

Sistema de Gestão de Energia
Projecto para a implementação de um sistema de
monitorização remota na IBEROL

Rui Daniel Ferreira Bernardino

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química

Orientador: Prof^a. Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia
Orientador na empresa: Doutor Renato Henriques de Carvalho

Júri

Presidente: Prof. Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves
Orientador na empresa: Doutor Renato Henriques de Carvalho
Vogal: Prof. Henrique Aníbal Santos de Matos

Outubro de 2014

Sistema de Gestão de Energia
Projecto para a implementação de um sistema de
monitorização remota na IBEROL

Rui Daniel Ferreira Bernardino

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química

Orientador: Prof^a. Maria Joana Castelo Branco de Assis Teixeira Neiva Correia
Orientador na empresa: Doutor Renato Henriques de Carvalho

Júri

Presidente: Prof. Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves
Orientador na empresa: Doutor Renato Henriques de Carvalho
Vogal: Prof. Henrique Aníbal Santos de Matos

Outubro de 2014

Agradecimentos

Quero agradecer à minha orientadora Prof^a. Maria Joana Neiva Correia, por tornar possível a oportunidade de estagiar na área de projecto. Agradeço todo o apoio dado tanto na correcção como nas sugestões dadas, com vista à melhoria contínua do meu trabalho.

Ao meu orientador na empresa, Doutor Renato Henriques de Carvalho, agradeço por toda a paciência, disponibilidade e conhecimentos transmitidos ao longo do estágio.

Ao Sr. Pinto, pelos esclarecimentos de dúvidas e companheirismo quando mais precisei.

Ao Eng. Carlos Zeferino, por todo o apoio dado durante o estágio curricular, pela disponibilidade e pela partilha de bons momentos.

Ao Eng. Juscelino Tomás, Eng. Francisco Nunes, Sr. Barquinha, D. Cristina, D. Fernanda e aos restantes trabalhadores, pela rápida integração que me proporcionaram e pela disponibilidade demonstrada.

Quero agradecer às pessoas que têm feito de mim a pessoa que sou hoje, pois também estas ajudaram a proporcionar a obtenção deste grau. Aos meus pais, à minha irmã e restante família.

Às restantes pessoas, que têm partilhado a vida comigo, por alegrarem os meus dias.

A todos,

Obrigado e sejam felizes.

Resumo

O presente trabalho teve como objectivo preparar a implementação de um sistema de monitorização remota na IBEROL, que permita disponibilizar todas as contagens dos fluidos e electricidade num só servidor, para maior controlo, rapidez de análise e optimização energética. Para isto, começou por se efectuar o levantamento dos pontos das instalações da IBEROL a monitorizar, seguindo-se a elaboração do caderno de encargos de acordo com as necessidades da empresa. Posteriormente contactaram-se 9 fornecedores, sendo que apenas 6, um dos quais apresentou duas propostas, foram considerados elegíveis.

Com o auxílio de critérios técnicos e económicos pré-estabelecidos, avaliaram-se técnica e economicamente as propostas o que permitiu efectuar a sua hierarquização. Para tal, foi desenvolvida uma folha de cálculo que a empresa poderá também utilizar em análises futuras. Assim, após a análise das sete propostas, destacou-se a proposta D que ficou em primeiro lugar com um investimento de 53.213 €, um VAL (Valor Actual Líquido) de 99.210 €, uma TIR (Taxa Interna de rentabilidade) de 74% e um *payback* de 17,4 meses. Em segundo lugar a proposta C que apresentou um investimento de 65.152 €, um VAL de 28.130 €, uma TIR de 34% e um *payback* de 26,5 meses. A proposta A ficou em terceiro lugar, apresentando um investimento de 75.330 €, um VAL de 71.439 €, uma TIR de 46% e um *payback* de 26,2 meses.

No âmbito deste trabalho desenvolveu-se igualmente uma ferramenta que permite efectuar a monitorização e controlo diários dos efluentes da IBEROL.

Palavras-chave: Sistema de gestão de Energia, Sistema de monitorização remota, Poupança, Investimento.

Abstract

This study aimed to prepare the implementation of a remote monitoring system in IBEROL, that provide all counts of fluids and electricity in a single server, for more control, faster analysis and energy optimization. For this, began by making a survey of the facilities points of IBEROL to be monitored, followed by the development of specifications according to the needs of the company.

Subsequently were contacted 9 suppliers, but only six, one of which presented two proposals, were considered eligible.

With the aid of pre-established technical and economic criteria, evaluated both technical and economic proposals that allowed for their hierarchy. To this end, it was developed a spreadsheet that the company may also use in future analyses. Thus, after analysis of seven proposals, pointed to D proposal ranked first with an investment of € 53,213, a NPV (Net Present Value) of € 99,210, an IRR (Internal Rate of Return) of 74% and a payback of 17.4 months. Secondly the proposal C had a total investment of € 65,152, an NPV of € 28,130, an IRR of 34% and a payback of 26.5 months. The proposal A came in third, with an investment of € 75,330, an NPV of € 71,439, an IRR of 46% and a payback of 26.2 months.

In this work still elaborated a tool that allows the monitoring and control of IBEROL's effluent.

Keywords: Energy management, Remote Monitoring System, Savings, Investment.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	vii
Índice de Abreviaturas.....	viii
Glossário.....	ix
1. Introdução	1
1.1. Objectivo.....	1
1.2. A Empresa.....	1
1.2.1. Descrição.....	1
1.2.2. Processos de Produção.....	2
1.2.2.1. Fábrica Preparação/Extracção	3
1.2.2.2. Fábrica Biodiesel	4
1.2.2.3. Utilidades	4
1.3. Sistema de gestão de energia.....	5
1.3.1. Enquadramento	5
1.3.2. Vantagens qualitativas da monitorização dos consumos.....	5
1.3.3. Vantagens qualitativas da instalação de um sistema de monitorização remota.....	5
1.3.4. A importância do sistema de monitorização remota para obter os KPIs	8
1.3.5. Vantagens quantitativas de um sistema de monitorização remota	10
1.3.6. Monitorização na IBEROL: Situação actual	12
1.3.7. A instalação de um sistema de monitorização remota.....	12
1.3.7.1. <i>Hardware</i>	13
1.3.7.2. <i>Software</i>	17
2. Caderno de encargos.....	18
2.1. Enquadramento	18
2.2. Elaboração do caderno de encargos	18
3. Análise técnica das propostas	22
3.1. Enquadramento	22
3.1.1. Proposta A	22
3.1.2. Propostas B e C.....	24
3.1.3. Proposta D	25
3.1.4. Proposta E	27
3.1.5. Proposta F	29
3.1.6. Proposta G.....	30
3.2. Comparação da análise técnica das propostas	32
4. Análise económica das propostas	35

4.1.	Pressupostos.....	35
4.1.1.	Proposta B e C	36
4.1.2.	Proposta E	36
4.2.	Avaliação do investimento.....	37
5.	Hierarquização de propostas	38
5.1.	Critérios e sua ponderação	38
5.2.	Hierarquização	41
5.2.1.	Hierarquização utilizando critérios económicos	41
5.2.2.	Hierarquização utilizando critérios gerais.....	44
5.2.3.	Hierarquização utilizando critérios do <i>Software</i>	45
5.2.4.	Hierarquização resumo das propostas	46
6.	Efluentes	48
7.	Conclusão e trabalho futuro	49
7.1.	Conclusão.....	49
7.2.	Trabalho futuro	49
	Bibliografia	51

