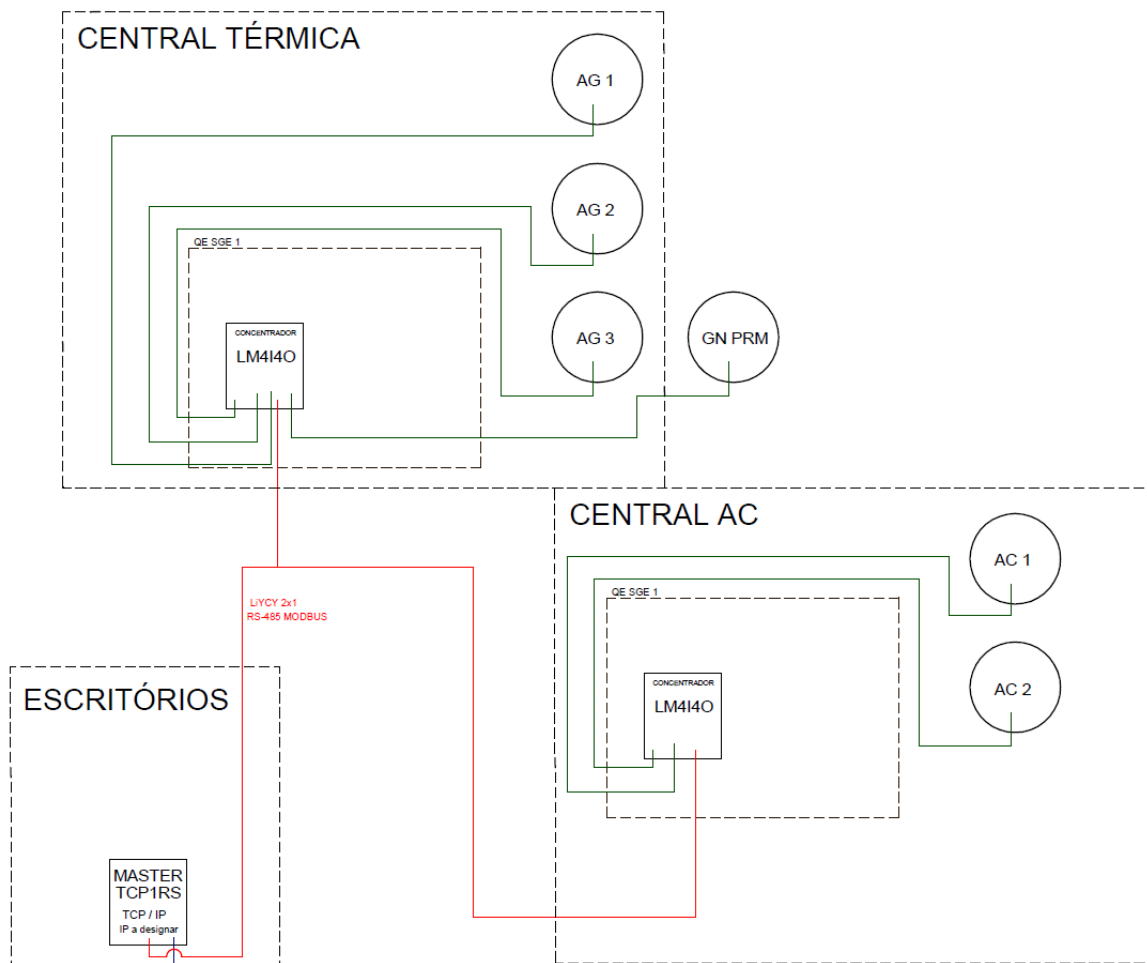


Figura 18 - Esquema de interligação dos centralizadores de impulsos

Com os equipamentos instalados e interligados (entre si e a uma fonte de energia), procedeu-se à sua configuração.

No caso do conversor de rede TCP1RS+, foi necessário atribuir um endereço *Internet Protocol* (IP) da rede onde o mesmo se encontrava instalado. Para isso, houve necessidade de proceder à ligação do conversor a um computador com o objetivo de fazer correr o software *IPSetup* da *Circutor*.

Com o conversor de rede ligado ao computador e já com o software *IPSetup* em execução, existem três passos que garantem a atribuição de um IP próprio ao dispositivo que lhe permita comunicar em rede.

1 – Definir o tipo de dispositivo conversor. No caso deste projeto utilizou-se um conversor Circutor TCP 1RS+, como já referido.



Figura 19 - Escolha de dispositivo conversor de rede no software IPSETUP

2 – Definir um endereço IP pertencente à rede onde se instalará o conversor, mas que esteja vago, definir o endereço *Media Access Control* (MAC) do dispositivo em questão (encontrado na etiqueta colada na lateral do próprio), definir a máscara de sub-rede e o endereço IP do Gateway. Neste caso, o endereço IP, a máscara de sub-rede e o endereço gateway foi fornecido pelos responsáveis pelos equipamentos informáticos da Fábrica.

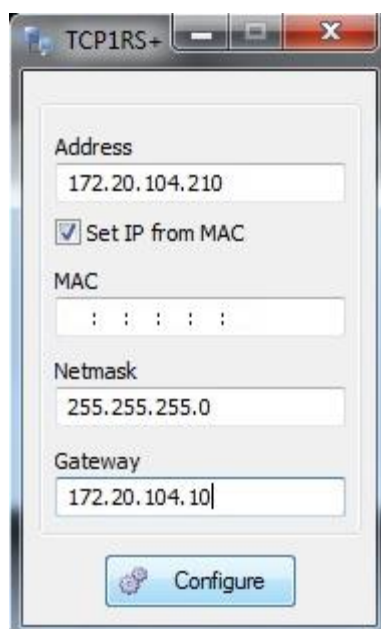


Figura 20 - Configuração para comunicação com o dispositivo no software IPSETUP

3 – Efetuar a configuração do dispositivo conversor. No caso deste conversor, ele irá comunicar no protocolo *Modbus Transmission Control Protocol* (TCP) através da porta 502 a uma *baud rate* de 9 600 (9 600 bits por segundo). A paridade, tal como nos analisadores, deve ser “nenhuma” e o *stop bits* deve ser 1.

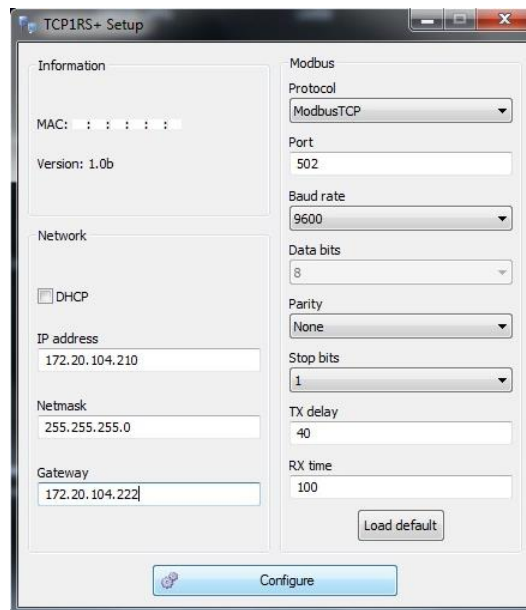


Figura 21 - Configuração das comunicações com o dispositivo no software IPSETUP

No caso dos analisadores de rede da marca *Circuitor*, os mesmos tiveram de ser configurados no que respeita às suas definições de comunicação. Tiveram que ser atribuídos identificações a todos os analisadores (tanto os já existentes, como os novos a acrescentar) de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 15 - Número de identidade configurado nos dispositivos analisadores e centralizadores

Equipamento	ID
Analisador de energia – TR1	1
Analisador de energia – TR2	2
Analisador de energia – TR3	3
Analisador de energia – Quadro A	4
Analisador de energia – Quadro B	5
Analisador de energia – Quadro J	6
Analisador de energia – Quadro K	7
Analisador de energia – Quadro M	8
Analisador de energia – Quadro T	9
Analisador de energia – Quadro G	10
Analisador de energia – Quadro R	11
Analisador de energia – Quadro Q	12
Analisador de energia – Quadro S	13
Analisador de energia – Quadro I	14
Centralizador de impulsos - Central Ar Comprimido	15
Centralizador de impulsos - Central Térmica	16

Para se proceder à sua configuração estes dispositivos tiveram que ser instalados e ligados à rede elétrica. A configuração é efetuada através de menus nos próprios dispositivos e as configurações necessárias neste ponto são a atribuição do valor de *Identity* (ID) correto ao equipamento e a seleção da velocidade *baud rate* correta (9600 bps).

Por fim, para se efetuar a configuração do centralizador de impulsos é necessário ligar o mesmo à rede elétrica e a um computador, já que a configuração da comunicação do mesmo é realizada através de um comando *Modbus RTU*. O software utilizado para efetuar esta configuração foi o *QModeMaster*. Este software permite ler endereços *Modbus* e escrever valores no mesmo. Com uma rápida leitura no manual do equipamento

centralizador de impulsos (*Circutor* LM4I/4O-M) verificou-se que para fornecer o ID correto ao equipamento, é necessário escrever o respetivo valor de ID em hexadecimal no endereço 3000 do equipamento (sendo que o ID 1 corresponde a 0001 e o ID máximo 255 corresponde a 00FF).

Como neste caso foi necessário configurar o ID 15 e 16 para o centralizador da central de ar comprimido e da central térmica, respetivamente, foi necessário proceder à respetiva conversão em hexadecimal.

No caso do ID 15, corresponde a F. No caso do ID 16:

- dividiu-se por 16

$$\frac{16}{16} = 1$$

- arredondou-se para o número inteiro igual ou inferior

$$1$$

- subtraiu-se o primeiro resultado pelo arredondamento e multiplicou-se por 16

$$(1 - 1) \times 16 = 0 \times 16 = 0$$

- dividiu-se o primeiro resultado de novo por 16

$$\frac{1}{16} = 0,0625$$

- arredondou-se para o número inteiro igual ou inferior

$$0$$

- subtraiu-se o primeiro resultado pelo arredondamento e multiplicou-se por 16

$$(0,0625 - 0) \times 16 = 0,0625 \times 16 = 1$$

Como o número inteiro já é igual a 0, então chegou-se ao fim. O número hexadecimal é então igual a 10.

Com comunicação efetuada entre centralizador de impulsos e *QModeMaster* efetua-se a leitura do valor no endereço 3000 e escreve-se o ID desejado (F para o ID 15 no centralizador da central de ar comprimido e 10 para o ID 16 no centralizador da central térmica).

Com os dispositivos configurados e interligados adicionaram-se os mesmos à lista de dispositivos do SCADA.

Foi neste ponto que foi iniciado o software *PowerStudio Scada Editor*, para desenvolvimento da interface do SGE. Logo no arranque do software, surge uma janela que permite adicionar um novo dispositivo à lista.

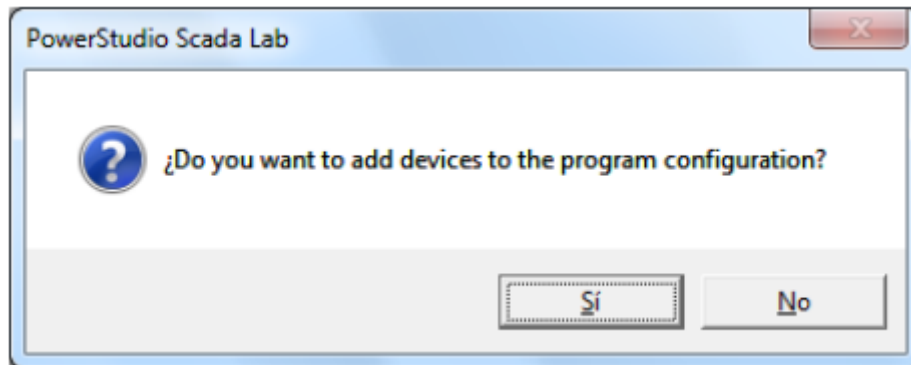


Figura 22 - Janela de adição de dispositivos no software PowerStudio Scada Editor

Tendo em conta que se estava a iniciar o desenvolvimento do SCADA, adicionaram-se todos os dispositivos necessários. Os mesmos englobavam:

- conversor TCPIRS-Plus (já configurado anteriormente);
- 5 analisadores de energia CVM-MINI;
- 2 centralizadores de impulsos LM-4.

Ficaram em falta os analisadores de energia já pertencentes à instalação uma vez que, como eram de marca e modelo diferente, não poderiam ser adicionados ao Editor de maneira convencional (referida).

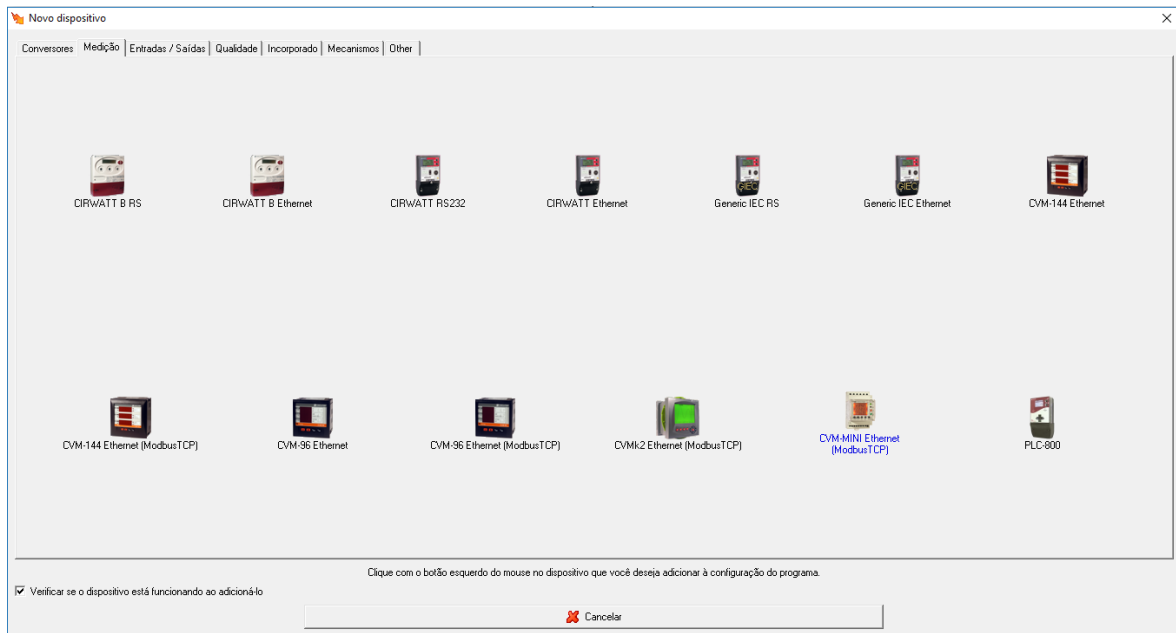


Figura 23 - Escolha do dispositivo a adicionar no software PowerStudio Scada Editor

Com os dispositivos adicionados no *PowerStudio Scada Editor* avançou-se para o desenvolvimento da interface gráfica.

3.1.5. DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE GRÁFICA

Relativamente à elaboração da interface gráfica, os *layouts* foram todos criados através de software de criação e edição de apresentações.

Foi utilizada como página “*Home*” um tema genérico da empresa utilizado em projetos anteriores. A tela “*Home*” e a tela “*Início/Dashboard*” encontram-se representadas de seguida.