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização da sede e instalações fabris da IBEROL.	2
Figura 2 – Esquema resumo dos processos de produção da IBEROL.	2
Figura 3 – Redução de custos com auditoria energética [7].	7
Figura 4 – Redução de custos com a instalação de um sistema de monitorização remota [7].	8
Figura 5 – Ciclo da eficiência energética [9].	10
Figura 6 – Redução de consumos com a implementação de medidas de eficiência energética [9]. ...	11
Figura 7 – Infra-estrutura física típica de um sistema de monitorização remota [3].	13
Figura 8 – Componentes da unidade local [3].	14
Figura 9 – Interfaces existentes entre a unidade remota de recolha e processamento de dados [5]. .	16
Figura 10 – Locais de concentração e respectivas unidades locais integradas.	19
Figura 11 – Quadro resumo instalação do sistema de monitorização remota pretendida pela IBEROL.	21
Figura 12 – Parcelas do investimento das várias propostas.	32
Figura 13 – Análise da componente investimento das propostas.	42
Figura 14 – Análise dos critérios económicos das propostas.	43
Figura 15 – Hierarquização para os critérios económicos das propostas.	43
Figura 16 – Análise dos critérios gerais das propostas.	44
Figura 17 – Hierarquização dos critérios gerais das propostas.	45
Figura 18 – Análise dos critérios do <i>Software</i> das propostas.	45
Figura 19 – Hierarquização dos critérios do <i>Software</i> das propostas.	46
Figura 20 – Hierarquização final das propostas com base nos critérios económicos, gerais e de <i>software</i>	47
Figura 21 – Pirâmide invertida com Hierarquização das propostas.	47

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Exemplo de KPIs energéticos [4].	9
Tabela 2 – Caso de estudo da poupança obtida com a implementação de um sistema de monitorização remota na IBEROL.	11
Tabela 3 – Diferenciação entre a Proposta B e C.	25
Tabela 4 – Comparação das potencialidades relacionadas com o <i>Software</i> .	33
Tabela 5 – Comparação dos itens gerais.	34
Tabela 6 – Resultados obtidos da avaliação do investimento.	37
Tabela 7 – Ponderação dos itens dos critérios económicos.	38
Tabela 8 – Ponderação dos itens dos critérios gerais.	38
Tabela 9 – Ponderação dos itens dos critérios do <i>software</i> .	39

Índice de Abreviaturas

AA:	<i>Anytime / Anywhere</i>
ATEX:	<i>ATmosphères EXplosibles</i> – Atmosfera explosiva.
CAPEX:	<i>Capital Expenditure</i> – Investimento.
DTS:	Dessolventizador-Tostador-Secador
EBIT:	<i>Earnings Before Interest and Taxes</i> – resultados antes de juros e impostos
ERP:	<i>Enterprise Resource Planning</i> – Sistema integrado de gestão empresarial
FCF:	<i>Free Cash-Flow</i>
GPRS:	<i>Global Packet Radio Service</i>
GSM:	<i>Global System for Mobile</i>
IRR:	<i>Internal Rate of Return</i> – Taxa Interna de Rentabilidade
KPIs:	<i>Key Performance Indicators</i>
NFM:	Necessidades de Fundo Maneio
NPV:	<i>Net Present Value</i> – Valor Actual Líquido
PCS:	Poder Calorífico Superior
PHP:	Potência Horas de Ponta
PSTN:	<i>Public Switched Telephone Network</i>
SCADA:	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> – Software de supervisão e aquisição de dados
SMR:	Sistema de monitorização remota
SMS:	<i>Short Messaging Service</i>
SQL:	<i>Structured Query Language</i>
TIR:	Taxa Interna de Rentabilidade
UPB:	Unidade de Produção de Biodiesel
VAB:	Valor Acrescentado Bruto
VAL:	Valor Actual Líquido
VPN:	Virtual Private Network
WAN:	<i>Wide Area Network</i>
WEB:	<i>World Wide Web</i>

Glossário

ERP – É um sistema informático de informação que integra todos os dados de uma organização e processos, num único sistema.

VAB – é o resultado final da actividade produtiva no decurso de um período determinado. Resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermédio, originando excedentes.

Software

- **Características gerais:** São as características que não estão ligadas directamente à monitorização remota, sendo que permitem uma maior versatilidade ao *software*.

Plataforma online: O acesso ao *Software* do sistema de monitorização remota, através de uma plataforma *web*, permitindo a gestão deste último.

Contagens parciais: Para além de monitorizar o consumo total de energia eléctrica, água ou gás, o *software* permite uma visão mais detalhada dos consumos, possibilitando analisar quais as suas maiores fontes de consumo, bem como monitorizar equipamentos permitindo antecipar eventuais problemas dos mesmos.

Dados climáticos: A capacidade do *Software* incorporar dados climáticos disponibilizados na internet, pela estação meteorológica, que se encontra mais perto da IBEROL. Esta informação é importante para avaliar a prestação de equipamentos, na medida em que a eficiência destes depende das condições de temperatura média e humidade relativa.

Dados de processo/negócio: Permitir o *input* de dados relativos ao negócio ou processo produtivo. Permitindo relacionar o consumo da instalação com indicadores próprios da actividade.

Dados de PCS diários: A capacidade do *software* incorporar dados do poder calorífico superior (PCS) do gás natural distribuído em Portugal continental em cada dia do mês, possibilitando uma avaliação dos consumos de electricidade e gás natural nas mesmas unidades, e consequentemente a previsão da factura do gás.

Software é escalável: A capacidade do *software* expandir-se, ou seja, a capacidade de receber novos pontos contagem / unidades locais, após o sistema estar implementado.

Têm nº limitado de utilizadores: Se o *software* tem número de utilizadores limitados.

- **Dashboards:** Corresponde à capacidade do *software* em disponibilizar graficamente os dados recolhidos.

Real Time - análise e baselines: Além dos dados de consumo, o *software* permite avaliar a evolução desses consumos, comparando-os com os consumos verificados em períodos homólogos na semana, mês ou ano anteriores.

Real Time - previsão de consumos simples: Refere-se à capacidade do *software* interpretar dados de consumo e poder prever quanto se irá consumir no futuro. Nesse sentido, os dados de consumo recolhidos são utilizados para uma estimativa simples. Estimando assim os valores de consumo previstos, quer para todos os dias do próximo mês, quer para todos os meses do próximo ano.

Real Time - previsão de consumos otimizada: Este tipo de estimativa é semelhante à previsão de consumos simples, sendo que para estimar, não só utiliza os dados relacionados com os consumos, como os dados de processo/negócio permitindo assim uma estimativa mais rigorosa.

Historial - custos de energia: A informação de consumos é cruzada com os dados de tarifário, permitindo assim a análise dos consumos em euros.

Historial - simulação tarifária: Esta componente de simulação tarifária não só possibilita essa análise, como também permite explorar o efeito de variações de custo de energia eléctrica nos diversos períodos horários, possibilitando uma estimativa de custos de acordo com esses pressupostos.

Historial - performance tracking: Esta componente permite uma análise de consumos mais específica, com o período em análise definido pelo utilizador. Além disso, é indicada a tendência global dos consumos para cada ponto de contagem monitorizado.

Historial - KPIs consumo específico: Esta opção utiliza os dados de processo/negócio com o consumo energético, permitindo determinar o consumo realizado por unidade produzida.

Dashboards personalizados: O *software* fornecido ter *dashboards* adaptados a realidade da IBEROL.

- **Reports:** Corresponde à capacidade do *software* em disponibilizar relatórios decorrentes da monitorização remota.

Análise de sensibilidade ao perfil de carga: Corresponde à capacidade de simular o deslocamento do perfil de carga da instalação, ou seja a possibilidade de verificar qual seria a poupança associada a consumir a mesma quantidade de energia com um pequeno desfasamento temporal.

Análise de sensibilidade ao preço da energia: Considerando o consumo de energia eléctrica do Cliente durante um ano, é simulado um ajustamento, escolhido pelo utilizador, no preço de

cada componente do tarifário de energia eléctrica (super-vazio, vazio, cheia e ponta), de modo a que se possa perceber qual o impacto de alterações no contrato de energia eléctrica.

Benchmark inter-cliente: Se os dados de consumo recolhidos podem ser fornecidos ao Gestor de Cliente ou fornecedor de energia permitindo a comparação com empresas do mesmo sector de actividade. A dimensão da base de dados do fornecedor de energia garante a validade estatística da comparação dos consumos de clientes na mesma actividade económica.

Benchmark intra-cliente: Dado que poderemos ter grupos de instalações com tipologia e funções diferentes entre si, no entanto, algumas correntes estão integradas entre processos. Este relatório permite a comparação do desempenho das instalações com e sem interligações, avaliando assim as sinergias.

Análise de potência contratada: O valor a pagar pela potência contratada é definido anualmente, com referência ao máximo de potência tomada no ano anterior. Deste modo, a mais-valia deste *report* consiste na identificação, nos doze meses anteriores, o mês em que se regista o máximo de potência tomada, bem como os meses seguintes com maior potência tomada, alertando para a poupança que poderá obter caso a instalação se mantenha abaixo desses patamares de potência durante determinado período.

Personalizados: Esta opção consiste na capacidade do *software* permitir a elaboração de relatórios e análises, que não estejam pré-definidos.

- **Alertas:** Corresponde à capacidade do *software* em emitir alertas, caso este verifique situações anómalas.

Ausência de consumos: É enviado um *e-mail* para o responsável da instalação sempre que, no dia anterior, tenham sido detectadas falhas de consumos na instalação, garantindo que a comunicação de dados se está a processar correctamente.

Consumos nulos: É enviado um *e-mail* para o responsável da instalação sempre que, na semana anterior, um ponto de contagem tenha registado consumo nulo durante pelo menos um dia inteiro, o que permite detectar eventuais avarias em equipamentos.

Facturação de energia reactiva: É enviado um *e-mail* para o responsável da instalação sempre que, no dia anterior, o gasto em energia reactiva exceda o valor pré-definido. A recepção deste alerta poderá permitir que se assinalem situações nas quais, por exemplo, a bateria de condensadores da instalação esteja com algum problema.

Consumos anómalos: A capacidade de se definir no *software* um patamar relacionado com determinado consumo específico para vários pontos de contagem, caso este patamar seja excedido, receberá o alerta de consumo anómalo.

Potência elevada: Sempre que, numa instalação, a potência tomada esteja superior a determinado valor da potência instalada, pré definido pelo cliente, é enviado um alerta para o responsável, que poderá decidir sobre essa utilização da potência atempadamente, evitando um novo máximo para a potência tomada – que se traduziria num valor mais elevado a pagar pela potência contratada, ao longo de um ano.

Personalizados: À semelhança do que acontece com os *dashboards* e *reports*, o envio de alertas personalizados, a definir de acordo com o utilizador.

1. Introdução

1.1. Objectivo

O presente trabalho tem como objectivo a elaboração de um projecto para implementação de um sistema de monitorização remota. Para tal, pretende-se efectuar a automatização de recolha de dados, por forma a disponibilizar todas as contagens dos fluidos e electricidade num só servidor, para maior controlo, rapidez de análise e optimização energética.

Para a elaboração deste projecto foi necessário definir várias etapas: a Inventariação de cada contador de energia/fluido, a elaboração de um caderno de encargos, a análise técnica das diversas propostas, a elaboração de um estudo sobre a viabilidade económica determinando de forma quantitativa os retornos e de forma qualitativa os benefícios e, por último, a hierarquização das propostas de acordo com critérios definidos, permitindo a avaliação das hipóteses mais rentáveis e viáveis a implementar.

1.2. A Empresa

1.2.1. Descrição

A IBEROL – Sociedade Ibérica de Biocombustíveis e Oleaginosas, S.A., foi constituída em 1967, com o foco do aproveitamento industrial e comercialização de sementes oleaginosas, seus derivados e subprodutos [9].

Em Abril de 2006 entrou no mercado dos biocombustíveis com a conclusão da construção da fábrica de biodiesel, passando este a ser o seu produto principal, mantendo o seu negócio original [1], [2].

Actualmente as oleaginosas mais utilizadas pela IBEROL são, essencialmente, o grão de soja e semente de colza.

Encontra-se sediada em Alhandra, conselho de Vila de Franca de Xira, a cerca de 30 km de Lisboa.



Figura 1 – Localização da sede e instalações fabris da IBEROL.

1.2.2. Processos de Produção

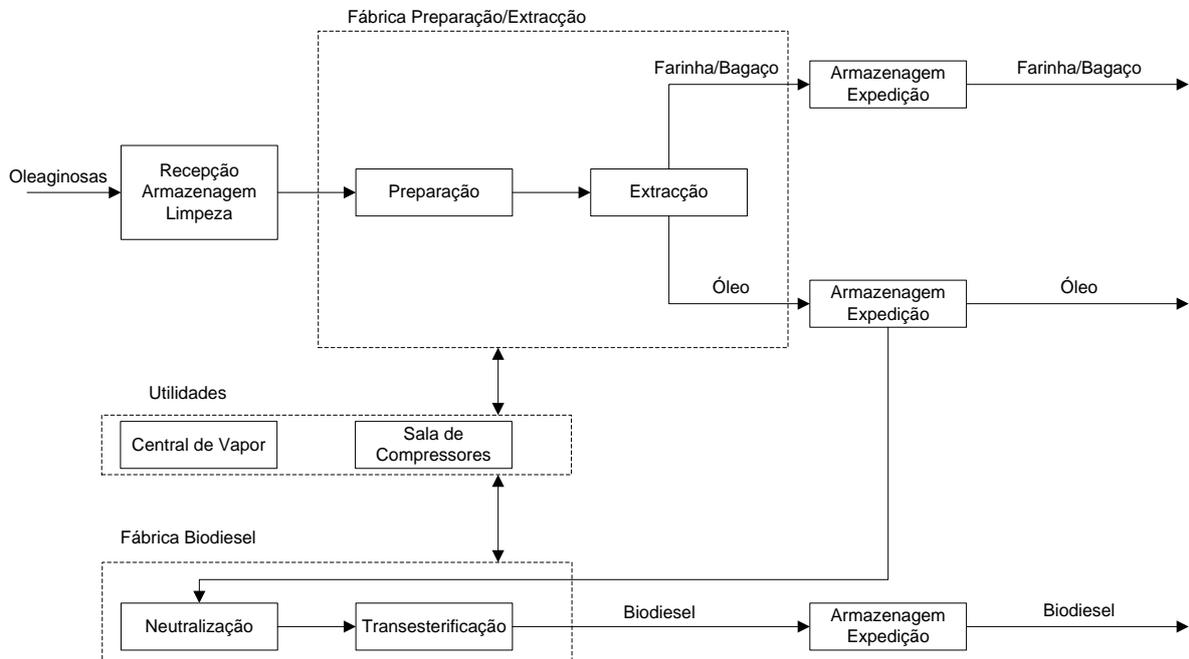


Figura 2 – Esquema resumo dos processos de produção da IBEROL.

De acordo com a figura anterior, serão descritos resumidamente os principais processos de produção da IBEROL.