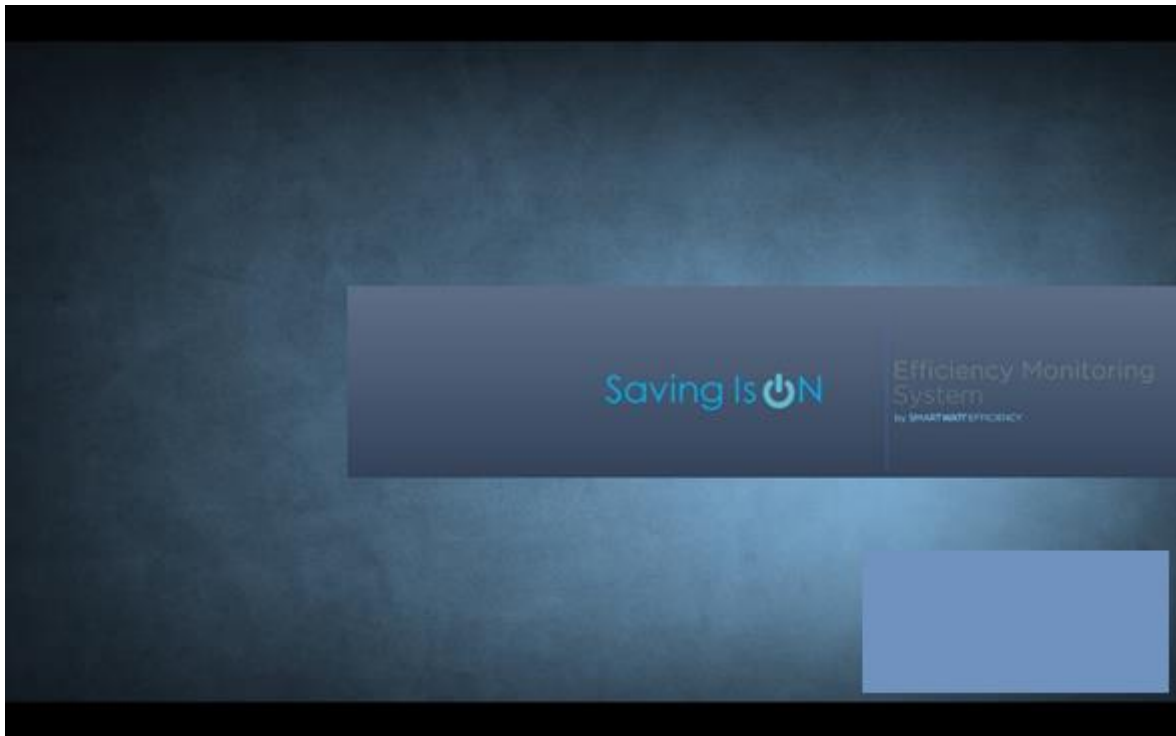


Figura 24 - Tela "Home" do Sistema de Gestão de Energia



Figura 25 - Tela "Dashboard" do Sistema de Gestão de Energia

Como é possível verificar, a tela “Início/Dashboard” visa fornecer o acesso aos diferentes layouts deste SGE (tais como “Indicadores”, “Fluxos”, “Relatórios” e “Configurações”), bem como mostrar num relance os valores dos principais indicadores deste sistema.

Quanto às telas restantes, foram elaboradas tendo em conta a especificidade do sistema requerido. Foi tida atenção a este aspeto, uma vez que a interface gráfica tem o poder de conquistar os clientes se bem apresentada e apelativa.

Foi necessário proceder à criação das seguintes telas (para além das duas já enunciadas):

- indicadores;
- fluxo de energia elétrica;
- fluxo de ar comprimido;
- fluxo de gás natural e de água da central térmica;
- acesso a relatórios;
- configuração de variáveis.

A tela “Indicadores” irá debruçar-se sobre a apresentação dos valores de energia elétrica (kWh), ar comprimido (m³), gás natural (m³) e de água (m³) consumidos no mês e no ano em vigor. Para além de apresentar estes valores, faz também uma comparação com os

mesmos relativos ao período anterior. Apresentará também valores de CO₂ (t) emitido no ano em questão, relativamente ao consumo de energia elétrica e de gás natural.

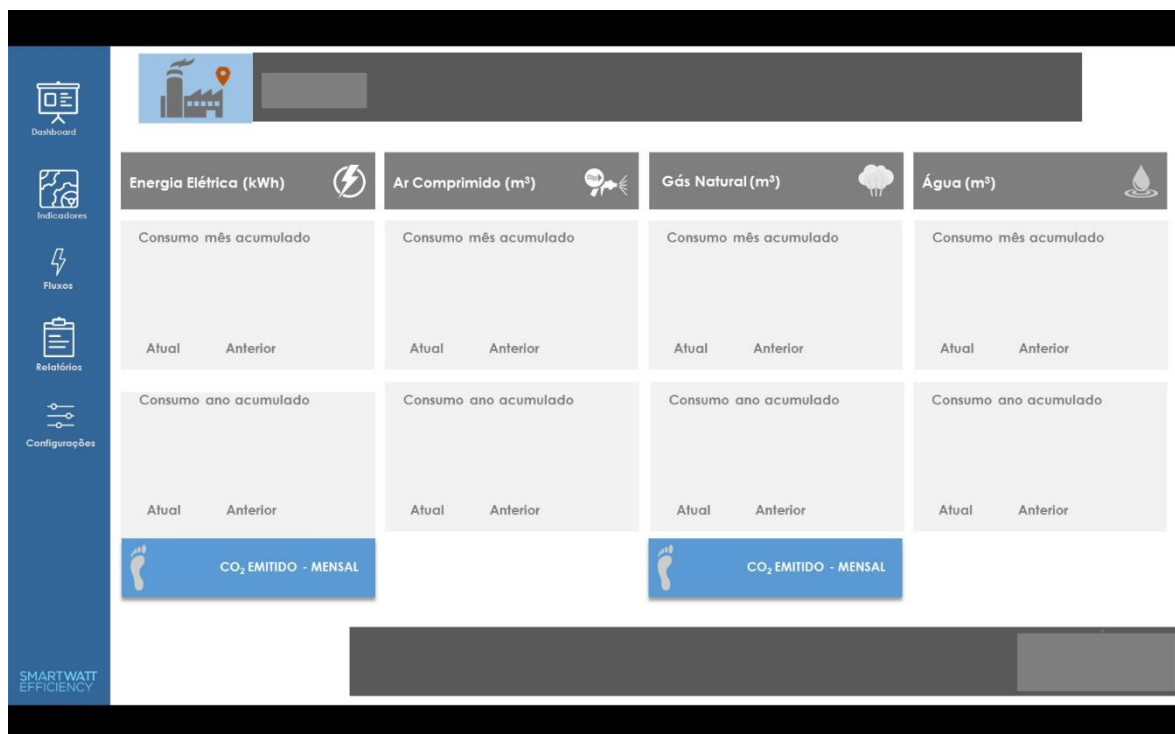


Figura 26 - Tela "Indicadores" do Sistema de Gestão de Energia

A tela “Fluxo de energia elétrica” visa apresentar o diagrama de quadros da instalação elétrica da Fábrica, que serão monitorizados, com os respectivos valores de potência instantânea (kW) utilizada em cada um.

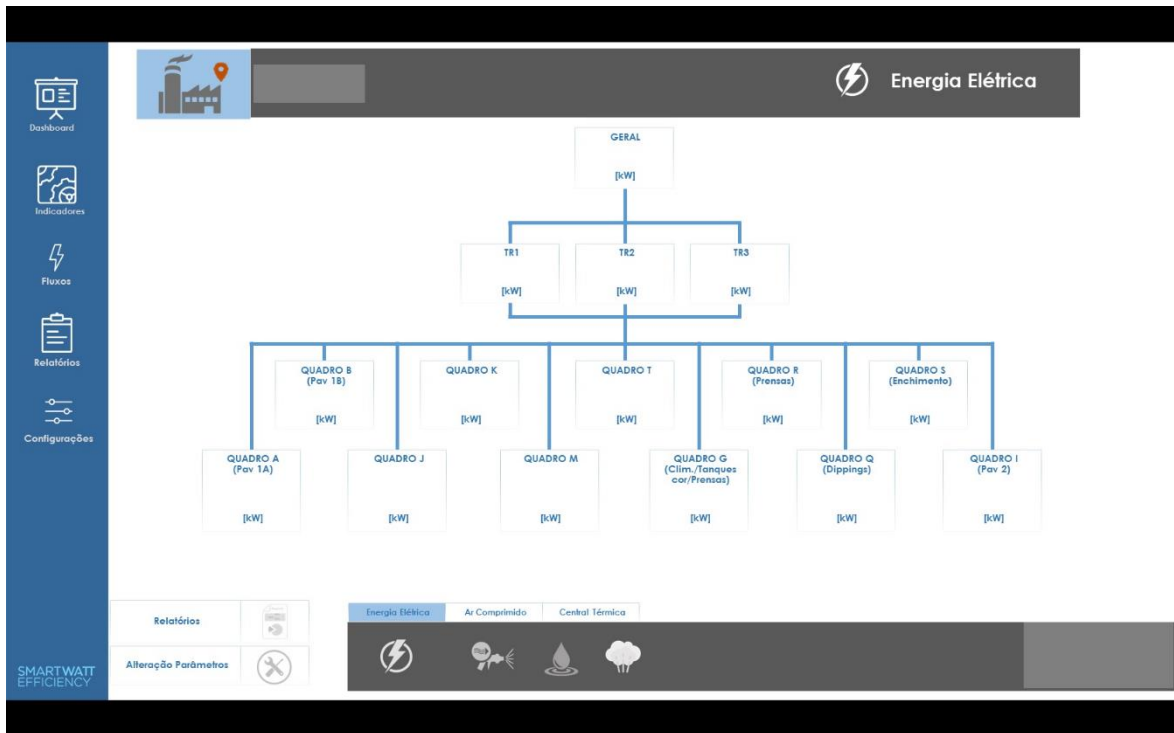


Figura 27 - Tela "Fluxo de Energia Elétrica" do Sistema de Gestão de Energia

A tela “Fluxo de ar comprimido” foi implementada com o objetivo de indicar os valores do consumo instantâneo de ar comprimido (m^3/hora), bem como o consumo acumulado mensal e anual (m^3).

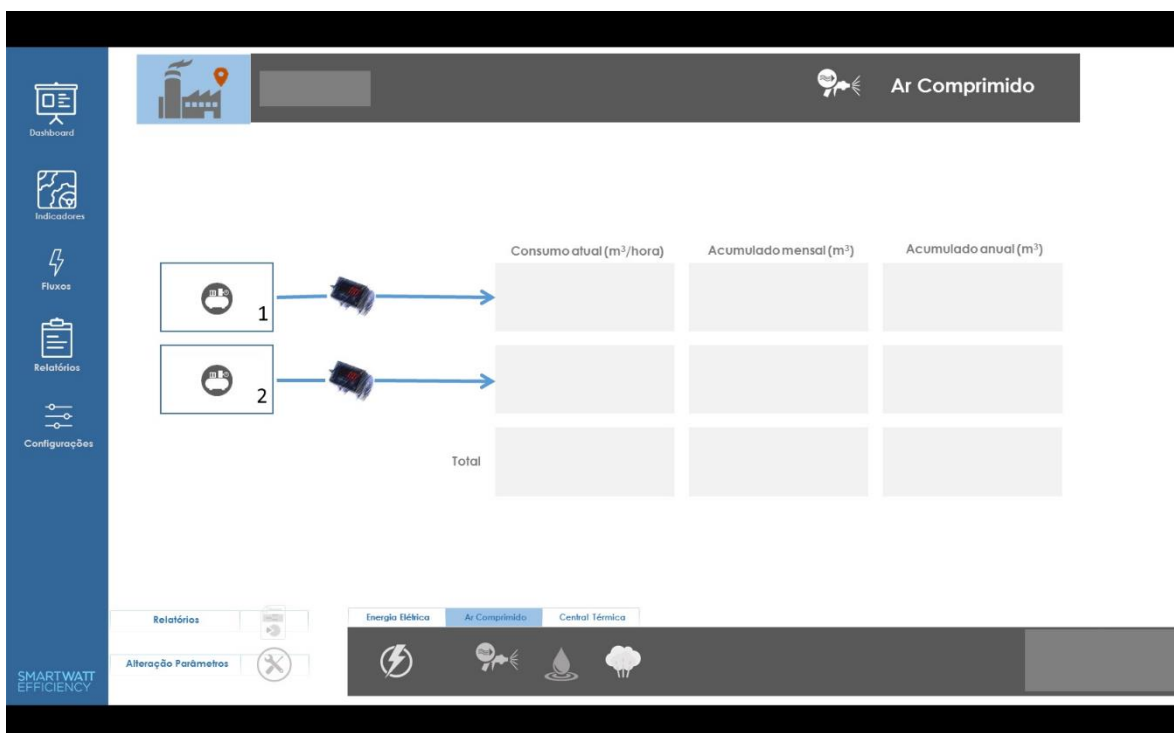


Figura 28 - Tela "Fluxo de Ar Comprimido" do Sistema de Gestão de Energia

A tela “Fluxo de gás natural e de água da central térmica” foi elaborada de modo a apresentar os vários consumos afetos à central térmica existente na Fábrica. Esta apresenta os valores de consumo instantâneo de água (m³/hora), acumulado mensal e anual (m³) da caldeira 1, caldeira 2 e *Make-up*, bem como o consumo de gás natural global consumido pelas duas caldeiras (m³).

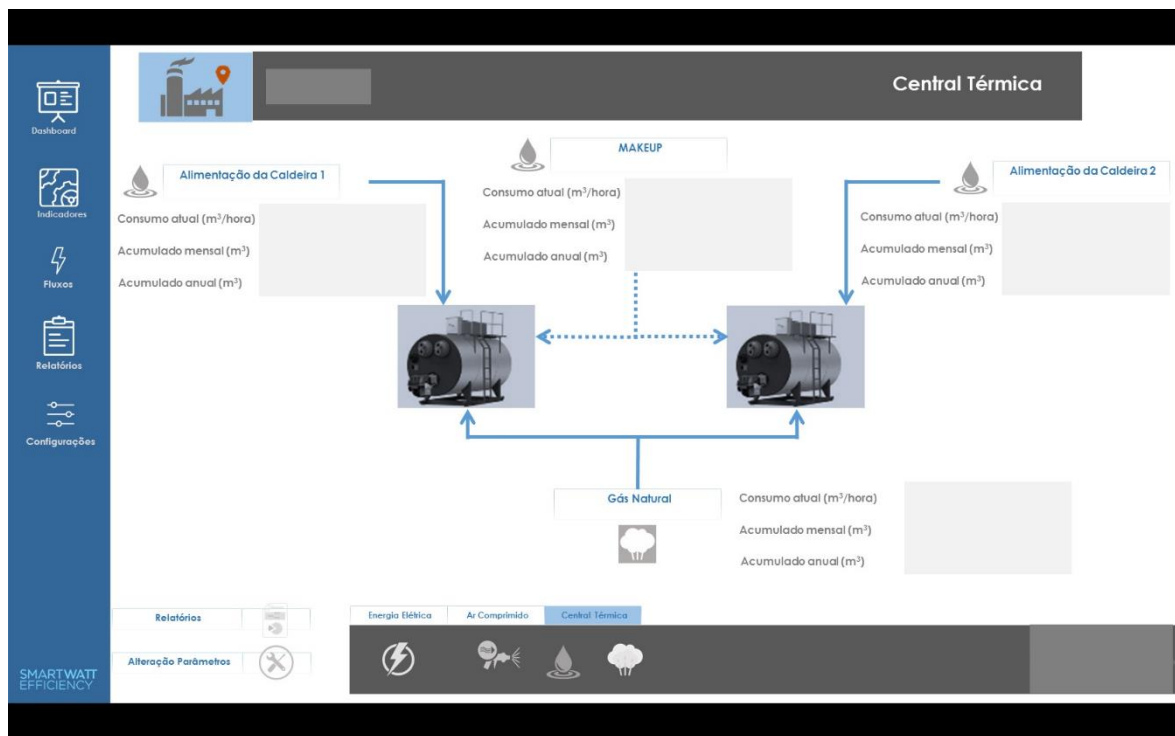


Figura 29 - Tela "Fluxo de Gás Natural" do Sistema de Gestão de Energia

A tela “Acesso a relatórios” tem como objetivo fornecer hiperligações aos diversos relatórios desenvolvidos neste trabalho e passíveis de serem elaborados pelo SGE. Nestes estão incluídos relatórios de Consumos e Custos de Energia, de Consumos Específicos, de Comparação de Consumos e Simulação de Fatura Elétrica.