1.2.2.1. Fábrica Preparação/Extracção

Preparação

A matéria-prima armazenada nos silos é encaminhada para a preparação, sendo inicialmente peneirada, ocorrendo a separação das oleaginosas das restantes impurezas da matéria-prima. O grão peneirado passa por um conjunto de trituradores com o objectivo de reduzir as suas dimensões e quando terminada esta fase, o grão partido entra para uma zona de tratamento térmico. Nesta zona, o grão partido é cozido, aumentando a sua temperatura para inactivar enzimas e microrganismos prejudiciais na digestão dos animais. Posteriormente, o grão partido é laminado para aumentar a área específica a fim de melhorar o contacto sólido/solvente. Por último, o material resultante das várias etapas processuais anteriores, denominado flocos, sofre uma expansão e secagem dando origem a uma rede porosa, o expandido, que tem uma menor densidade real e uma maior área específica [1], [2].

Extracção

O material expandido produzido na etapa anterior é alimentado ao extractor rotativo, onde o óleo é extraído por extracção sólido-líquido, mais concretamente por percolação, utilizando como solvente o hexano. Como resultado desta etapa obtém-se uma fase sólida designada por bagaço, e uma fase líquida que contém a mistura de óleo mais hexano [1].

A fase sólida resultante da etapa anterior é encaminhada para um Dessolventizador-Tostador-Secador (DTS). Como o nome indica neste equipamento ocorrem três operações. Na primeira (Dessolventizar) remove-se o hexano arrastado na fase sólida, na segunda operação (Tostar) é fornecido calor e humidade ao bagaço como objectivo de melhorar a sua qualidade nutricional e na terceira e última operação (Secar) ocorre a secagem do bagaço, ficando este disponível para armazenagem e posterior expedição [1].

A fase líquida ou miscela segue para uma etapa de separação por destilação que separa o solvente (hexano) do extracto (óleo bruto) devido aos diferentes pontos de ebulição. O solvente segue para o circuito de purificação / recuperação para posterior reutilização. O óleo bruto produzido tem uma quantidade elevada de fosfatídeos que, em contacto com a humidade do ar, podem formar gomas e diminuir por isso a qualidade do óleo. Para tratar o óleo bruto é utilizada uma desgomagem física, em que é apenas adicionada água quente. Como grande parte dos fosfatídeos são hidratáveis, tornam-se insolúveis no óleo, e precipitam na forma de gomas (fosfatídeos + água) que são removidas por centrifugação. O óleo desgomado passa ainda por uma etapa de secagem, sendo depois armazenado para posterior utilização, na unidade de produção de biodiesel após neutralização e desgomagem química, ou para expedição directa [1], [2].

1.2.2.2. Fábrica Biodiesel

Neutralização

O óleo proveniente da última etapa da extracção, ainda não cumpre a especificação para entrar no processo de produção de Biodiesel por transesterificação, sendo necessário efectuar a remoção prévia dos fosfatídeos não hidratáveis que não foram removidos na desgomagem física. Para a remoção destes fosfatídeos é adicionado ao óleo, ácido fosfórico para os tornar hidratáveis. Em resultado desta adição o óleo acidifica, sendo necessário não só neutralizar o excesso de ácido fosfórico que não reagiu, como neutralizar os ácidos gordos livres com uma solução de hidróxido de sódio. A mistura resultante é separada em centrífuga. Após separação de fases, o óleo é lavado com uma solução com ácido cítrico, separado novamente em centrífuga e seco, ficando assim dentro da especificação para a produção de Biodiesel, designando-se óleo neutro [2].

Transesterificação

Nesta etapa o óleo neutro e o metanol são utilizados como reagentes, sendo o catalisador da reacção o metilato de sódio. Da reacção de transesterificação resulta as fases de metil-ésteres (Biodiesel) e de Glicerina que são separadas pela diferença de densidades (decantação). O Biodiesel é depois lavado, seco e aditivado, seguindo para armazenagem e posterior expedição. [2].

1.2.2.3. Utilidades

Central de Vapor

Na central de vapor é produzido todo o vapor para as fábricas da IBEROL e também para uma fábrica vizinha. Como parte do vapor produzido não é retornado sob a forma de condensados, é necessário introduzir água de compensação. No edifício da central de vapor, a água captada nos diversos furos é tratada por osmose inversa, podendo ser directamente disponibilizada para as Fábricas (Preparação/Extracção e Biodiesel). Para utilização nas caldeiras de produção de vapor a água tem ainda que ser descalcificada através de permuta iónica do ciclo do sódio e desgaseificada num desarejador de vapor para a remoção do oxigénio dissolvido na água, evitando o desgaste prematuro das caldeiras.

Sala de Compressores

O Ar comprimido para as unidades fabris da IBEROL, normalmente utilizado para controlo de processos e accionamentos pneumáticos, é produzido na sala de compressores, onde existem quatro compressores sendo utilizados apenas dois, um dos quais com variador de velocidade para fazer a gestão de consumo. De seguida o ar passa por um secador, para condensar a humidade presente

neste. O ar é armazenado na sala de compressores, existindo ainda junto aos locais de maior consumo depósitos pulmão.

1.3. Sistema de gestão de energia

1.3.1. Enquadramento

A norma ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia, publicada em Junho de 2011, estabelece um conjunto de requisitos, que deve ter um sistema de gestão de energia de uma organização para melhorar o seu desempenho energético, aumentando a sua eficiência energética levando-a a diminuir os impactos ambientais, aumentando a sua competitividade nos mercados em que opera, sem afectar a sua produtividade. Para a implementação de um sistema de gestão de energia, as organizações instalam um sistema de monitorização remota, permitindo a automatização de recolha de dados para controlo e optimização energética de forma continuada. Este trabalho terá como principal foco, um projecto de instalação de um sistema de monitorização remota [6].

1.3.2. Vantagens qualitativas da monitorização dos consumos

A monitorização dos consumos, através da recolha manual da informação possui uma série de vantagens entre as quais se destacam [4], [5]:

- Conhecimento dos consumos energéticos/fluidos da organização – porquê/como/onde/quando se consome energia/fluidos, quanto se consome de energia/fluidos;
- Análise de consumos de energia e fluídos por centro de custo – permite quantificar o uso de energia e fluídos de um sector e imputar os respectivos custos;
- Detecção de anomalias nos consumos – Eliminar ou minimizar as situações de gastos excessivos de energia e fluídos por avaria, falha, desconhecimento ou má utilização de recursos;
- Aquisição e análise de dados – A análise dos dados recolhidos permite identificar zonas de potenciais poupanças;
- *Benchmarking* – A comparação de consumos, custos e resultados com outras fábricas semelhantes permite identificar rapidamente as boas práticas que se podem adoptar;
- Criação de KPIs (*Key Performance Indicators*) – Com as contagens recolhidas é possível a criação de indicadores de referência de consumos.

1.3.3. Vantagens qualitativas da instalação de um sistema de monitorização remota

A implementação de um sistema de monitorização remota traz benefícios a médio/longo prazo. Estes benefícios dizem respeito à redução de consumos de energia e consequente melhoria na eficiência e produtividade do processo, promovendo a racionalização dos custos, melhorando o

desempenho ambiental da organização. Os benefícios resultam principalmente de forma indirecta, visto que o sistema ajuda a identificar os principais locais a intervir, sendo que após a necessária intervenção permite monitorizar as medidas aplicadas e a respectiva redução de consumos com maior facilidade.