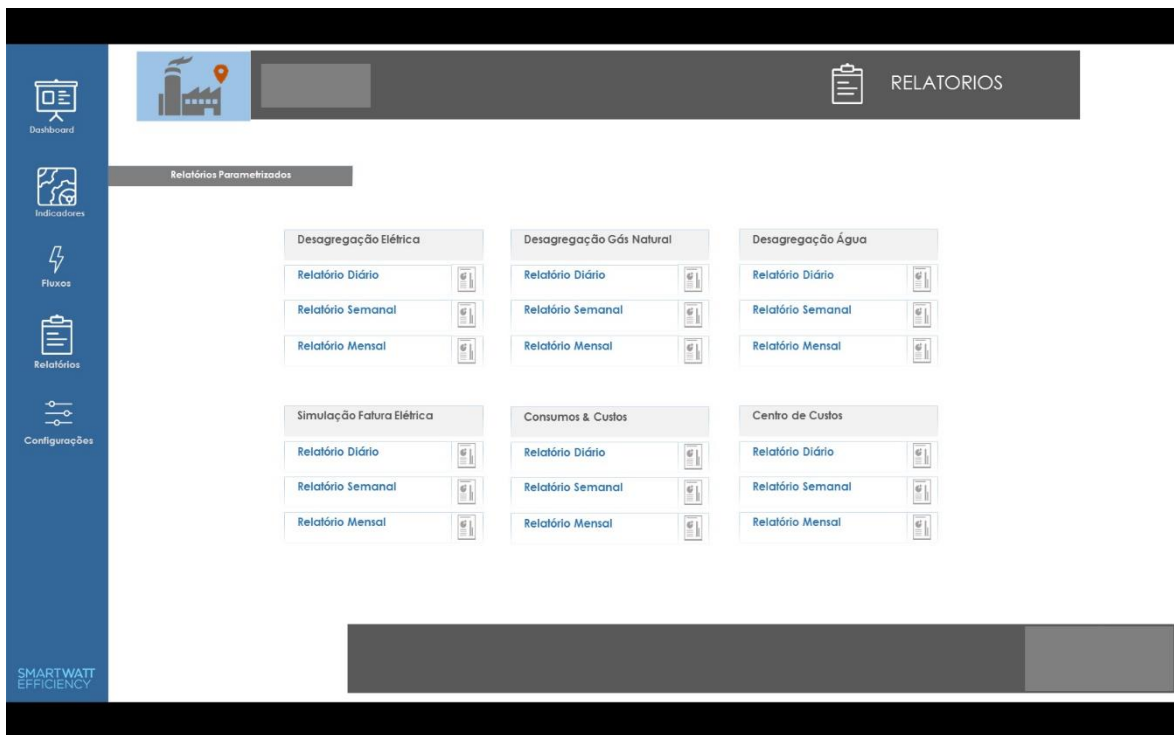


Figura 30 - Tela "Relatórios" do Sistema de Gestão de Energia

Por último, a tela “Configuração de Variáveis” tem como objetivo permitir a alteração de custos relativos ao tarifário elétrico da Fábrica.

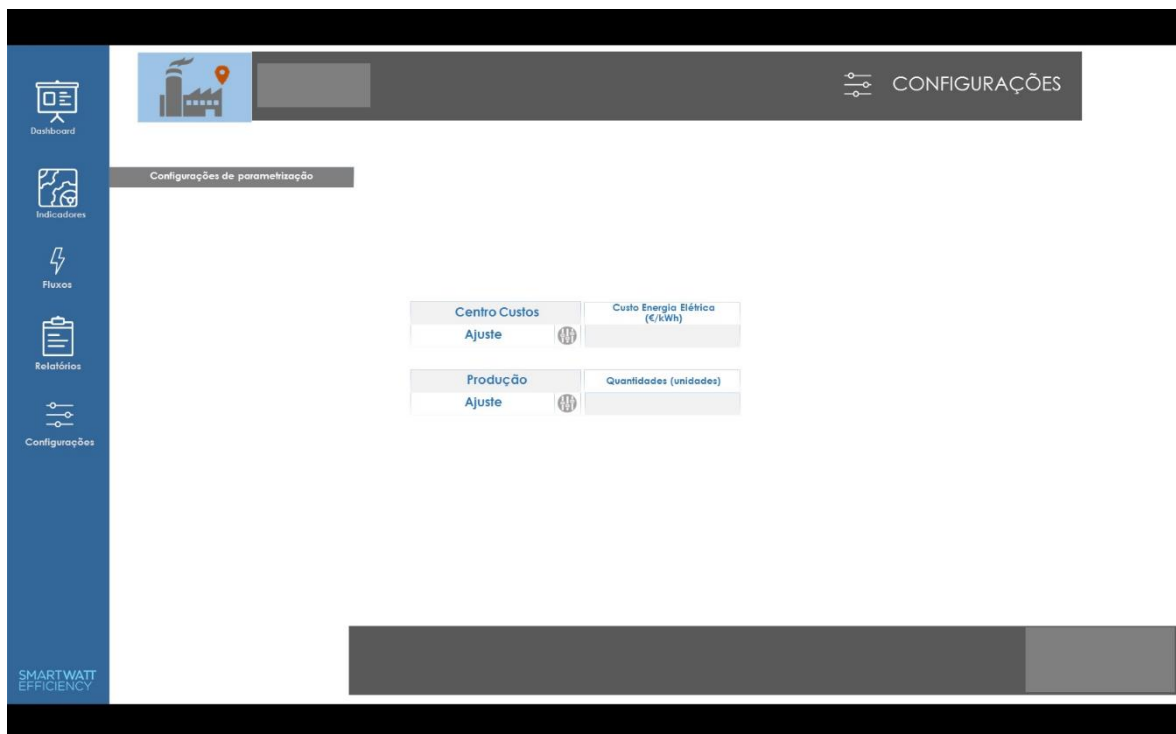


Figura 31 - Tela "Configuração de Variáveis" do Sistema de Gestão de Energia

As várias telas já apresentadas apresentam várias hiperligações entre si, como descrito na seguinte tabela:

Tabela 16 - Interligação entre telas

Tela	Destino de hiperligações
<i>Home</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Início/Dashboard</i>
<i>Início/Dashboard</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores • Fluxos • Relatórios • Configurações
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Início/Dashboard</i> • Fluxos • Relatórios • Configurações
Fluxo de Energia Elétrica Fluxo de Ar Comprimido Fluxo de Gás Natural e de Água da Central Térmica	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Início/Dashboard</i> • Indicadores • Relatórios • Configurações • (Alternância entre fluxo de energia elétrica, ar comprimido ou gás natural)
Acesso a relatórios	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Início/Dashboard</i> • Indicadores • Fluxos • Configurações • (Acesso a vários formatos de relatórios)
Configuração de variáveis	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Início/Dashboard</i> • Indicadores • Fluxos • Relatórios • Ajuste do Centro de Custos • Ajuste de valores da Produção

3.1.6. VARIÁVEIS CALCULADAS

No desenvolvimento deste SGE foi necessário proceder à criação de diversas variáveis calculadas. As variáveis calculadas são memórias que armazenam valores e são úteis em situações em que é necessário obter resultados de uma operação entre variáveis de diferentes dispositivos.

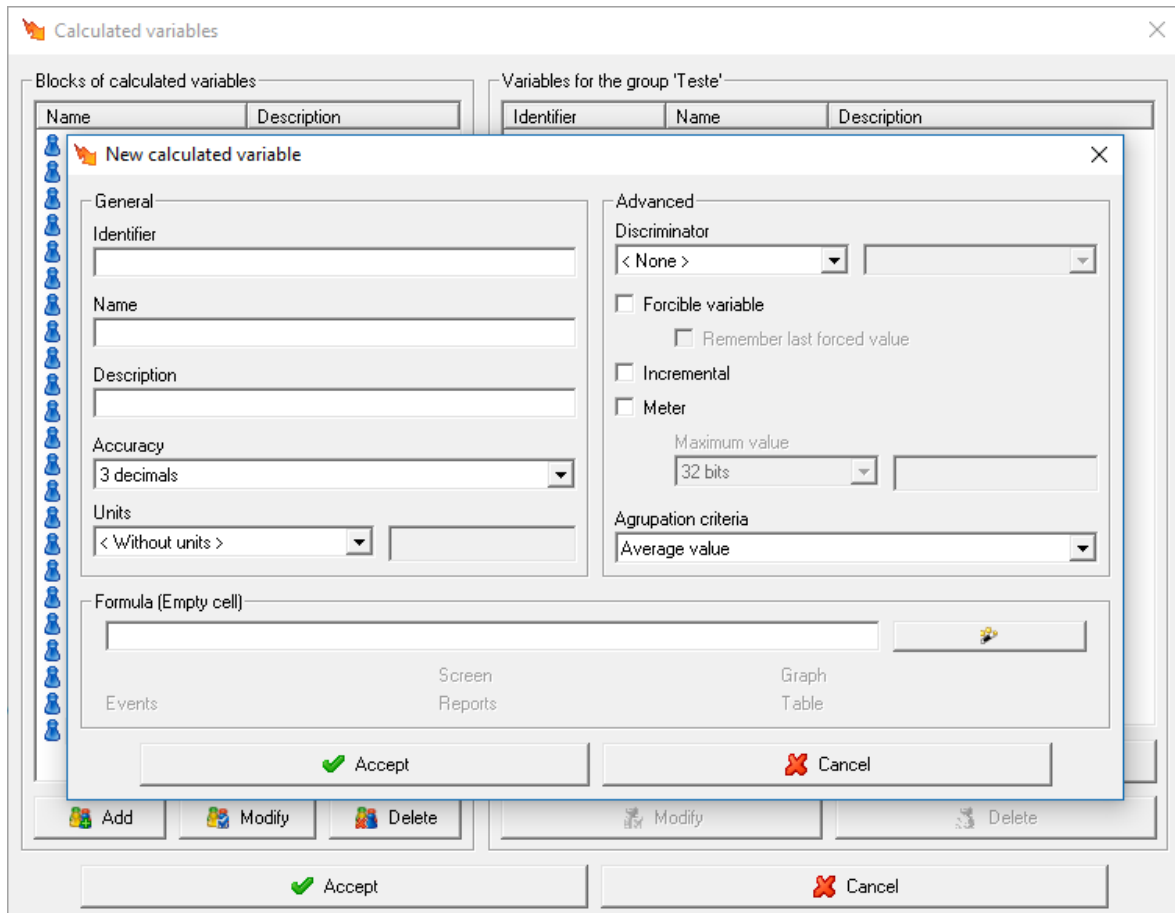


Figura 32 - Criação de variáveis calculadas do software

Na janela de criação de variáveis, destacam-se as seguintes opções:

- **Identifier:** Permite a utilização de cada variável calculada em expressões e condições;
- **Name:** Nome da variável, utilizada para identificação das mesmas;
- **Description:** Permite inserir uma breve descrição das variáveis;
- **Accuracy:** Permite seleccionar o número de casas decimais da variável;
- **Units:** Permite seleccionar as unidades referentes à variável calculada;
- **Forcible variable:** Permite forçar o valor da variável no ecrã do SCADA;

- **Remember last forced value:** Permite relembrar o último valor da variável forçada, em caso de reinício de sistema;
- **Incremental:** Permite habilitar ou desativar o cálculo incremental da variável;
- **Formula:** Campo que serve para inserir a fórmula de determinação do valor da variável forçada;
- **Agrupation criteria:** Permite escolher o tipo de agrupamento a ser realizado. Pode ser selecionado:
 - **Maximum value:** O valor máximo dos últimos valores recebidos num determinado espaço de tempo é o escolhido;
 - **Minimum value:** O valor mínimo dos mesmos últimos valores recebidos é o escolhido;
 - **Average value:** O valor médio dos últimos valores recebidos no espaço de tempo selecionado é o valor a definir na variável calculada;
 - **Last value:** O último valor recebido é o definido;
 - **Sum of the values:** É definido o valor da soma dos últimos valores recebidos no espaço de tempo determinado.

Todos os tipos de variáveis forçadas são codificados no *PowerStudio Scada* para utilização posterior. Com isso, apresentam o seguinte formato:

R\$CALL_group.variable

No caso do desenvolvimento do SGE já referido para instalação na Fábrica, foram elaborados os seguintes grupos de variáveis calculadas apresentados de seguida:



Figura 33 - Grupos de Variáveis Calculadas do SGE

No que se refere ao grupo de “Apoio”, estão incluídas as variáveis de apoio a cálculos. Foram inseridas variáveis referentes à energia ativa, indutiva e capacitiva do Geral.

No grupo de variáveis de “Apoio_Alarmes” estão incluídas variáveis que definem valores máximos de energia ativa total, energia ativa em horas de ponta, cheia, vazio e super vazio e potência máxima para utilização como referência na definição de alarmes de aviso a implementar no futuro.

No grupo de variáveis “*Apoio_Custo*” estará disponível uma variável contínua cuja função será somar a totalidade do valor a pagar pela energia elétrica, segundo o simulador de fatura.

No grupo “*Apoio_S*” está implementado um contador de horas desde a implementação deste SGE.

No grupo “*Consumos*” estão definidas as variáveis calculadas referentes aos consumos anuais e mensais totais de cada um dos pontos de monitorização existentes (em energia elétrica, ar comprimido, total de água e total de gás natural).

Já no grupo “*Consumos_Anteriores*” estão definidas as mesmas variáveis do grupo “*Consumos*”, mas com valores referentes ao período homólogo imediatamente anterior.

No grupo “*Contadores*” estão inseridas variáveis cuja finalidade é efetuar a contagem do total de consumos desde a implementação do sistema.

No grupo “*Custos*” estarão guardadas variáveis calculadas com os valores dos custos discriminados da fatura de energia elétrica.

No grupo “*Fatores de Conversão*” encontram-se variáveis cuja finalidade é conter o valor do fator correspondente à conversão de energia elétrica (kWh) ou de gás natural (m³) em kgep.

No grupo “*Reativa Diária*” encontram-se as variáveis que tem como função armazenar os valores diários de energia reativa consumida. Estes valores serão importantes para elaborar a simulação de fatura energética.

No grupo “*Tarifário*” foram criadas as variáveis relacionadas com a tarifa de energia, para utilização do Relatório de Simulação de Energia Elétrica. Aqui encontram-se variáveis referentes aos custos do kWh nos diferentes períodos (ponta, cheia, vazio e super vazio), energia consumida nesses mesmos períodos, o custo de energia consoante a hora verificada, valores de imposto especial, potência contratada (kW), o preço da potência contratada, o custo da potência em horas de ponta e, finalmente, o preço da energia ativa

em horas de ponta, de cheia, em vazio e em super vazio no semestre I e IV e no semestre II e III.

3.1.7. ANALISADORES DE ENERGIA JÁ INSTALADOS DE OUTRA MARCA

Como já referido anteriormente, existia uma série de analisadores de outra marca e modelo que não eram compatíveis diretamente com o software utilizado para desenvolvimento do SCADA – *Circutor PowerStudio Scada Editor*. Tendo em conta este fator, foi necessário proceder a uma alternativa de comunicação, que permitisse ao SCADA desenvolvido comunicar com os aparelhos em questão.

Para isso, foi necessário proceder a uma inserção no *Editor* dos endereços *Modbus* das variáveis a ler dos analisadores diferentes.

Para isso, começou-se por analisar o equipamento em questão e escolher qual o tipo de valores importantes que valeria a pena importar para o sistema.

Os valores que podem ser lidos do analisador e que são importantes para a análise dos consumos elétricos da Fábrica são os seguintes:

- EA – Energia ativa (kWh) – Variável do tipo “*Sum of the values*”;
- I₁ – Corrente na fase 1 (A) – Variável do tipo “*Last value*”;
- I₂ – Corrente na fase 2 (A) – Variável do tipo “*Last value*”;
- I₃ – Corrente na fase 3 (A) – Variável do tipo “*Last value*”;
- P₁ – Potência na fase 1 (kW) – Variável do tipo “*Last value*”;
- P₂ – Potência na fase 2 (kW) – Variável do tipo “*Last value*”;
- P₃ – Potência na fase 3 (kW) – Variável do tipo “*Last value*”;
- PF – Fator de potência – Variável do tipo “*Last value*”;
- P_{III} – Potência trifásica (kW) – Variável do tipo “*Last value*”;
- V₁₂ – Tensão Composta (V) – Variável do tipo “*Last value*”;
- V_{1N} – Tensão Simples (V) – Variável do tipo “*Last value*”;
- V₂₃ – Tensão Composta (V) – Variável do tipo “*Last value*”;
- V_{2N} – Tensão Simples (V) – Variável do tipo “*Last value*”;
- V₃₁ – Tensão Composta (V) – Variável do tipo “*Last value*”;
- V_{3N} – Tensão Simples (V) – Variável do tipo “*Last value*”.

Com as variáveis calculadas definidas, foi necessário procurar no manual destes analisadores pelos endereços *Modbus* de modo a que fosse possível obter os valores medidos pelos equipamentos no respetivo endereço. Foram identificados os seguintes:

Tabela 17 - Endereço Modbus das leituras do analisador

Valores a importar do analisador	Endereço Modbus
EA – Energia ativa	0053
I ₁ – Corrente na fase 1	0013
I ₂ – Corrente na fase 2	0015
I ₃ – Corrente na fase 3	0017
P ₁ – Potência na fase 1	0019
P ₂ – Potência na fase 2	0021
P ₃ – Potência na fase 3	0023
PF – Fator de potência	0050
P _{III} – Potência trifásica	0041
V ₁₂ – Tensão composta	0007
V _{1N} – Tensão simples	0001
V ₂₃ – Tensão composta	0009
V _{2N} – Tensão simples	0003
V ₃₁ – Tensão composta	0011
V _{3N} – Tensão simples	0005

Com os endereços estas variáveis identificadas, procedeu-se à inserção destes valores no SCADA. No Editor, adicionou-se um dispositivo genérico:

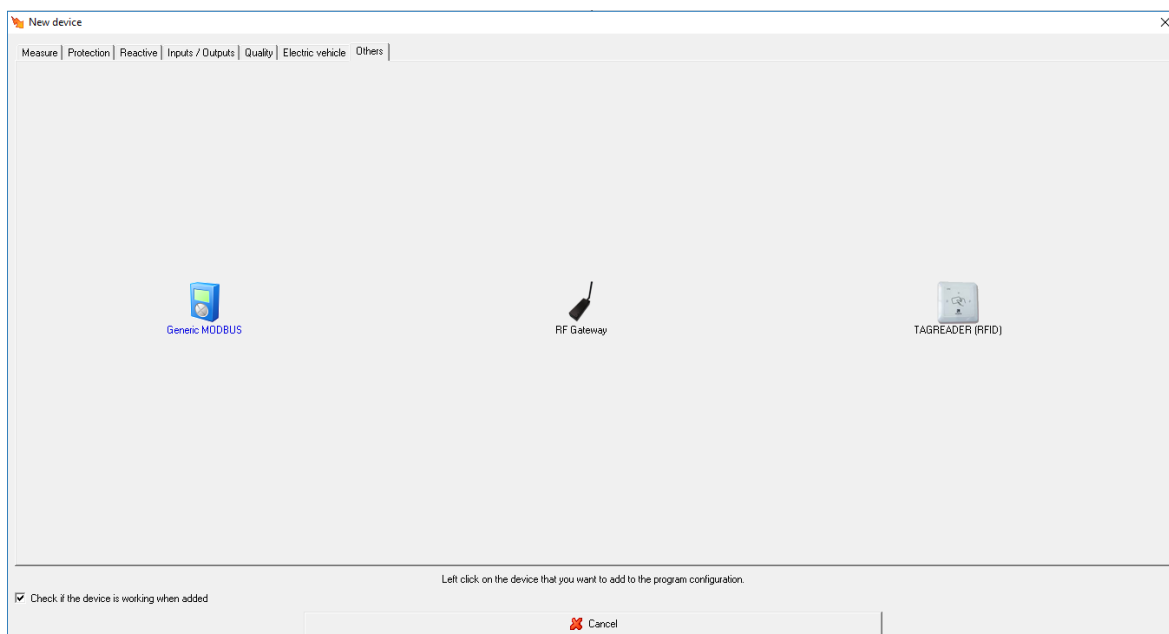


Figura 34 - Adição de dispositivo Genérico

Na janela seguinte, foi solicitado um nome para este equipamento genérico e o respetivo ID. A título de exemplo, deu-se o nome de “Quadro A” e o respetivo ID – 14.

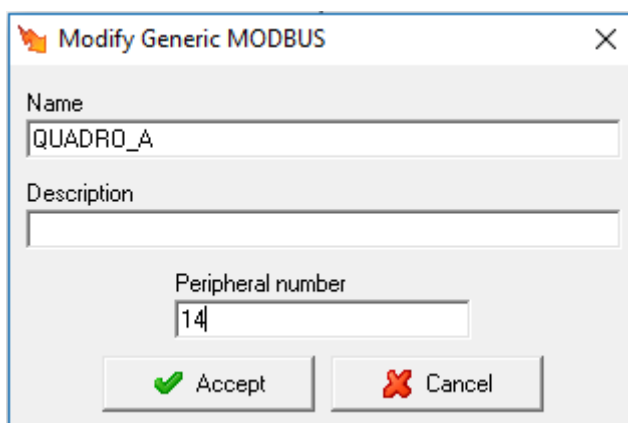


Figura 35 - Atribuição de nome e ID a dispositivo genérico

O passo seguinte consistiu em alterar os parâmetros do dispositivo (em “*Device parameters*”). Numa janela de configuração destes dispositivos genéricos, surge um campo para preenchimento de parâmetros relativos aos endereços dos analisadores *Carlo Gavazzi*.

São solicitadas as seguintes informações relevantes:

- **Identifier:** identificador de variável para utilização em fórmulas posteriores;
- **Name:** nome da variável numérica usada para melhor identificação;
- **Adress:** endereço *Modbus*;
- **Registers:** número de registos que ocupam a variável (visto no manual do analisador em questão);
- **Type:** tipo de variável (leitura, escritura ou ambas);
- **Code reading function:** função de leitura;
- **Format:** formato em que o dispositivo devolve o valor da variável;
- **Decimals:** número de casas decimais;
- **Units:** unidades em que o valor é apresentado;
- **Agrupation criteria:** Permite escolher o tipo de agrupamento a ser realizado. Pode ser selecionado:
 - **Maximum value:** O valor máximo dos últimos valores recebidos num determinado espaço de tempo é o escolhido;
 - **Minimum value:** O valor mínimo dos mesmos últimos valores recebidos é o escolhido;
 - **Average value:** O valor médio dos últimos valores recebidos no espaço de tempo selecionado é o valor a definir na variável calculada;
 - **Last value:** O último valor recebido é o definido;
 - **Sum of the values:** É definido o valor da soma dos últimos valores recebidos no espaço de tempo determinado.
- **Others:** Opção de guardar em ficheiro *log* (*save*) e de ler variável do tipo analógica (4 a 20 mA).

Figura 36 - Configuração dos parâmetros de leitura da energia ativa do novo dispositivo genérico

Com a variável de energia ativa lida no Quadro A, pode utilizar-se a mesma no resto da interface gráfica do SCADA e nos relatórios.

O mesmo procedimento se aplica para todas as outras leituras medidas pelo analisador disponíveis.

3.1.8. DESENVOLVIMENTO DE RELATÓRIOS AUTOMÁTICOS

Uma das soluções requeridas pela Fábrica dizia respeito a relatórios automáticos.

Foram implementados os seguintes relatórios:

- Relatório de Consumos e Custos de Energia;
- Relatório de Consumos Específicos;
- Relatório de Comparação de Consumos;
- Simulação de Fatura Energética;
- Simulação de Fatura de Gás Natural.

Para se proceder à criação dos mesmos foi utilizado o *PowerStudio Scada Editor* de modo a implementar estes relatórios no SGE.

A criação de relatórios começa com a definição do nome do relatório no assistente. Neste ponto são pedidos também o tamanho do relatório pretendido e o tamanho da grelha existente, que pode ser utilizada para manter o relatório com a formatação e um esquema adequado.

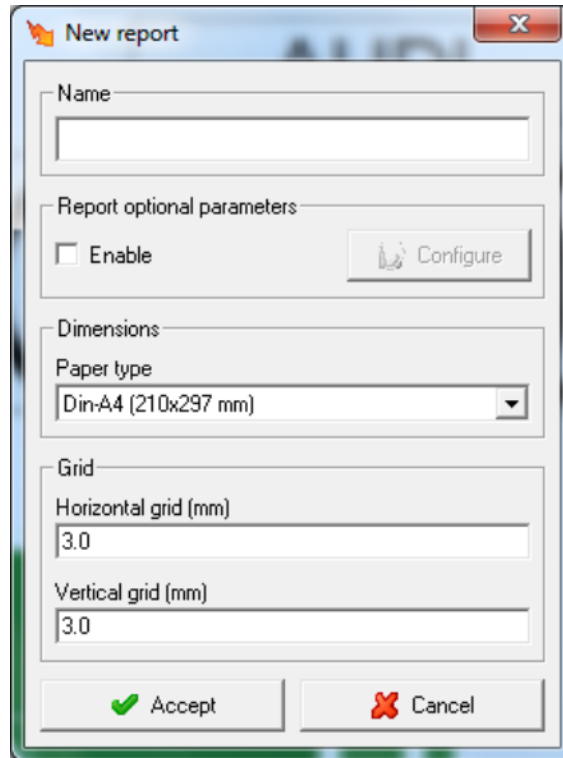


Figura 37 - Assistente de criação de relatórios do software PowerStudio Scada Editor

Com os relatórios nomeados e prontos a serem desenhados, foi construído o layout dos mesmos. Todos eles possuem uma apresentação semelhante, composta pelo logotipo da Fábrica, o tipo de relatório em questão, o vetor energético e outras informações específicas de cada tipo de documento.

O relatório de Consumos e Custos de Energia pretende discriminar o consumo (em kWh e em kgep) e os custos de energia elétrica pelos vários pontos de monitorização já referidos, indicar os valores de gás natural (em m³ e em kgep) consumidos e faturados e os valores de água consumida (em m³). Todos estes valores podem ser obtidos para um período de tempo escolhido, indicando-se para tal a data e hora de início de contagem e a data e hora de fim (figura 38).

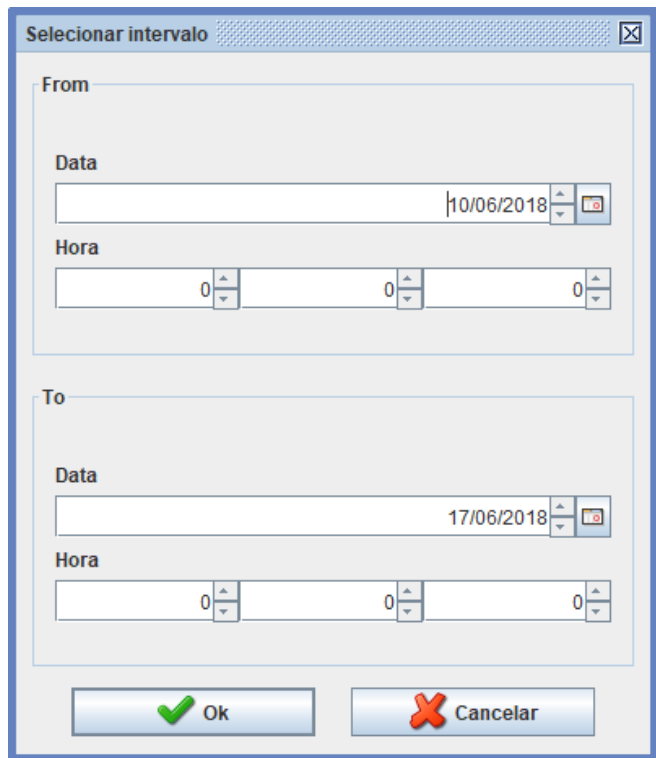


Figura 38 - Seleção de intervalo de valores para consulta

O Relatório de Consumos Específicos pretende ser uma ferramenta útil para a realização de auditorias relativas ao SGCIE. Este tipo de relatório já inclui o consumo de energia dos dois vetores energéticos identificados e apresenta já os valores relativos ao consumo de energia por unidade de produto produzida.

O Relatório de Comparação de Consumos tem o objetivo de apresentar os valores de energia consumida nos diversos vetores energéticos do período atual da consulta e indicar também os valores, do mesmo ponto de monitorização, relativos a períodos anteriores que vão, no caso do relatório elaborado, até 4 semanas anteriores.

O Relatório de Simulação de Fatura Energética visa analisar os consumos de energia nos diversos períodos tarifários existentes (Super Vazio, Vazio, Ponta e Cheia) e, de acordo com o tarifário em questão, efetuar o cálculo final do valor aproximado da fatura energética.

O Relatório de Simulação de Gás Natural tem como objetivo indicar o valor do consumo relativo ao gás natural e simular a fatura relativa a este.

A criação dos layouts consistiu na utilização de várias ferramentas oferecidas pelo editor de relatórios do *PowerStudio Scada Editor* que permitem a inserção de caixas de texto, imagens, datas, condições, gráficos, barras analógicas e funções.