O sistema de monitorização remota não só potenciará e tornará os benefícios do tópico 1.3.2. Vantagens qualitativas da monitorização dos consumos, mais contínuos devido à sua monitorização em tempo real, visto que humanamente não é possível; como ainda poderá proporcionar os seguintes benefícios [4], [6]:

- Potenciar a redução da factura energética das organizações;
- Aumentar a produtividade das organizações;
- Aumentar a competitividade nos mercados internos e externos;
- Conhecer de forma aprofundada as instalações e o custo dos processos;
- Contribuir para uma melhoria na imputação dos custos operacionais e consequente planeamento de custos;
- Contribuir para a redução dos impactos negativos decorrentes do consumo de energia, incluindo a redução de gases com efeitos de estufa;
- Reduzir a exposição das entidades a factores externos;
- Controlo do resultado das acções e investimentos realizados para melhoria do desempenho energético;
- A constituição de uma base de dados de consumos permite realizar um planeamento de intervenções optimizando a utilização de recursos existentes e reduzindo consumos e respectivos custos;
- Redução de riscos. O novo sistema permite reduzir os riscos financeiros através do uso de KPIs, previsões precisas, acumulação de cargas, análise de cenários de tarifários e uma posição mais fortalecida aquando a negociação de contractos de fornecimento de energia.

Para se demonstrar graficamente as vantagens de um sistema de monitorização remota, em relação à auditoria energética, de seguida, ilustra-se em primeiro lugar o cenário com auditoria e posteriormente com a monitorização remota.

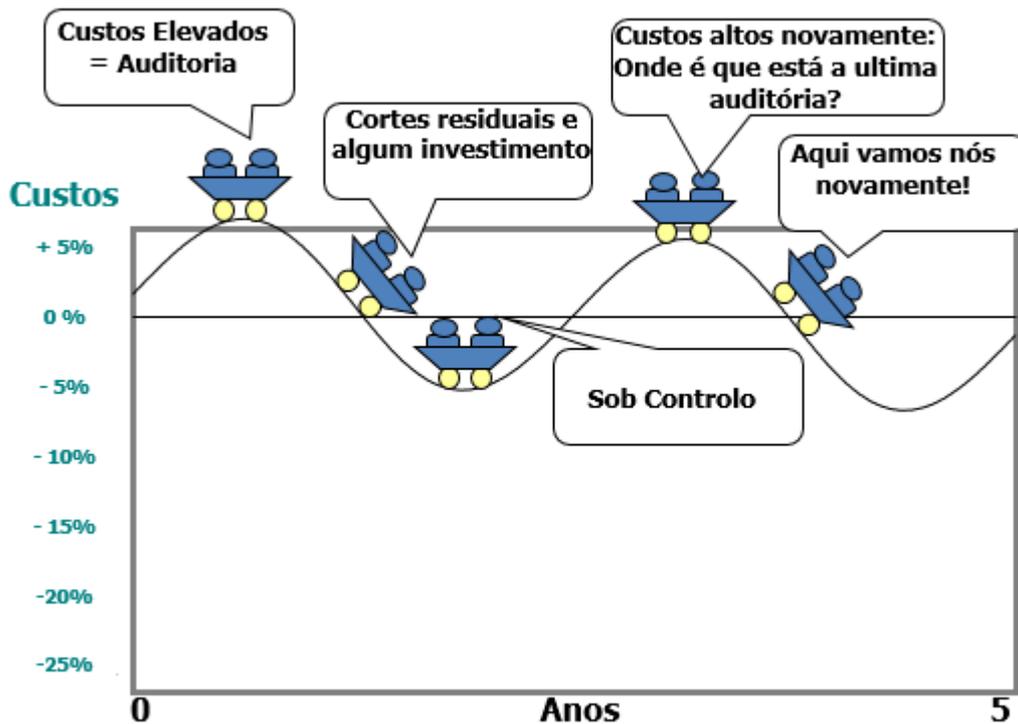


Figura 3 – Redução de custos com auditoria energética [7].

De acordo com a figura acima, quando existe um aumento do consumo de energia e consequentemente um aumento dos custos, a organização tem como objectivo diminuí-los recorrendo assim normalmente a um prestador de serviços para realizar uma auditoria energética às instalações. Da auditoria energética podem resultar algumas medidas, algumas das quais podem levar a um corte imediato nos consumos de energia, enquanto para outras é necessário algum investimento para se diminuírem os consumos energéticos. O processo fica sob controlo durante algum tempo, mas como não existe monitorização contínua das medidas aplicadas anteriormente, os consumos/custos de energia voltam a aumentar, voltando a ser necessário uma nova auditoria, criando um ciclo consecutivo que, não permite obter poupanças permanentes.

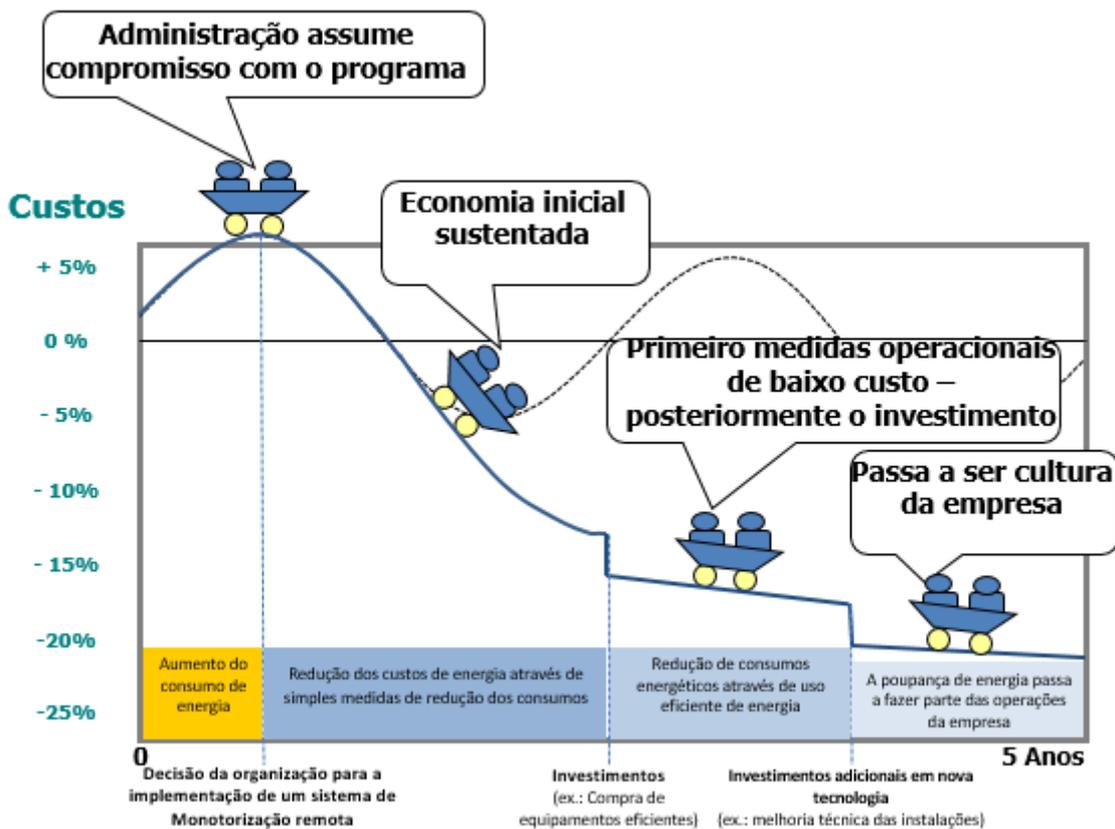


Figura 4 – Redução de custos com a instalação de um sistema de monitorização remota [7].

No caso da Figura 4, quando a organização tem um aumento de consumo/custo de energia, implementa um sistema de monitorização remota, existindo assim compromisso por parte da administração para a redução dos consumos da organização. Com a aplicação de um sistema de monitorização remota, apenas com a capacidade de monitorização e controlo proporcionada por este, é possível aplicar medidas que permitem a redução de custos sem qualquer investimento. Por outro lado, com este sistema é possível realizar a auditoria interna sem ser necessário contractar serviços externos, sendo esta muito mais efectiva devido a sua constante monitorização e durante um período de tempo superior à auditoria energética efectuada por agentes externos. Daí advêm medidas em que é necessário pequenos ajustes operacionais resultando em pequenos investimentos (ex: variadores de velocidade) e em medidas que requerem investimento mais avultado (ex: motores eléctricos de alto rendimento de grande capacidade), que por serem mais eficientes, levam à redução dos custos de energia. Com o compromisso de todos os *stakeholders* o sistema de monitorização remota passa a ser cultura da empresa levando a uma redução de custos permanente.

1.3.4. A importância do sistema de monitorização remota para obter os KPIs

Na indústria existe a necessidade de acompanhar o processo e se este está dentro dos parâmetros de desempenho estabelecidos, este tipo de indicação é dada pelos, KPIs (*Key Performance Indicators*). Este tipo de indicador mede o desempenho do processo, sendo que para o sistema de

monitorização remota, são utilizados sobretudo para questões energéticas. As principais necessidades de medição de eficiência energética incluem [8]:

- Indicadores de eficiência energética para identificarem ineficiências na utilização da energia (ex. perfis do consumo de energia);
- Facilitar o controlo de alterações e melhorias na eficiência energética;
- Medição da eficiência energética em valor monetários de modo a comunicar directamente, onde se pode poupar dinheiro;

De seguida ficam alguns exemplos de Indicadores de desempenho Energético

Tabela 1 – Exemplo de KPIs energéticos [4].

DESIGNAÇÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Consumo energético total	Valor absoluto	kWh, MWh, Euro
Consumo específico de energia	$\frac{\text{Consumo total de energia}}{\text{VAB (Valor acrescentado bruto)}}$	kWh/ Euro
Consumo específico de energia	$\frac{\text{Consumo energético total (kWh)}}{\text{Quantidade/unidades produzidas}}$	kWh / Quantidade produzida kWh / Unidades produzidas
Percentagem de fonte de energia	$\frac{\text{Consumo por fonte de energia (kWh)}}{\text{Total de consumo de energia (kWh)}} \times 100$	%
Consumo relativo do processo	$\frac{\text{Energia do processo (kWh)}}{\text{Total de consumo de energia (kWh)}} \times 100$	%
Percentagem de energia fornecida internamente	$\frac{\text{Energia da recuperação interna de calor (kWh)}}{\text{Total de consumo de energia (kWh)}} \times 100$	%
Percentagem de energias renováveis	$\frac{\text{Uso de energias renováveis (kWh)}}{\text{Total de consumo de energia (kWh)}} \times 100$	%
Custos totais de energia	Valor absoluto	Euro
Custos específicos de energia	$\frac{\text{Custo de energia (Euros)}}{\text{Total de consumo de energia (kWh)}}$	Euro / kWh
Indicador de performance energética específica do sector	$\frac{\text{Consumo energético total (kWh)}}{\text{VAB (kEuro)}}$	kWh / kEuro
Poupança de energia	Valor absoluto	kWh, MWh, Euro

Pode-se ainda integrar no sistema de monitorização remota os KPIs de processo, utilizando o *software*, dando desta forma uma elevada versatilidade ao sistema.

1.3.5. Vantagens quantitativas de um sistema de monitorização remota

Após a implementação de um sistema de monitorização remota, permite obter uma redução dos consumos energéticos. Esta redução passa sobretudo pela aplicação de medidas de eficiência energética, que sem o controlo e monitorização contínua conduziria a, uma redução da poupança, como foi observado na Figura 3. De seguida poderá observar-se o ciclo de eficiência energética.

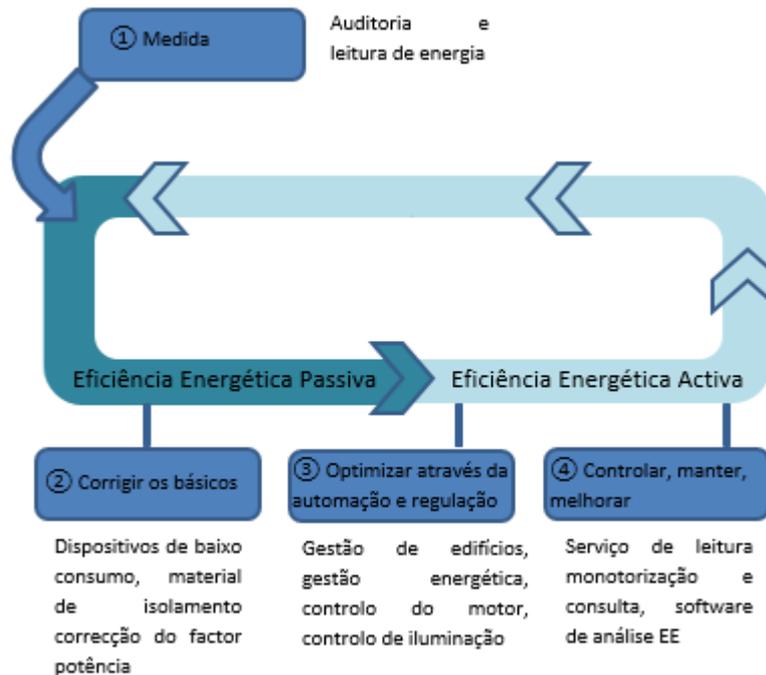


Figura 5 – Ciclo da eficiência energética [9].

A eficiência energética passiva inclui as medidas que só pela sua instalação permitem reduzir os consumos energéticos, como é o caso de medidas contra perdas térmicas e uso de equipamento de baixo consumo, entre outros.

Já a eficiência energética activa define-se como a necessidade de gerir as medidas aplicadas para a eficiência energética passiva minimizando desta forma o uso de energia através de medições, monitorização e controlo da energia.

Assim, por exemplo, a instalação de uma lâmpada economizadora é considerada uma medida de eficiência energética passiva, visto que permite efectuar uma poupança face a uma lâmpada tradicional. Por outro lado, se a sala onde a lâmpada economizadora é instalada estiver vazia, estando desta forma a desperdiçar energia, a instalação de um sensor de movimento para que lâmpada só esteja activa quando a sala está a ser utilizada é considerada uma medida de eficiência energética activa.

Assim o sistema de monitorização remota enquadra-se no ponto 4 do ciclo da eficiência energética apresentado na Figura 5 porque permite controlar, manter e melhorar, sendo uma medida de eficiência energética activa.