Para a inserção de valores relativos ao consumo de energia elétrica, por exemplo, obtiveram-se esses valores invocando-os diretamente do respectivo analisador, do seguinte modo:

- selecionando-se a ferramenta “*Formula*”;



Figura 39 - Ferramenta "Formula"

- definindo-se o tamanho da caixa onde o valor ficou localizado;

TR 1	$R\$CAL_E_TR1.EA/E_TR1.EA * KGE.EA / R\$CALMT_Semanal.x$
TR 2	$R\$CAL_E_TR2.EA/E_TR2.EA * KGE.EA / R\$CALanal.xdct@Pon$
TR 3	$R\$CAL_E_TR3.EA/E_TR3.EA * KGE.EA / R\$CAL_Semanal.xdct$
Quadro A	$CAL_QUADRO_A.JADRO_A.EA * K_A.EA / R\$CAL.xdct@Ponta:$
Quadro B	$CAL_QUADRO_B.JADRO_B.EA * K_B.EA / R\$CAZIO) + ((([MT_$
Quadro J	$CAL_QUADRO_J.JADRO_J.EA * K_J.EA / R\$C[MT_Semanal$
Quadro K	$CAL_QUADRO_K.JADRO_K.EA * K_K.EA / R\$CSemanal.xdct@$
Quadro M	

Figura 40 - Exemplo de seleção de caixa de apresentação de valores

- utilizando-se depois o assistente de fórmula;

Formula (Empty cell)

 Consider 0 in absence of value

Figura 41 – Localização do assistente de criação de fórmula

- escolhendo-se “Adicionar referência a variável do equipamento”

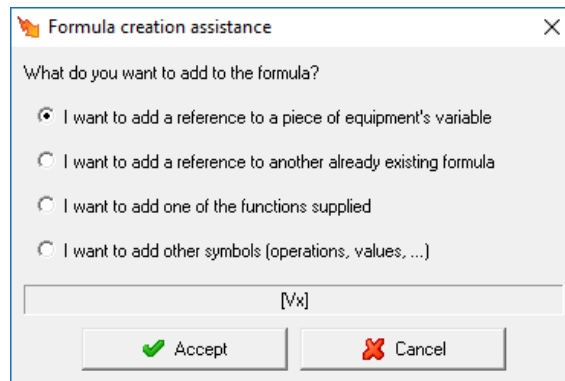


Figura 42 – Assistente de criação de fórmula

- selecionando-se o analisador referente ao respectivo ponto de monitorização;

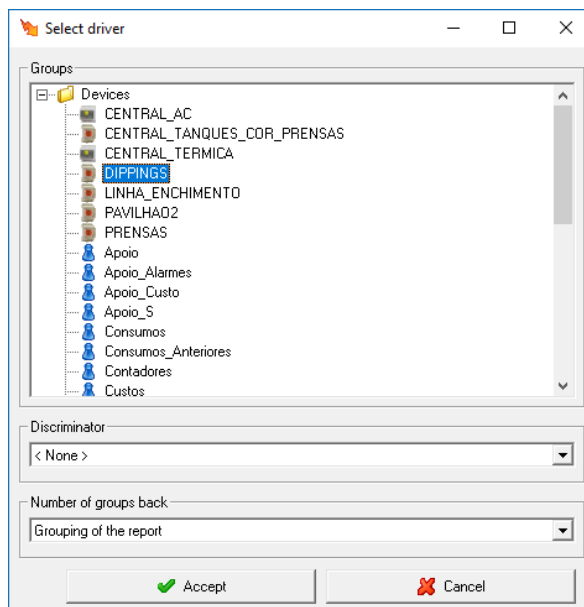


Figura 43 - Seleção de equipamento ou de variável calculada

- e, por fim, escolhendo-se o tipo de valor a ser apresentado – “Energia Ativa”

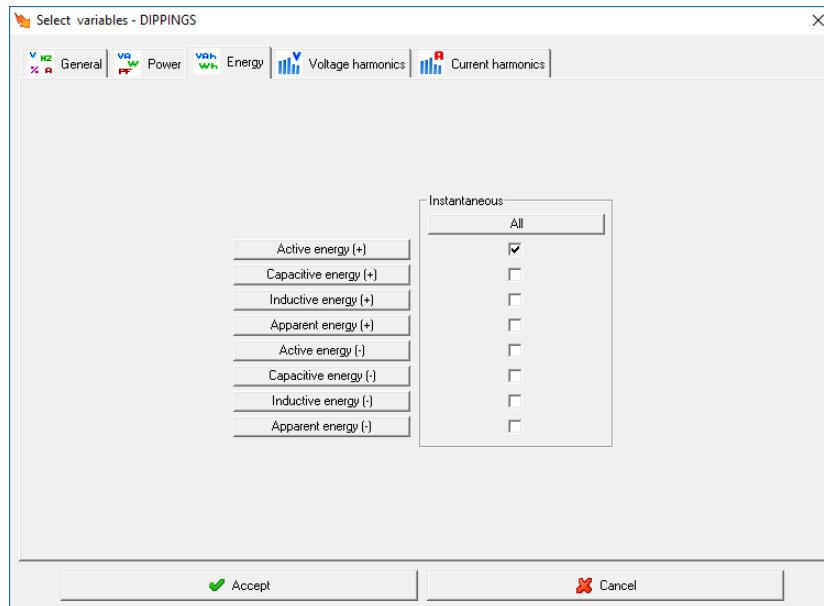


Figura 44 - Seleção de valor a ser invocado

Este processo repete-se na inserção de vários tipos de valores pretendidos.

No caso do Relatório de Comparação de Consumos, foi necessário efetuar um passo extra para que os valores relativos aos consumos de períodos anteriores aparecessem no relatório. Neste caso, na mesma janela representada anteriormente (figura 38) tornou-se necessário selecionar o período antecessor na seleção “*Number of groups back*”.

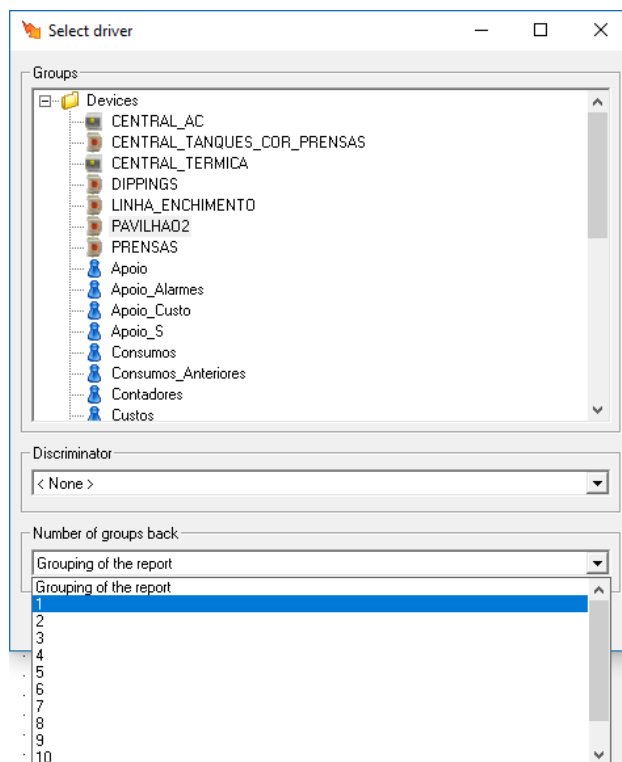


Figura 45 - Escolha de período anterior homólogo para apresentação dos valores

3.1.8.1. FATURAS ENERGÉTICAS

Relativamente às faturas energéticas, estas foram criadas de modo semelhante aos relatórios.

Para criar este tipo de documento começou-se por criar uma página de relatório em tudo igual ao método já descrito. Também o desenho do layout foi desenvolvido de forma a ser semelhante. Nele, ficou desde logo identificada a tarifa energética: Média Tensão, tetra-horária de ciclo semanal.



Fatura de Energia Elétrica da [Redacted]

Tarifa: MT - Ciclo Semanal

Relatório de Custos de: 10/06/2018 00:00:00 até 17/06/2018 00:00:00

Descrição	Energia [kWh]	Unid	Custo [€]
Termos de Energia			
Pontas	0	kWh	-
Cheias	0	kWh	-
Vazio	0	kWh	-
SVazio	0	kWh	-
Total Energia			-
Termos de Redes			
Pontas	0	kWh	-
Cheias	0	kWh	-
Vazio	0	kWh	-
SVazio	0	kWh	-
Total Redes			-
Termos de Potência			
Pot Horas Ponta	-	kW	-
Pot Contratada	1,295	kW	-
Total Termos de Potência			-
Energia Reactiva			
Reac.Consumida			
0,4>tg>0,3	0	kvarh	0,0
0,5>tg>0,4	0	kvarh	0,0
tg>0,5	0	kvarh	0,0
Reac.Fornecida	0	kvarh	0,0
Total Energia Reactiva			0,0
mp.Especial	0	kWh	0,0
Total	0	kWh	-

14/06/2018

Figura 46 - Layout da Simulação da Fatura de Energia Elétrica

Na realização desta simulação foi dado a escolher inicialmente, à semelhança do que já acontecia com o relatório de Consumos e Custos de Energia, período de análise da fatura.

Neste documento foram apresentados os valores em kWh da energia consumida em períodos de ponta, cheia, vazio e super vazio em termos de energia ativa consumida. Na mesma linha, será apresentado o custo relativo a esses consumos de energia.

Tendo em conta que o tarifário é tetra-horário, foi necessário proceder à criação de discriminadores de modo a que a energia ativa consumida fosse dividida por período de consumo.

Na criação de discriminadores tem que se proceder à diferenciação das horas (horas de ponta, cheia, vazio e super vazio) e tipo de dia e fuso horário (dia útil, sábado e domingo em horário de verão ou de inverno).

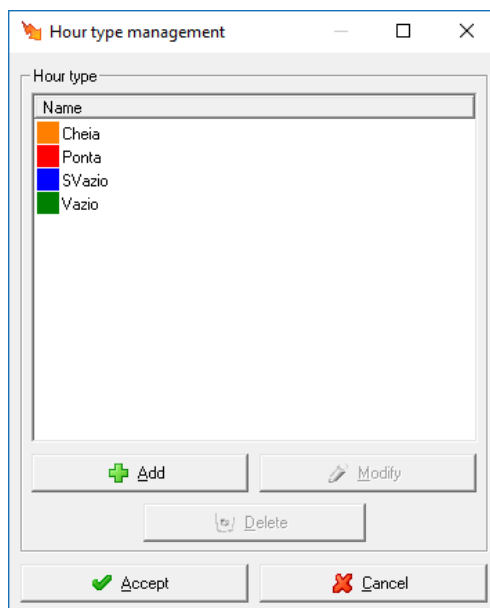


Figura 47 - Assistente de criação de período diário

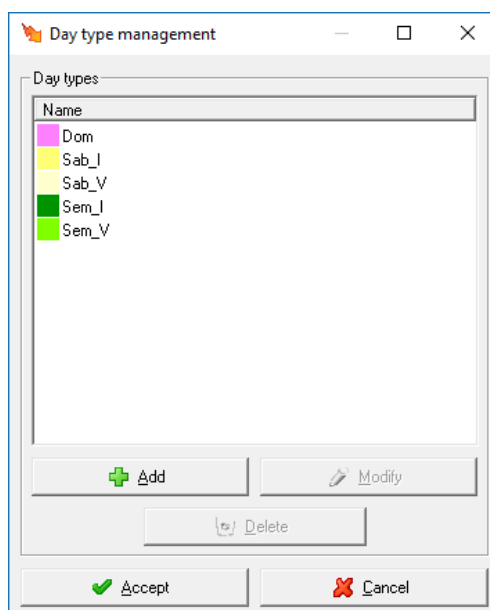


Figura 48 - Assistente de criação de período semanal

Com esta diferenciação realizada, efetua-se o preenchimento de um calendário com vista à identificação do tipo de consumo efetuado nos diversos dias e meses do ano.

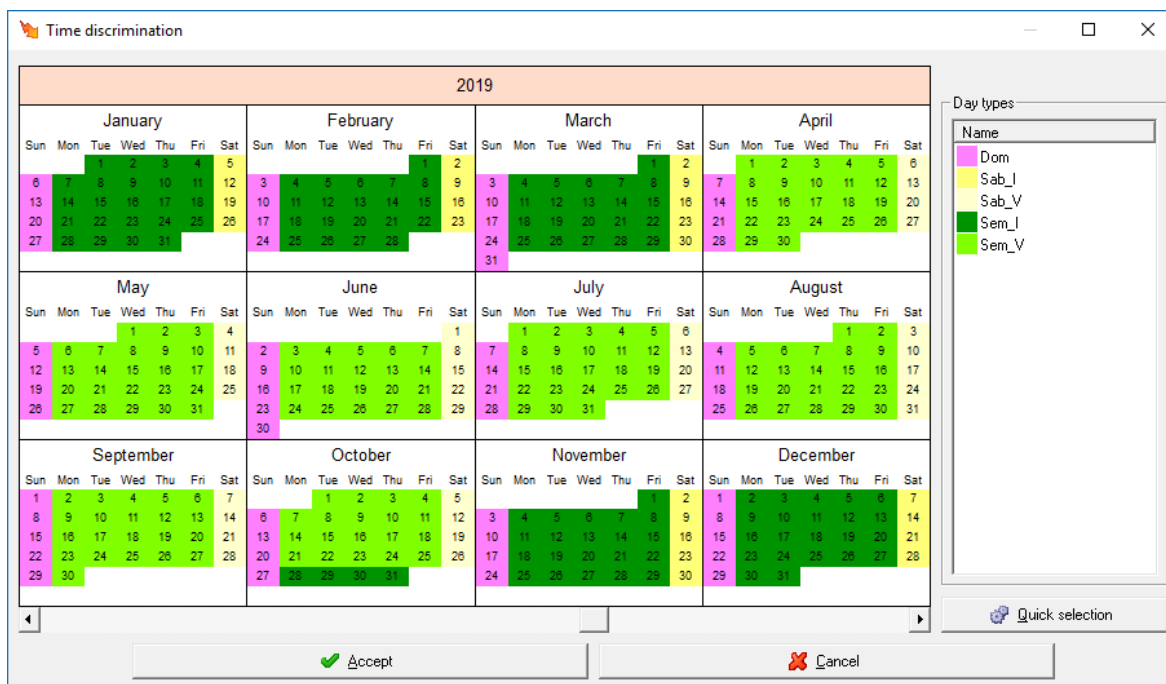


Figura 49 - Assistente de discriminação temporal com planeamento para 2019

O simulador de fatura de energia elétrica dispõe também de campos relativos aos custos com potência utilizada em horas de ponta, potência contratada, energia reativa consumida em todos os escalões e impostos especiais.

3.1.9. PERMISSÕES DE UTILIZADOR

Através do software utilizado para o desenvolvimento deste SGE, é possível implementar contas de utilizador para permitir restringir a atividade e o acesso de pessoas indevidas.

Foi implementada uma conta de utilizador inicial para acesso ao SGE com todas as permissões disponíveis para a empresa. Esta conta de utilizador visa permitir aos colaboradores da *Smartwatt* aceder a todas as telas, dispositivos, relatórios e menus do SGE para verificação pontual do estado de funcionamento do mesmo.

Para implementar essa conta de acesso, no separador “*Setup*”, no *PowerStudio Scada Editor*, entrou-se no menu “*Preferences*”. Em “*User Management*” clicou-se em “*Add user*”.

Neste momento apareceu uma janela, que permite a inscrição de um novo utilizador.

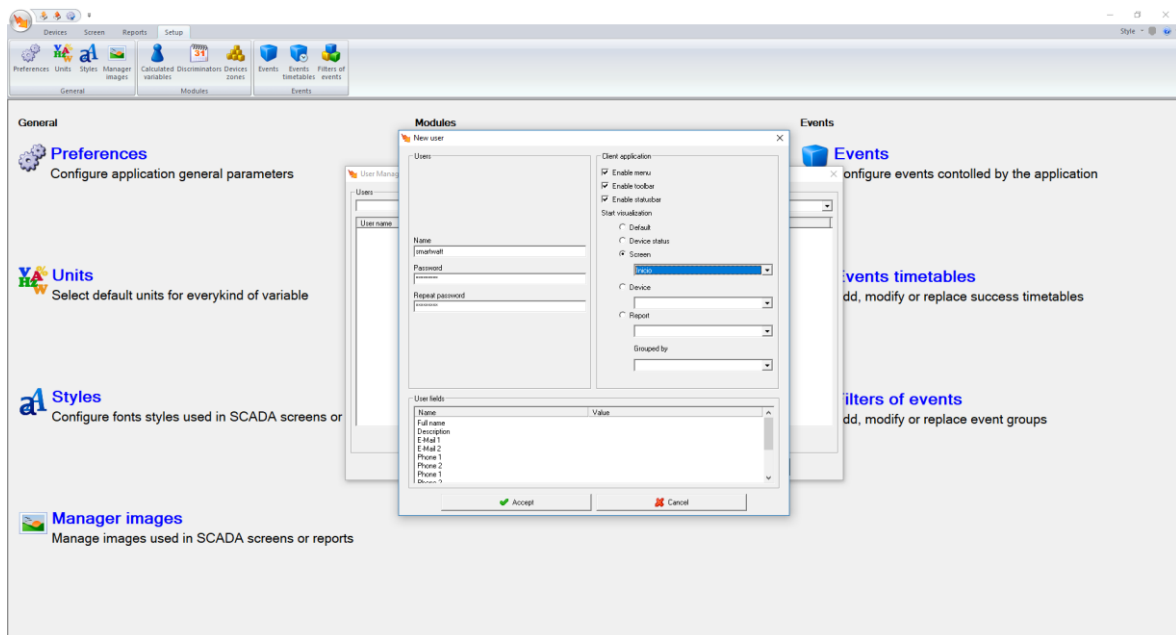


Figura 50 - Inserção de novo utilizador do sistema

Nessa janela foi dado o nome de utilizador “*smartwatt*” e escolheu-se uma password. Foram ativados a visualização de *menus*, *toolbar*, e *statusbar* e definiu-se a tela “Início” como sendo a primeira a aparecer para este utilizador, após *login*.

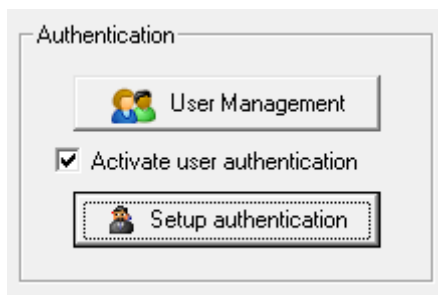


Figura 51 - Ativação da autenticação do utilizador

Após a criação deste novo utilizador, foi criado o grupo a que este pertence.

Nas preferências do software, optou-se por se ativar a necessidade de login no arranque do SGE, através da marcação da opção “*Activate user authentication*”.

Em “*Setup authentication*” foi adicionado o novo perfil de administrador. A este, foi dado o nome de “*Administrator*” e, através da deslocação de várias definições para a janela de “*Allowed*”, deu-se acesso a utilizadores deste tipo de perfil aos vários dispositivos, discriminadores, telas, relatórios e eventos. O perfil de administrador passou a ter acesso, assim, à totalidade do SGE.

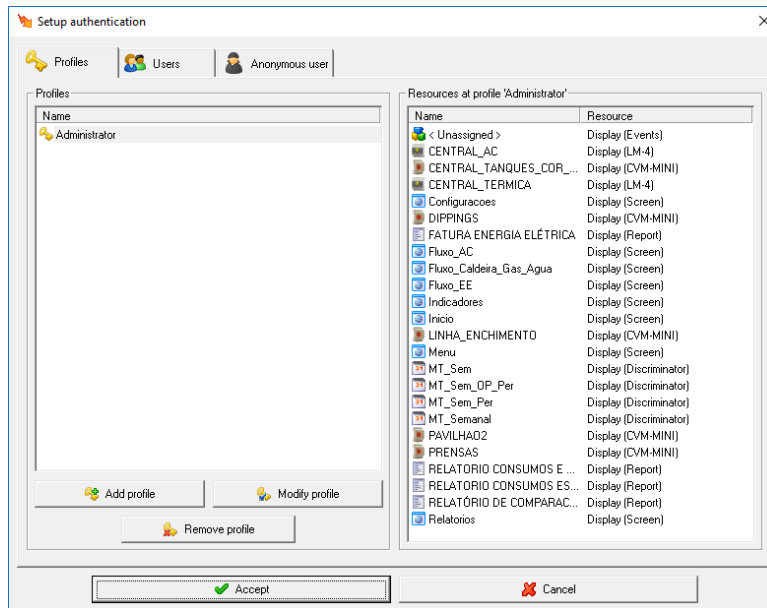


Figura 52 - Fornecimento de autorização total ao perfil "Administrador"

Após o fornecimento de autorização total ao perfil de administrador, ficou a faltar identificar o utilizador criado anteriormente (“*smartwatt*”) como pertencente a este grupo. Para isso, no mesmo separador “*Setup authentication*”, em “*Users*”, adicionou-se este utilizador à lista de “*Users*”. Já na lista de “*User ‘smartwatt’ profiles*” foi adicionado o perfil “*Administrador*”.

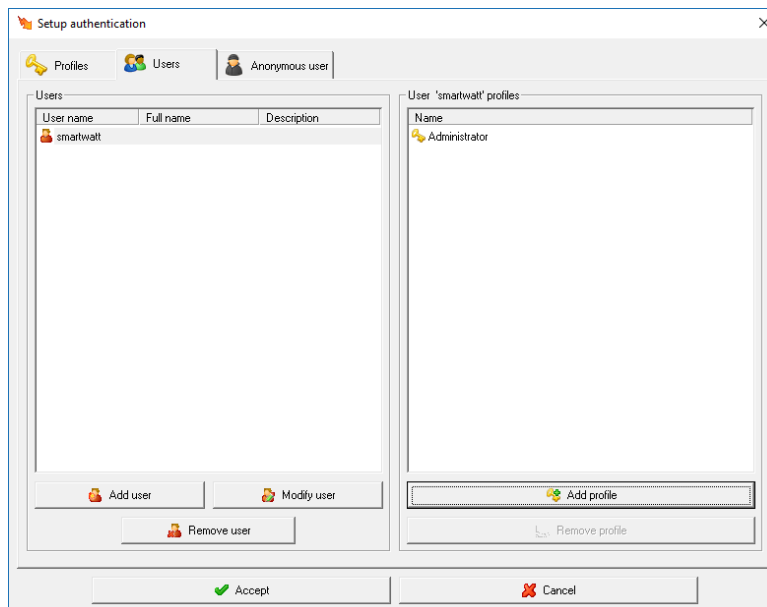


Figura 53 – Associação do perfil “Administrador” ao utilizador “smartwatt”

Com este passo sobre a criação de utilizadores executado, sempre que for necessário aceder ao SGE, só os utilizadores permitidos o poderão fazer uma vez que será pedido nome de utilizador e password aquando do acesso ao sistema.

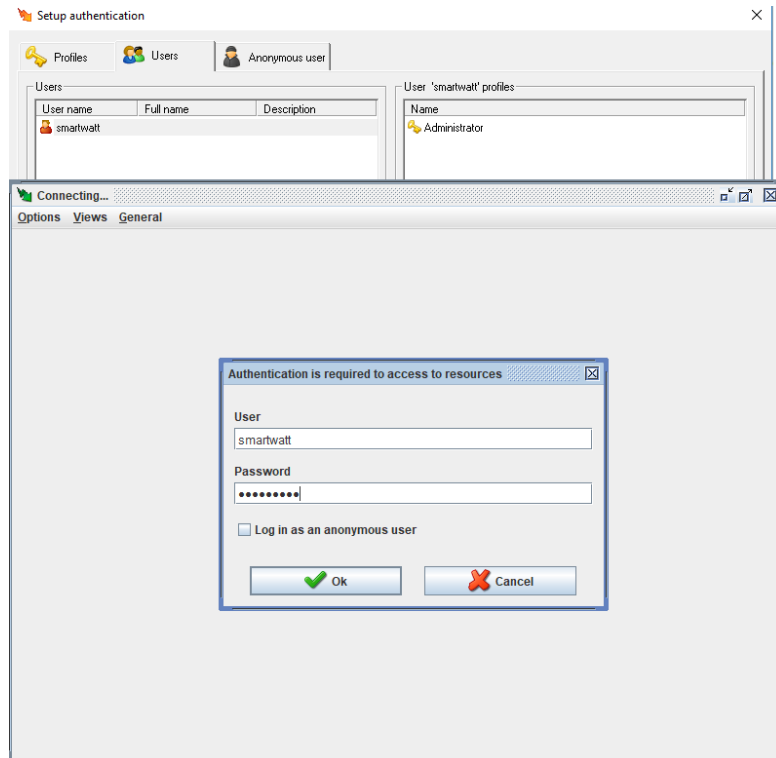


Figura 54 - Janela de 'login' do PowerStudio Scada Client

3.1.10. IMPLEMENTAÇÃO REMOTA DO SISTEMA

Tendo em conta o estado de execução deste SGE, foi necessário colocar o mesmo em funcionamento no sistema informático da Fábrica. Devido a políticas de segurança do grupo empresarial proprietário da indústria em questão, não foi possível ter acesso a uma *Virtual Private Network* (VPN). Contudo, este problema foi contornado através da utilização do software *TeamViewer*.

Este software permitiu aceder remotamente ao sistema informático da Fábrica e implementar o SGE nos computadores da mesma.

Para que pudessemos proceder a esta execução, foi instalado o software *PowerStudio Scada Editor* e o *PowerStudio Scada Client*. Embora o sistema só necessite do *Client* para poder ser utilizado, foi necessário recorrer ao Editor para o poder exportar para o computador afeto a este SGE.

Como tal, acedeu-se através do *TeamViewer* ao computador em questão e procedeu-se à instalação do *PowerStudio Scada (Editor + Client)*.

Com este software instalado copiou-se o conteúdo da pasta afeta ao software da *Circutor*, com o SGE desenvolvido, do computador onde foi realizado para o computador pertencente à Fábrica (o diretório não foi alterado, tendo permanecido como “C:\ProgramData\Circutor\PowerStudio Scada\Editor”).

Com estes ficheiros copiados, abriu-se o *PowerStudio Scada Editor* e procedeu-se à exportação do SGE. Tendo em conta que o SGE seria para ficar instalado no computador em questão, exportou-se para o endereço “localhost” e escolheu-se a porta 80 para o efeito.

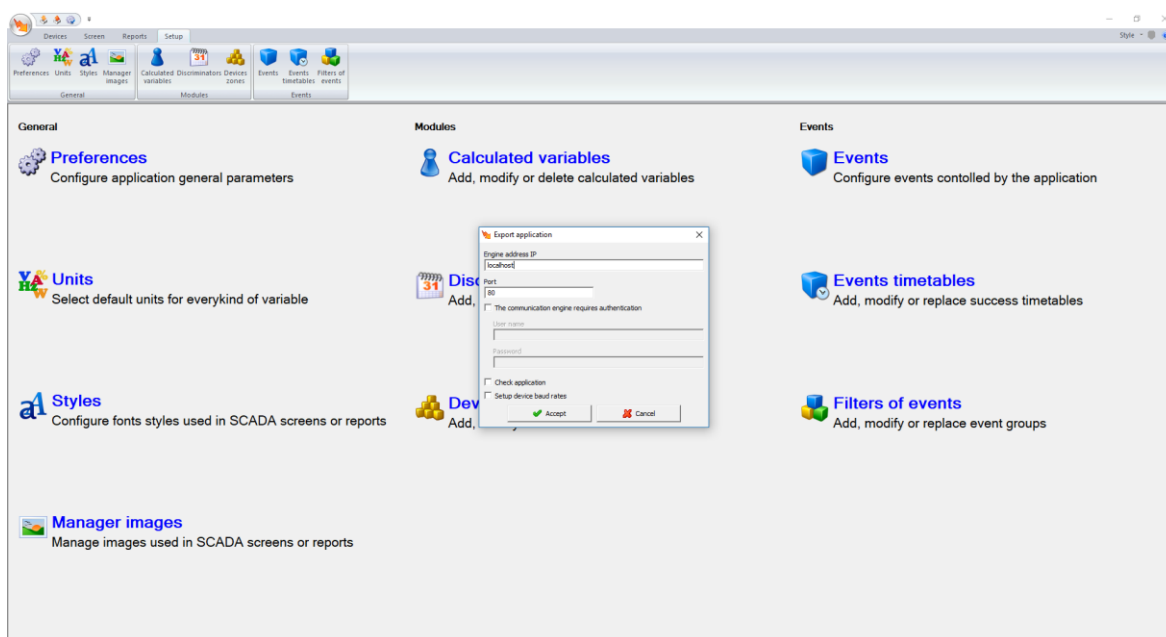


Figura 55 - Exportação do SGE para o computador local

Com o sistema exportado, o mesmo entra em funcionamento sempre que solicitado para consulta, através do software *PowerStudio Scada Client*. Para tal, basta ligar o mesmo e escolher o separador “General” e clicar em “Connect”. Tendo em conta que o sistema foi exportado para o mesmo computador, como endereço TCP/IP deve ser escolhido “localhost” e como porta, deve ser definida 80.

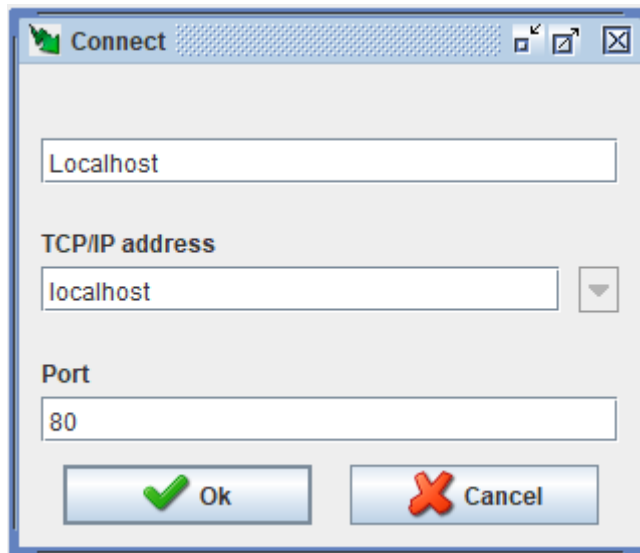


Figura 56 - Endereço e porta para ligação

Com isto, o sistema arranca e a tela “Home” é exibida. Clicando na mesma, é possível aceder aos diversos ecrãs do SGE estando o mesmo já em funcionamento total.

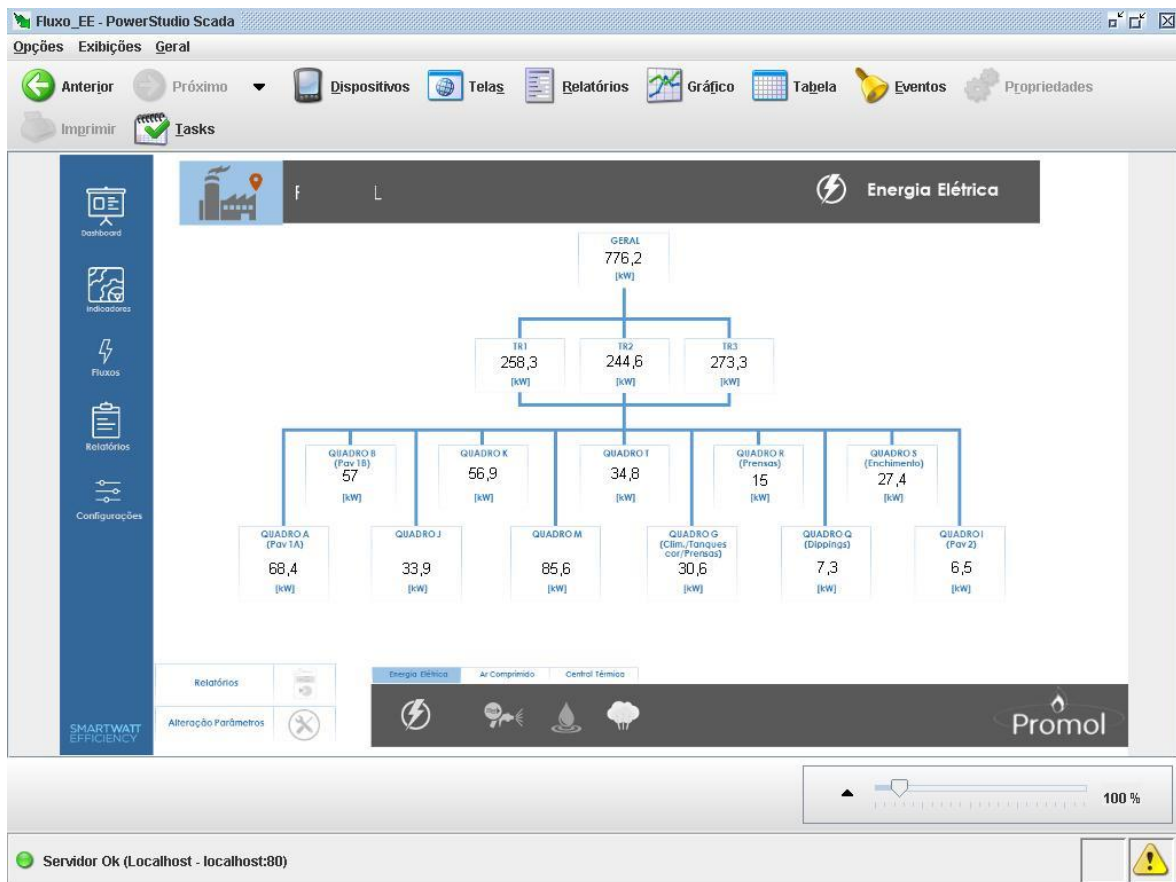


Figura 57 - Ecrã "Fluxo de Energia Elétrica"

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

4.1. CONCLUSÕES

Nesta dissertação teve-se o objetivo de analisar a legislação afeta aos consumidores intensivos de energia, analisar os vários indicadores de desempenho e monitorizar e adotar sistemas de monitorização digitais de consumos. Neste capítulo final é realizada uma síntese final sobre as principais conclusões tiradas durante o processo de elaboração deste documento.