A poupança expectável devido à eficiência energética para as várias etapas presentes na Figura 5, compreende [9]:

- Etapa 2 – Equipamentos eficientes e instalações eficazes (10 a 15 %)

- Etapa 3 – Utilização otimizada de equipamentos e Instalações (5 a 15 %)
- Etapa 4 – Acompanhamento permanente e melhoria (2 a 8 %)

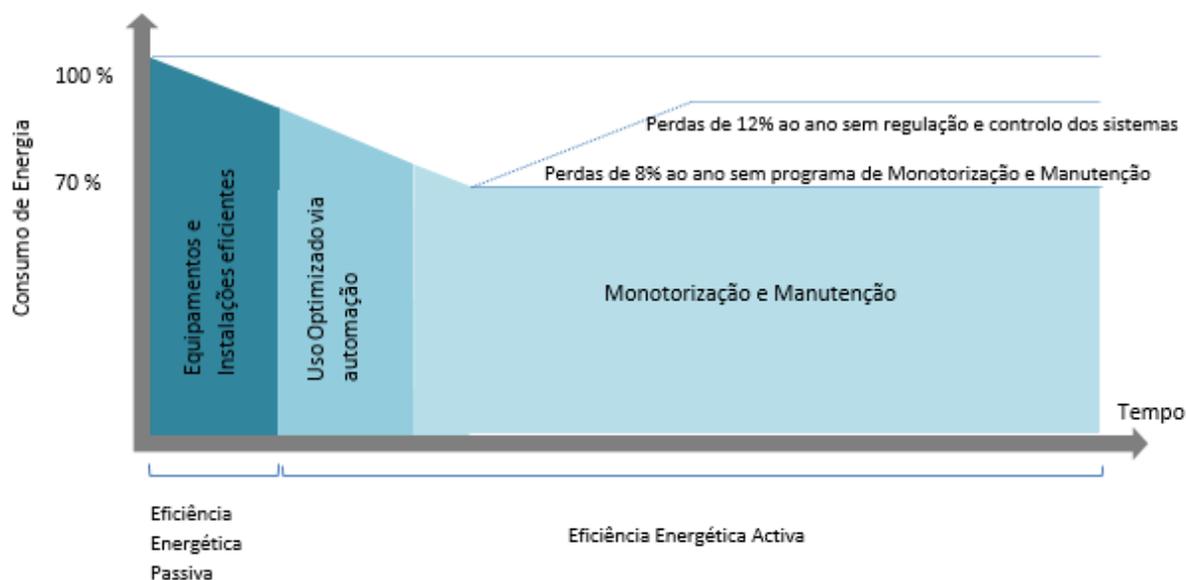


Figura 6 – Redução de consumos com a implementação de medidas de eficiência energética [9].

Através da figura anterior é possível observar que o programa de motorização e manutenção, em que se enquadra o sistema de monitorização remota, contribui para uma redução das perdas nos consumos energéticos que pode variar entre os 2 e 8 % a nível energético [9].

Pela Figura 4, é possível observar que com sistema de monitorização remota e aplicando algumas medidas de redução de consumo, podem obter-se ganhos de cerca de 15% [7].

De acordo com a ADENE - Agência para a energia [10], com a experiência obtida com a implementação de sistema de monitorização remota, as poupanças obtidas exclusivamente do processo de monitorização remota, são de 3% nos consumos eléctricos e de 5% para as restantes formas de energia.

De seguida apresenta-se um pequeno caso de estudo associado à realidade da IBEROL, que recorre ao arredondamento da média de consumo energético mensal. Apresentam-se duas visões das possíveis poupanças através da implementação de um sistema de monitorização remota sem qualquer tipo de investimento adicional: uma visão optimista com uma redução de consumos energéticos de 3 % sugerido pela ADENE [10], e uma visão pessimista considerada neste trabalho e que admite uma redução de metade do valor de referência anterior ou seja de 1,5 % no consumo de energia.

Tabela 2 – Caso de estudo da poupança obtida com a implementação de um sistema de monitorização remota na IBEROL.

	Consumos mensais	Poupança mensal	
		Visão optimista (3%)	Visão pessimista (1,5%)
Gás	220.000 €	6.000 €	3.300€
Electricidade	130.000 €	3.900 €	1.950 €
Total		10.500 €	5.250 €

1.3.6. Monitorização na IBEROL: Situação actual

A IBEROL recolhe manualmente os dados associados aos diversos contadores existentes na sua instalação, existindo dois tipos de recolha:

i) – Recolha em diferentes contadores com diferentes periodicidades:

- Contadores eléctricos, diariamente apenas nos dias úteis;
- Contador do distribuidor de gás e a maioria dos contadores de água, diariamente;
- Contadores afectos à central de vapor, em intervalos de oito horas, correspondendo ao início de um cada dos três turnos diários.

ii) – Recolha nas supervisões através da exportação dos dados para papel, dos sistemas SCADA – (*Supervisory Control And Data Acquisition*) de cada unidade fabril (Fábrica Preparação/Extracção e Fábrica Biodiesel) dos contadores que lhe estão afectos, tendo uma periodicidade diária.

Após a recolha dos dados, estes são transferidos manualmente para um suporte informático, sendo posteriormente processados e disponibilizados no ERP (*Enterprise Resource Planning*), ficando desta forma disponíveis na internet aos colaboradores que têm acesso a esta informação. O processamento dos dados é iniciado todos os dias úteis de manhã, tendo como referência o período diário correspondente entre as 8:00h do dia anterior e as 8:00h do dia actual, ficando os dados disponíveis apenas ao início da tarde ou seja, com um atraso de cerca de um dia e meio em relação à produção

1.3.7. A instalação de um sistema de monitorização remota

De acordo com a Associação Industrial de Aveiro [4], para tornar o sistema de monitorização remota robusto é necessário que este tenha a capacidade de efectuar:

- Registo e análise de parâmetros físicos, tais como: consumo de energia (eléctrica, térmica, combustíveis), temperatura, humidade, pressão, caudal, produção (*outputs* de unidades de produção);
- Do utilizador criar os *dashboards* de forma totalmente livre com gráficos, tabelas (exportáveis para Excel) que comportam funcionalidades medidoras;
- *Benchmarking* entre instalações;
- Geração de *dashboards* para análise dos consumos e custos e para *benchmarking*;
- Agregação de vários sensores;
- Previsão de facturas futuras, com base em estimativas e dados climáticos ou previsão de produção;
- Acessibilidade via *web AA (Anytime / Anywhere)*;
- Obtenção de relatórios pré definidos por instalação;
- Capacidade para adaptar o potencial do *software* às necessidades de cada utilizador, criando se necessário vários níveis de acesso a este;
- Relatório com custos de energia e simulação de facturas;

- *Reporting* e emissão de alarmes, emissão periódica de relatórios automáticos (perfil do consumo do dia anterior, picos da carga, potência contratada, energia consumida numa semana ou mês).

Para a instalação de um sistema de monitorização remota existem duas componentes a analisar em maior pormenor, o *Hardware* e o *Software*.

1.3.7.1. *Hardware*

Nesta componente, descrita resumidamente através da figura seguinte, está toda a infraestrutura física necessária para a recolha de informação para um sistema de monitorização remota.