Destaca-se desde logo a evolução do antigo Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o atual Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia. Neste sistema é mais evidente a preocupação com os indicadores energéticos (energia utilizada em função dos valores de produção) e com os consumos energéticos globais. Com o objetivo de incentivar à redução dos consumos sem, com isso, prejudicar a atividade da empresa, foram definidos dois indicadores pelos quais qualquer indústria, independentemente do tipo, se deve guiar: o consumo específico (tep/produção) e a intensidade carbónica (ton_{co2}/produção). Contudo, há ainda uma outra versão de indicador energético que seria interessante de se ver aplicado no futuro à indústria, que relaciona o consumo de energia com o Produto Interno Bruto (PIB). Do mesmo modo como é aplicado ao sector económico, seria de valor incentivar as empresas a reduzirem não só os valores de energia consumida, como o de qualquer outro tipo de recurso e, com isso, os custos de produção.

No que toca às auditorias energéticas, analisaram-se diversas fontes bibliográficas existentes relacionadas com o tema e pôde-se concluir que de uma forma global todas elas convergem para uma metodologia de execução semelhante com principal incidência no modo em como se obtêm informações detalhadas que influenciam os resultados e a facilidade de transposição para um relatório final, que é o principal produto resultante desta atividade, logo atrás da colocação em prática das medidas identificadas.

No capítulo de eficiência concluiu-se que Portugal, como país evoluído e pertencente à União Europeia tem em prática a execução de medidas que visam a redução de consumos nos edifícios, tanto de comércio como de habitação. Este tipo de práticas que se traduz na

emissão de um certificado energético comprova a qualidade de execução e melhoramento nos edifícios e contribui não só para a redução de valores de faturas energéticas de vários clientes como também para a redução dos consumos energéticos por agregado. Isso leva de forma indireta a uma poupança de recursos e eventual redução na pegada ecológica.

No capítulo de Sistemas de Gestão de Energia foi concluído que em Portugal existe a preocupação sobre a colocação em prática deste tipo de sistemas uma vez que se reconhece cada vez mais as capacidades dos mesmos em contribuir para a redução de consumos e em consciencializar os utilizadores acerca do estado energético total das instalações de cada indústria.

Por último, relativamente à elaboração do Sistema de Gestão de Energia, podemos concluir que a possibilidade de ter informações detalhadas sobre todos os consumos energéticos (e neste caso particular também de ar comprimido e de água) pode contribuir para uma crescente melhoria nos consumos de energia. Com este SGE instalado, é possível à Fábrica ter acesso a determinadas informações de modo muito fácil, sendo que um deles é a comparação dos consumos do mês atual face ao anterior. Partindo desses valores, pode facilmente identificar quais os quadros ou os equipamentos responsáveis pelos maiores consumos de energia elétrica e utilizar esse tipo de consciência para atuar sobre os mesmos com vista a melhorar progressivamente a eficiência energética. Para além disso, o registo constante da monitorização que este sistema permite, possibilita ter acesso a todo o histórico de consumos detalhado o que pode ser importante para vir a despistar eventuais consumos fantasma. A mesma filosofia pode ser aplicada aos consumos de ar comprimido, de água e de gás natural.

4.2. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro, seria interessante que se implementasse na Fábrica um sistema que possibilitasse efetuar a contagem do número total da quantidade de produto produzido com vista à transposição desse valor para o Sistema de Gestão de Energia elaborado. Este tipo de contagem seria uma mais valia para o sistema uma vez que poderia ser incluído nos relatórios elaborados e, também, para a contagem automática do consumo de energia específico verificado nestas instalações. Através de uma análise muito superficial, facilmente se prevê que este sistema poderia funcionar com base em contagem por impulsos (impulso por cada unidade produzida), o que faria com que pudesse ser facilmente adicionado ao SGE.

Referências Bibliográficas

- [1] F. C. Dias, «Choques Do Preço Do Petróleo E Os Seus Efeitos Sobre a Atividade Económica E Preços : Uma Aplicação Para Portugal», *Banco Port.*, vol. 2, 2013.
- [2] Governo da República Portuguesa, «Portaria n.º 359/82 de 7 de Abril», 1982, pp. 3–6.
- [3] Governo da República Portuguesa, «Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril», 2008, pp. 2222–2226.
- [4] Governo da República Portuguesa, «Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril», n. 2, pp. 2–52, 2015.
- [5] FFMS, «Consumo de energia eléctrica por consumidor: total e por tipo de consumo», 2018. [Em linha]. Disponível em: www.pordata.pt.
- [6] DGEG, «Relatório Síntese dezembro 2017 Registo de Instalações», pp. 1–13, 2017.
- [7] Ministry of Law and Justice, «The energy conservation act», *Gaz. India*, vol. 60, n. 2, p. 22, 2001.
- [8] K. World, «Auditorias energéticas», 2011. .
- [9] International Organization for Standardization, *Energy audits - Requirements with guidance for use*, vol. 2014. 2014.
- [10] João de Jesus Ferreira, «A importância e as fases de uma auditoria energética», *Portal Energia*, 2012. [Em linha]. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/a-importancia-e-fases-de-uma-auditoria-energetica/>. [Acedido: 18-Mar-2018].
- [11] C. E. M. Albert Thumann, P.E. e C. E. M. William J. Younger, *Handbook of Energy Audits*. .
- [12] T. C. Survey, «Energy Savings Toolbox – An Energy Audit Manual and Tool».
- [13] A. Hasanbeigi e L. Price, «Industrial Energy Audit Guidebook: Guidelines for Conducting an Energy Audit in Industrial Facilities», 2010.
- [14] Asian Productivity Organization, *Working Manual on Energy Auditing*. 2008.
- [15] H. Fonte, «What if... You change?», 2012.
- [16] «Central Hídrica». [Em linha]. Disponível em: <http://www.explicatorium.com/5Cenergia/5Cenergia-hidrica.html>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [17] «Rendimento eléctrico».
- [18] «What is energy efficiency?», *British Geological Survey*. [Em linha]. Disponível em: <http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/climateChange/CCS/whatIsEnergyEfficiency.html>. [Acedido: 27-Mai-2018].
- [19] «Conceito da Eficiência Energética», *Portal da Eficiência Energética*. [Em linha].

- Disponível em: <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html>. [Acedido: 27-Mai-2018].
- [20] Governo da República Portuguesa, «Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto», 2013, pp. 4988–5005.
- [21] SCE, «Certificação Energética de Edifícios».
- [22] Governo da República Portuguesa, «Diário da República, 2.ª série — N.º 234 — 3 de dezembro de 2013», n. 26, 2013.
- [23] R. Portuguesa, «Diário da República, 1.ª série — N.º 233 — 2 de dezembro de 2013». [Em linha]. Disponível em: <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/2013/12/23302/0004000073.pdf>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [24] P. Vaquero, «Mais Qualidade nos Edifícios: Nova Regulamentação de Desempenho Energético». .
- [25] ISO, «Sistemas de gestão de energia Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização (ISO 50001:2011)», 2012.
- [26] ISO, «Energy Management Systems», 2016.
- [27] Voltimum, «Schneider Electric distinguida com primeira Certificação ISO 50001 do sector em Portugal», 2014. [Em linha]. Disponível em: <https://www.voltimum.pt/artigos/noticias-do-sector/schneider-electric>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [28] Miguel Coimbra, «A importância da monitorização e da gestão de energia na indústria», 2016. [Em linha]. Disponível em: <http://flowtech.pt/pt/blog/importancia-gestao-energia-industria/>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [29] «SCADA Systems», *SCADA Systems*. [Em linha]. Disponível em: <http://www.scadasystems.net/scada-systems.html>. [Acedido: 27-Mai-2018].
- [30] «An Introduction to SCADA Systems», *All About Circuits*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/an-introduction-to-scada-systems/>. [Acedido: 27-Mai-2018].
- [31] «What is SCADA», *Inductive Automation*. [Em linha]. Disponível em: <https://inductiveautomation.com/what-is-scada>.
- [32] Circutor, «Analisador de redes eléctricas trifásicas CVM-MINI - Manual de instruções», pp. 28–29.
- [33] Circutor, «Centralizador de impulsos LM4I/4O-M - Manual de instruções», pp. 24–25.
- [34] Ifm, «Medidor de ar comprimido ifm SD2000». [Em linha]. Disponível em: <https://www.ifm.com/pt/pt/product/SD2000>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [35] Ifm, «Medidor de ar comprimido ifm SDG070». [Em linha]. Disponível em: <https://www.ifm.com/pt/pt/product/SDG070>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [36] Heat Tracing, «Contador de água Woltex M 50». [Em linha]. Disponível em: <https://www.heattracing.co.uk/sub-product-details/itron-woltex-m-woltmann-cold>

- water-meter. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [37] National Instruments, «O protocolo Modbus em detalhes», 2014. [Em linha]. Disponível em: <http://www.ni.com/white-paper/52134/pt/>. [Acedido: 31-Mai-2018].
- [38] Carlos Márcio Freitas, «Protocolo Modbus: Fundamentos e Aplicações», 2014. [Em linha]. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/protocolo-modbus/>. [Acedido: 31-Mai-2018].
- [39] Embarcados, «Ligação Modbus RS-485». [Em linha]. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/wp-content/uploads/2014/04/RS4851-315x281.png>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [40] Modbus.org, *MODBUS over Serial Line - Specification & Implementation guide VI.0*. 2008.
- [41] Simply Modbus, «Tabela de Conversão ASCII - Hexadecimal - Binário». [Em linha]. Disponível em: <http://www.simplymodbus.ca/ASCII.htm>. [Acedido: 15-Jun-2018].
- [42] Modbus.org, «MODBUS over Serial Line Specification & Implementation guide», pp. 1–44.
- [43] DGEG, «Rede de Promoção e Eficiência no Consumo de Energia Elétrica».
- [44] Martin Energy Group, «SCADA». [Em linha]. Disponível em: <http://www.martinenergygroup.com/img/scada2.jpg>. [Acedido: 15-Jun-2018].

Anexos

Anexo 1 – Capítulo 4 da NP EN ISO 50001

NP
EN ISO 50001
2012

p. 12 de 32

NOTA 2: Adaptado da ISO 9000:2005, definição 3.2.7.

4 Requisitos do sistema de gestão da energia

4.1 Requisitos gerais

A organização deve:

- a) estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar um SGE de acordo com os requisitos desta Norma;
- b) definir e documentar o âmbito e fronteiras de seu SGE;
- c) determinar como serão cumpridos os requisitos desta Norma, de modo a alcançar a melhoria contínua do seu desempenho energético e do seu SGE.

4.2 Responsabilidade da gestão

4.2.1 Gestão de topo

A gestão de topo deve demonstrar o seu compromisso em apoiar o SGE e em melhorar continuamente a sua eficiência, cabendo-lhe:

- a) definir, estabelecer, implementar e manter uma política energética;
- b) designar um representante da gestão e aprovar a formação de uma equipa de gestão de energia;
- c) providenciar os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar o SGE e o desempenho energético resultante;

NOTA: Por recursos entendem-se recursos humanos, especializados, tecnológicos e financeiros.

- d) identificar o âmbito e as fronteiras do SGE;
- e) comunicar a importância da gestão da energia a todos os elementos da organização;
- f) assegurar que os objetivos e metas energéticos são estabelecidos;
- g) assegurar que os IDE são adequados à organização;
- h) considerar o desempenho energético no planeamento de longo prazo;
- i) assegurar que os resultados são medidos e reportados em intervalos estabelecidos;
- j) conduzir as revisões pela gestão.

4.2.2 Representante da gestão de topo

A gestão de topo deve designar representante(s) com as capacidades e competências adequadas que, para além de outras, tenha responsabilidade e autoridade para:

- a) assegurar que o SGE é estabelecido, implementado, mantido e continuamente melhorado, de acordo com esta Norma;
- b) identificar pessoa(s), autorizadas por um nível adequado da gestão, para trabalhar com o representante da gestão, no apoio às atividades de gestão da energia;
- c) reportar à gestão de topo o desempenho energético;
- d) reportar à gestão de topo o desempenho do SGE;

- e) assegurar que o planeamento das atividades de gestão da energia é definido para apoiar a política energética da organização;
- f) definir e comunicar responsabilidades e autoridades de forma a facilitar a gestão efetiva da energia;
- g) determinar critérios e métodos necessários para assegurar que as atividades de operação e controlo do SGE são eficazes;
- h) promover a consciencialização para a política e objetivos energéticos a todos os níveis da organização.

4.3 Política energética

A política energética deve estabelecer o compromisso da organização em alcançar a melhoria do desempenho energético. A gestão de topo deve definir a política energética e assegurar que:

- a) é adequada à natureza e dimensão do uso e consumo da energia na organização;
- b) inclui um compromisso com a melhoria contínua do desempenho energético;
- c) inclui um compromisso em assegurar a disponibilidade de informação e de todos os recursos necessários para atingir os objetivos e metas;
- d) inclui um compromisso de cumprimento das exigências legais aplicáveis e outros que a organização possa subscrever, relativos a eficiência energética, uso e consumo de energia;
- e) proporciona o enquadramento para estabelecer e rever os objetivos e metas energéticas;
- f) encoraja a aquisição de produtos e serviços energeticamente eficientes e a conceção orientada para a melhoria do desempenho energético;
- g) é documentada e comunicada a todos os níveis da organização;
- h) é revista regularmente e atualizada sempre que necessário.

4.4 Planeamento energético

4.4.1 Generalidades

A organização deve conduzir e documentar o processo de planeamento energético. O planeamento energético deve ser consistente com a política energética e deve conduzir a atividades que melhorem continuamente o desempenho energético.

O planeamento energético deve incluir uma avaliação das atividades da organização que possam afetar o desempenho energético.

NOTA 1: A Figura A.2 mostra um diagrama que ilustra o planeamento energético.

NOTA 2: Noutras normas regionais ou nacionais, conceitos como identificação e avaliação dos aspetos energéticos ou o conceito de perfil energético, estão incluídos no conceito de avaliação energética.

4.4.2 Requisitos legais e outros requisitos

A organização deve identificar, implementar e ter acesso às exigências legais aplicáveis e outros requisitos que a organização subscreva, relacionados com o seu uso de energia, consumo e eficiência.

A organização deve determinar como esses requisitos são aplicados no uso da energia, consumo e eficiência e assegurar que estas exigências legais, e outros requisitos que a organização subscreva, são considerados no estabelecimento, implementação e manutenção do SGE.

As exigências legais e outros requisitos devem ser revistos em intervalos estabelecidos.

4.4.3 Avaliação energética

A organização deve desenvolver, registrar e manter uma avaliação energética. A metodologia e critérios utilizados para desenvolver a avaliação energética devem ser documentados. Para desenvolver a avaliação energética a organização deve:

- a) analisar o uso e consumo de energia baseado em medições e outros dados, nomeadamente:
 - identificar as atuais fontes de energia;
 - avaliar o uso e consumo de energia, no passado e no presente;
- b) baseada na análise da utilização e consumo da energia, identificar as áreas de uso significativo de energia, nomeadamente:
 - identificar instalações, equipamentos, sistemas, processos e pessoas que trabalhando para a organização, ou em seu nome, afetam significativamente o uso e consumo de energia;
 - identificar outras variáveis relevantes que afetam significativamente o uso da energia;
 - determinar o desempenho energético atual das instalações, equipamentos, sistemas e processos relacionados com os usos significativos de energia identificados;
 - estimar os usos e consumos futuros de energia;
- c) identificar, priorizar e registrar oportunidades de melhoria do desempenho energético.

NOTA: As oportunidades podem estar relacionadas com fontes potenciais de energia, uso de energias renováveis, ou outras fontes alternativas de energia, tais como energia desperdiçada.

A avaliação energética deve ser atualizada em intervalos estabelecidos, bem como em resposta a alterações significativas de instalações, equipamentos, sistemas ou processos.

4.4.4 Consumo energético de referência

A organização deve estabelecer um consumo energético de referência utilizando a informação da avaliação energética inicial, considerando um período adequado ao uso e consumo de energia da organização. Alterações no desempenho energético devem ser medidas por comparação com o(s) consumo(s) energético(s) de referência.

Devem ser efetuados ajustamentos ao(s) consumo(s) energético(s) de referência sempre que ocorram uma ou mais das seguintes situações:

- os IDE deixem de refletir o uso e consumo de energia da organização; ou
- ocorram alterações significativas no processo, nos padrões operacionais ou nos sistemas de energia; ou
- de acordo com um método pré-determinado.

O(s) consumo(s) energético(s) de referência deve(m) ser registado(s) e mantido(s).

4.4.5 Indicadores de desempenho energético

A organização deve identificar IDE apropriados para medir e monitorizar o seu desempenho energético. A metodologia para determinar e atualizar os IDE deve ser registada e periodicamente revista.

Os IDE devem ser revistos e adequadamente comparados com o consumo energético de referência.

4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas e planos de ação para a gestão da energia

A organização deve estabelecer, implementar, manter objetivos e metas energéticas documentados para as funções relevantes, níveis, processos ou instalações da organização. Devem ser definidos prazos para atingir os objetivos e metas.

Os objetivos e metas devem ser consistentes com a política energética. As metas devem ser consistentes com os objetivos.

Ao estabelecer e rever os seus objetivos e metas, a organização deve ter em conta as exigências legais e outros requisitos, usos significativos de energia e oportunidades de melhoria do desempenho energético, identificados na avaliação energética. Deve também considerar as suas opções tecnológicas e os seus requisitos financeiros, operacionais e de negócio, bem como os pontos de vista das partes interessadas.

Para atingir os seus objetivos e metas, a organização deve estabelecer, implementar e manter planos de ação. Os planos de ação devem incluir:

- designação de responsabilidades;
- os meios e prazos para cumprimento de cada meta;
- a definição do método através do qual uma melhoria do desempenho energético deve ser alcançada;
- a definição do método de verificação dos resultados.

Os planos de ação devem ser documentados e atualizados em intervalos estabelecidos.

4.5 Implementação e operação

4.5.1 Generalidades

A organização deve usar os planos de ação e outros resultados do processo de planeamento para a implementação e operação.

4.5.2 Competências, formação e sensibilização

A organização deve assegurar que qualquer pessoa que trabalhe para a organização, ou em seu nome, relacionada com o uso significativo da energia, é competente com base numa adequada escolaridade, formação ou experiência. A organização deve identificar as necessidades de formação associadas ao controlo das suas utilizações significativas de energia e ao funcionamento do SGE. A organização deve providenciar formação ou desenvolver outras ações para responder a estas necessidades.

Devem ser mantidos os registos apropriados.

A organização deve assegurar que qualquer pessoa que nela trabalha, ou em seu nome, esteja consciente:

- a) da importância da conformidade com a política energética, os procedimentos e os requisitos do SGE;
- b) das suas atribuições, responsabilidades e autoridade para atingir a conformidade com os requisitos do SGE;
- c) dos benefícios de um melhor desempenho energético;
- d) do impacto, real ou potencial, com relação ao uso e consumo de energia, das suas atividades e como as suas atividades e comportamentos contribuem para a realização dos objetivos e metas energéticas e as potenciais consequências do desvio aos procedimentos especificados.

4.5.3 Comunicação

A organização deve comunicar internamente os resultados do seu desempenho energético e do SGE, conforme apropriado à dimensão da organização.

A organização deve estabelecer e implementar um processo de comunicação em que cada pessoa que nela trabalhe, ou em seu nome, possa introduzir comentários ou sugestões de melhoria no SGE.

A organização deve decidir acerca da comunicação externa sobre a sua política energética, o seu SGE e o seu desempenho energético e deve documentar a sua decisão. Se a organização decidir comunicar, deve estabelecer e implementar (um) método(s) para esta comunicação externa.

4.5.4 Documentação

4.5.4.1 Requisitos de documentação

A organização deve estabelecer, implementar e manter informação em papel, formato digital ou noutro, que descreva os principais elementos do seu SGE e suas interações.

A documentação do SGE deve incluir:

- a) o âmbito de aplicação e suas fronteiras;
- b) a política energética;
- c) os objetivos e metas energéticas e planos de ação;
- d) os documentos, incluindo registos, requeridos pela presente Norma;
- e) outros documentos definidos como necessários pela organização.

NOTA: A extensão da documentação pode variar para as diferentes organizações pelas seguintes razões:

- dimensão e tipos de atividade da organização;
- complexidade dos processos e suas interações;
- competência dos recursos humanos.

4.5.4.2 Controlo de documentos

Os documentos requeridos pela presente Norma e pelo SGE devem ser controlados. Este controlo inclui documentação técnica conforme adequado.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para:

- a) aprovar os documentos quanto à sua adequação, antes da respetiva emissão;
- b) rever e atualizar periodicamente os documentos conforme necessário;
- c) assegurar que são identificadas as alterações e o estado atual da revisão dos documentos;
- d) assegurar que as versões relevantes dos documentos aplicáveis estão disponíveis nos locais de utilização;
- e) assegurar que os documentos permanecem legíveis e facilmente identificáveis;
- f) assegurar que os documentos de origem externa, definidos pela organização como necessários ao planeamento e operação do SGE, são identificados e a sua distribuição controlada;
- g) prevenir a utilização involuntária de documentos obsoletos, e identificá-los devidamente caso estes sejam retidos por qualquer motivo.

4.5.5 Controlo operacional

A organização deve identificar e planear as operações e atividades de manutenção relacionadas com os usos significativos de energia consistentes com a sua política energética, objetivos, metas e planos de ação, de forma a assegurar que são executados sob condições especificadas pelos seguintes meios:

- a) estabelecer e definir critérios para uma efetiva operação e manutenção dos usos significativos de energia onde a sua ausência pode levar a um desvio significativo do desempenho energético efetivo;
- b) operar e manter as instalações, processos, sistemas e equipamentos, de acordo com os critérios operacionais;
- c) comunicar adequadamente o controlo operacional da organização a cada pessoa que nela, ou para ela, trabalhe.

NOTA: Quando planeada a resposta a situações de contingência ou de emergência ou de potencial catástrofe incluindo o aprovisionamento de equipamentos, a organização pode optar pela inclusão do desempenho energético na determinação de como irá reagir nestas situações.

4.5.6 Conceção

A organização deve considerar as oportunidades de melhoria do desempenho energético e do controlo operacional na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados ou renovados, que possam ter impacto significativo no desempenho energético.

Os resultados da avaliação do desempenho energético devem ser incorporados conforme apropriado nas especificações, conceção e atividades de aprovisionamento dos projetos relevantes.

Os resultados das atividades de conceção devem ser registados.

4.5.7 Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos

Aquando do aprovisionamento de serviços de energia, produtos e equipamentos que têm, ou podem ter, um impacto significativo no uso de energia, a organização deve informar os fornecedores que a contratação é parcialmente avaliada com base no desempenho energético.

A organização deve estabelecer e implementar os critérios para avaliar o uso, consumo e eficiência energética ao longo da vida útil, prevista ou esperada, aquando do aprovisionamento de produtos, equipamentos, e serviços de energia, que poderão ter um impacto significativo sobre o desempenho energético da organização.

A organização deve definir e documentar especificações de compra de energia, conforme aplicável, para um uso energético eficiente.

NOTA: Ver Anexo A para mais informação.

4.6 Verificação

4.6.1 Monitorização, medição e análise

A organização deve assegurar que as características-chave das suas operações, que determinam o desempenho energético, são monitorizadas, medidas e analisadas periodicamente.

As características-chave devem incluir, no mínimo:

- a) usos significativos de energia e outros resultados da avaliação energética;
- b) as variáveis relevantes relacionadas com os usos significativos de energia;
- c) IDE;

- d) a eficácia dos planos de ação para atingir objetivos e metas;
- e) avaliação do consumo real de energia face ao esperado.

Os resultados da monitorização e medição das características-chave devem ser registados.

Deve ser definido e implementado um plano de medição de energia, adequado à dimensão e complexidade da organização e aos seus equipamentos de medida.

NOTA: Os meios de medição podem variar desde apenas equipamentos do operador da rede de distribuição, para pequenas organizações, até monitorizações e medições completas, ligadas a aplicações de software com capacidade automática de recolha e análise de dados. Cabe à organização determinar os meios e métodos de monitorização e medição apropriados.

A organização deve definir e rever, periodicamente, as suas necessidades de medição. A organização deve assegurar que o equipamento utilizado na monitorização e medição das características-chave fornece dados exatos e repetíveis. Os registos da calibração, bem como outros meios de estabelecer a exatidão e a repetibilidade, devem ser mantidos.

A organização deve investigar e responder a desvios significativos no desempenho energético.

Os resultados dessas atividades devem ser mantidos.

4.6.2 Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos

Em intervalos planeados, a organização deve avaliar o cumprimento das exigências legais e outros requisitos que a organização subscreva relacionados com o uso e consumo de energia.

Os registos dos resultados das avaliações de conformidade devem ser mantidos.

4.6.3 Auditoria interna ao Sistema de Gestão de Energia

A organização deve conduzir auditorias internas, em intervalos planeados, para assegurar que o SGE:

- está em conformidade com as disposições planeadas para a gestão de energia, incluindo os requisitos desta Norma;
- está em conformidade com os objetivos energéticos e metas estabelecidas;
- é efetivamente implementado, mantido e melhora o desempenho energético.

Deverá ser elaborado um calendário de auditorias, tendo em consideração o estado e a importância dos processos e áreas a serem auditadas, assim como os resultados de auditorias anteriores.

A seleção dos auditores e a realização das auditorias deve assegurar a objetividade e imparcialidade do processo de auditoria.

Os registos dos resultados das auditorias devem ser mantidos e reportados à gestão de topo.

4.6.4 Não-conformidades, correções, ações corretivas e ações preventivas

A organização deve tratar as não-conformidades, existentes e potenciais, fazendo correções e implementando ações corretivas e ações preventivas, incluindo as seguintes:

- a) rever as não-conformidades ou potenciais não-conformidades;
- b) determinar as causas das não-conformidades ou potenciais não-conformidades;
- c) avaliar a necessidade de ações para assegurar que as não-conformidades não ocorram ou se repitam;
- d) definir e aplicar as ações necessárias e apropriadas;
- e) manter os registos de ações corretivas e ações preventivas;

f) rever a eficácia das ações corretivas ou ações preventivas implementadas.

As ações corretivas e ações preventivas devem ser apropriadas à magnitude dos problemas existentes ou potenciais e às suas consequências para o desempenho energético.

A organização deve assegurar que serão efetuadas todas as alterações necessárias ao SGE.

4.6.5 Controlo dos registos

A organização deve estabelecer e manter registos, conforme necessário, para demonstrar a conformidade com os requisitos do seu SGE e desta Norma, e para demonstrar os resultados alcançados do desempenho energético.

A organização deve definir e implementar controlos para a identificação, recuperação e conservação dos registos.

Os registos devem ser e manter-se legíveis, identificáveis e rastreáveis para as atividades relevantes.

4.7 Revisão pela gestão

4.7.1 Generalidades

Em intervalos planeados, a gestão de topo deve rever o SGE da organização para assegurar a sua contínua conveniência, adequação e eficácia.

Os registos da revisão pela gestão devem ser mantidos.

4.7.2 Entradas para a revisão pela gestão

As entradas para a revisão pela gestão devem incluir:

- a) ações de seguimento sobre as anteriores revisões pela gestão;
- b) revisão da política energética;
- c) revisão do desempenho energético e IDE relacionados;
- d) resultados da avaliação de conformidade com as exigências legais e com outros requisitos que a organização subscreva;
- e) o grau de cumprimento dos objetivos e metas energéticos;
- f) resultados das auditorias ao SGE;
- g) o estado das ações corretivas e ações preventivas;
- h) o desempenho energético previsto para o período seguinte;
- i) recomendações para melhoria.

4.7.3 Saídas para a revisão pela gestão

As saídas para a revisão pela gestão devem incluir quaisquer decisões ou ações relacionadas com alterações:

- a) no desempenho energético da organização;
- b) na política energética;
- c) nos IDE;

NP
EN ISO 50001
2012

p. 20 de 32

- d) nos objetivos, nas metas ou em outros elementos do SGE, consistentes com o compromisso da organização para a melhoria contínua;
- e) na alocação de recursos.

Anexo 2 – Relatórios Automáticos Desenvolvidos

RELATÓRIO DE CONSUMOS E CUSTOS DA

Tarifa: MT - Ciclo Semanal

Relatório de Custos de: 10/06/2018 00:00:00 até 17/06/2018 00:00:00

Energia Elétrica

Quadro	Energia [kWh]	Energia [kgsep]	% / GERAL	Custo [Eur]
TR 1	0	0	-	-
TR 2	0	0	-	-
TR 3	0	0	-	-
Quadro A	0	0	-	-
Quadro B	0	0	-	-
Quadro J	0	0	-	-
Quadro K	0	0	-	-
Quadro M	0	0	-	-
Quadro T	0	0	-	-
Quadro G	?	?	-	-
Quadro R	?	?	-	-
Quadro Q	?	?	-	-
Quadro S	?	?	-	-
Quadro I	?	?	-	-
GERAL	0	0	-	-

11/06/2018

RELATÓRIO DE CONSUMOS E CUSTOS DA

Relatório de Custos de: 10/06/2018 00:00:00 até 17/06/2018 00:00:00

Gás Natural

Contador	Gás [m³3]	Energia [kgsep]	% / GERAL	Custo [Eur]
Central Térmica	?	?	?	-
TOTAL	?	?	?	-

11/06/2018

RELATÓRIO DE COMPARAÇÃO DE CONSUMOS DA

Energia [kWh]
Data Inicio 10/06/2018 Data Fim 17/06/2018
03/06/2018 27/05/2018 20/05/2018 13/05/2018
10/06/2018 03/06/2018 27/05/2018 20/05/2018

	10/06/2018	03/06/2018	27/05/2018	20/05/2018	13/05/2018
TR 1	0	0	?	?	?
TR 2	0	0	?	?	?
TR 3	0	0	?	?	?
Quadro A	0	0	?	?	?
Quadro B	0	0	?	?	?
Quadro J	0	0	?	?	?
Quadro K	0	0	?	?	?
Quadro M	0	0	?	?	?
Quadro T	0	0	?	?	?
Quadro G	?	?	?	?	?
Quadro R	?	?	?	?	?
Quadro Q	?	?	?	?	?
Quadro S	?	?	?	?	?
Quadro I	?	?	?	?	?
GERAL	0	0	?	?	?

11/06/2018

Fatura de Energia Elétrica da

Tarifa: MT - Ciclo Semanal

Relatório de Custos de: 10/06/2018 00:00:00 até 17/06/2018 00:00:00

Descrição	Energia [kWh]	Unid	Custo [€]
Termos de Energia			
Portas	0	kWh	-
Cheias	0	kWh	-
Vazio	0	kWh	-
SVazio	0	kWh	-
Total Energia			-
Termos de Redes			
Portas	0	kWh	-
Cheias	0	kWh	-
Vazio	0	kWh	-
SVazio	0	kWh	-
Total Redes			-
Termos de Potência			
Pol Horas Ponta	-	kW	-
Pol Contratado	1,36	kW	-
Total Termos de Potência			-
Energia Reactiva			
Reac Consumida			
0,4$tg=0,3$	0	kvarh	0,00
0,5$tg=0,4$	0	kvarh	0,00
$tg=0,5$	0	kvarh	0,00
Reac Fornecida	0	kvarh	0,00
Total Energia Reactiva			0,00
mp.Especial	0	kWh	0,00
Total	0	kWh	-

11/06/2018