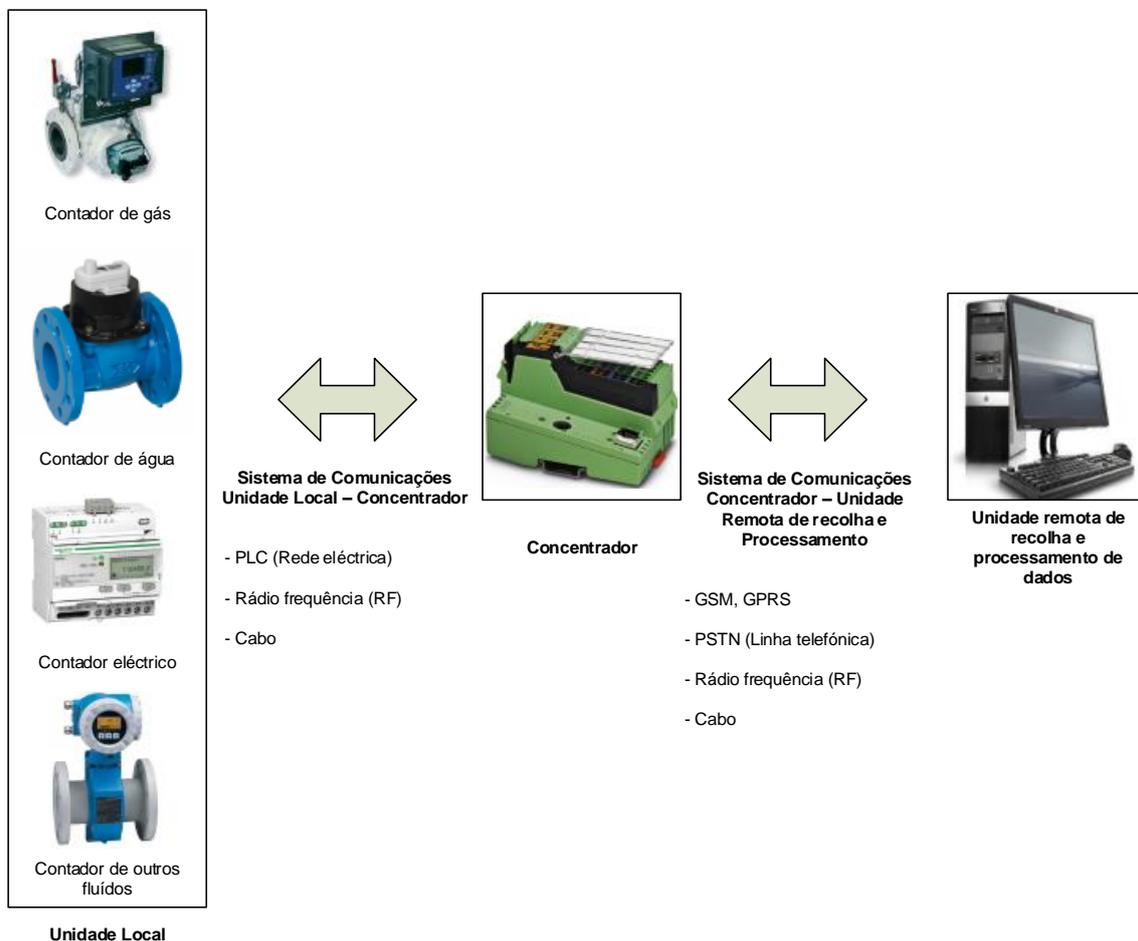


Figura 7 – Infra-estrutura física típica de um sistema de monitorização remota [3].

As unidades representadas na figura acima são brevemente descritas em seguida:

Unidade local

Uma unidade local, dedicada a leitura, que é composta pelo contador totalizador, pelo emissor de impulsos e pelo um módulo de comunicação remota, no caso da comunicação entre a unidade local e o concentrador ser efectuada através de rádio [3].

O totalizador consiste num mecanismo colocado no interior do contador, destinado a registar e a permitir visualizações da quantidade de energia, água, gás e outros fluídos, que passa pela unidade local. Uma das classificações dos totalizadores com interesse para este tema divide estes dispositivos em dispositivos mecânicos e electrónicos. Com os contadores electrónicos é possível obter os registos periódicos de leituras, o tempo que o contador está activo/inactivo, os valores máximos detectados num determinado período de tempo, etc. Tratam-se de contadores mais dispendiosos que os mecânicos, dada a tecnologia que compõe [3].



Figura 8 – Componentes da unidade local [3].

No caso dos contadores com totalizador mecânico pré-equipados para recolha da leitura, é necessário incorporar um emissor de impulsos. Um emissor de impulsos é utilizado para converter as leituras de um totalizador mecânico num sinal eléctrico, que possa ser processado no módulo de comunicação, caso a ligação com o concentrador seja através de rádio; ou pelo próprio concentrador, caso a ligação com o mesmo seja através de cabo [3].

Concentrador

O concentrador faz a interface entre as unidades locais e a unidade remota de recolha e processamento de dados.

Permite comunicar com a unidade remota de recolha e processamento de dados para descarregar os dados para a base de dados central e tem a possibilidade de receber novas parametrizações.

A comunicação com as unidades locais poderá ser efectuada por cabo ou rádio e a comunicação com a unidade remota de recolha e processamento de dados poderá ser por rádio, PSTN

(*Public switched telephone network*), GSM (*Global System for Mobile*), GPRS (*Global Packet Radio Service*) ou cabo [3].

Sistemas de comunicação

Os meios de comunicação utilizados entre as diversas unidades do sistema de monitorização remota são descritos abaixo.

Entre as unidades locais e o concentrador

Os sistemas de comunicação mais comuns, entre os contadores e o concentrador, são por cabo (ex: Cabo LYICY) e via rádio [3].

A vantagem das comunicações via rádio em relação ao cabo deve-se ao facto destas não necessitarem de cabos, levando assim a uma poupança significativa devido aos custos de instalação e manutenção. A sua cobertura é relativamente curta se a ligação se realizar apenas entre o módulo de comunicação do contador e o concentrador. Caso se pretenda integrar vários contadores com distâncias relativamente elevadas utilizam-se repetidores de sinal, cuja função é retransmitir o sinal, geograficamente ficam inseridos entre a unidade local e o concentrador [3].

A desvantagem das comunicações via rádio em relação ao cabo, está relacionada com o facto destas estarem sujeitas a interferências que podem ser causadas por elementos metálicos, aparelhos electrónicos, obstáculos físicos e condições climáticas, pondo em causa a sua fiabilidade [3]. Como no caso da IBEROL se podem verificar todas as condicionantes acima referidas, optou-se pela utilização de cabo em detrimento da opção rádio, sendo explicado no tópico 2.2. Elaboração do caderno de encargos.

Entre o concentrador e a unidade remota de recolha e processamento de dados

Os sistemas de comunicação entre o concentrador e a unidade remota de recolha e processamento de dados são distintos do sistema de comunicação entre as unidades locais e o concentrador [3]:

- O volume de dados a ser transmitido é muito superior, dado tratar-se do envio de informação relativo a um conjunto significativo de unidades locais
- A distância entre o concentrador e a unidade remota de recolha e processamento de dados normalmente é muito superior à distância entre as unidades locais e o concentrador.

As redes de comunicações mais utilizadas são: a linha telefónica, cabo (ex: Cabo UTP, Cabo de Fibra óptica) e as redes sem fios (ex: rádio, GSM, GPRS). Para qualquer tipo de comunicação é necessário um módulo de comunicações ligado ao concentrador ou integrado neste. A utilização da linha telefónica tal como a opção cabo, requerem a disponibilidade física de linha telefónica ou de cabo no local. Trata-se um sistema simples do ponto de vista de comunicações. O sistema de comunicação

via rádio, bastante utilizado para comunicação entre o contador e o concentrador, não é tão utilizado neste tipo de comunicação devido às distâncias já referidas em cima. Com a grande expansão em termos de comunicações móveis, tem sido bastante utilizada a rede GSM e GPRS. No caso da rede GSM, a transmissão de dados pode ser feita através de chamadas telefónicas codificadas ou por SMS (*Short Messaging Service*), sendo a última alternativa mais barata. A mensagem apenas é enviada quando a ligação é possível e tem uma melhor cobertura. A desvantagem deste sistema é a existência de algum atraso na transmissão dos dados, pelo que a informação não é entregue em tempo real e está limitada à dimensão do SMS, que é muito curta. Para a rede GPRS, que está a aumentar o seu grau de implementação, apresenta normalmente velocidades de transmissão mais altas e os custos tendem a ser mais baixos [3].

Unidade remota de recolha e processamento de dados

De seguida, é possível observar o tipo de ligações existentes entre a unidade remota de recolha e processamento de dados e os respectivos constituintes desta.

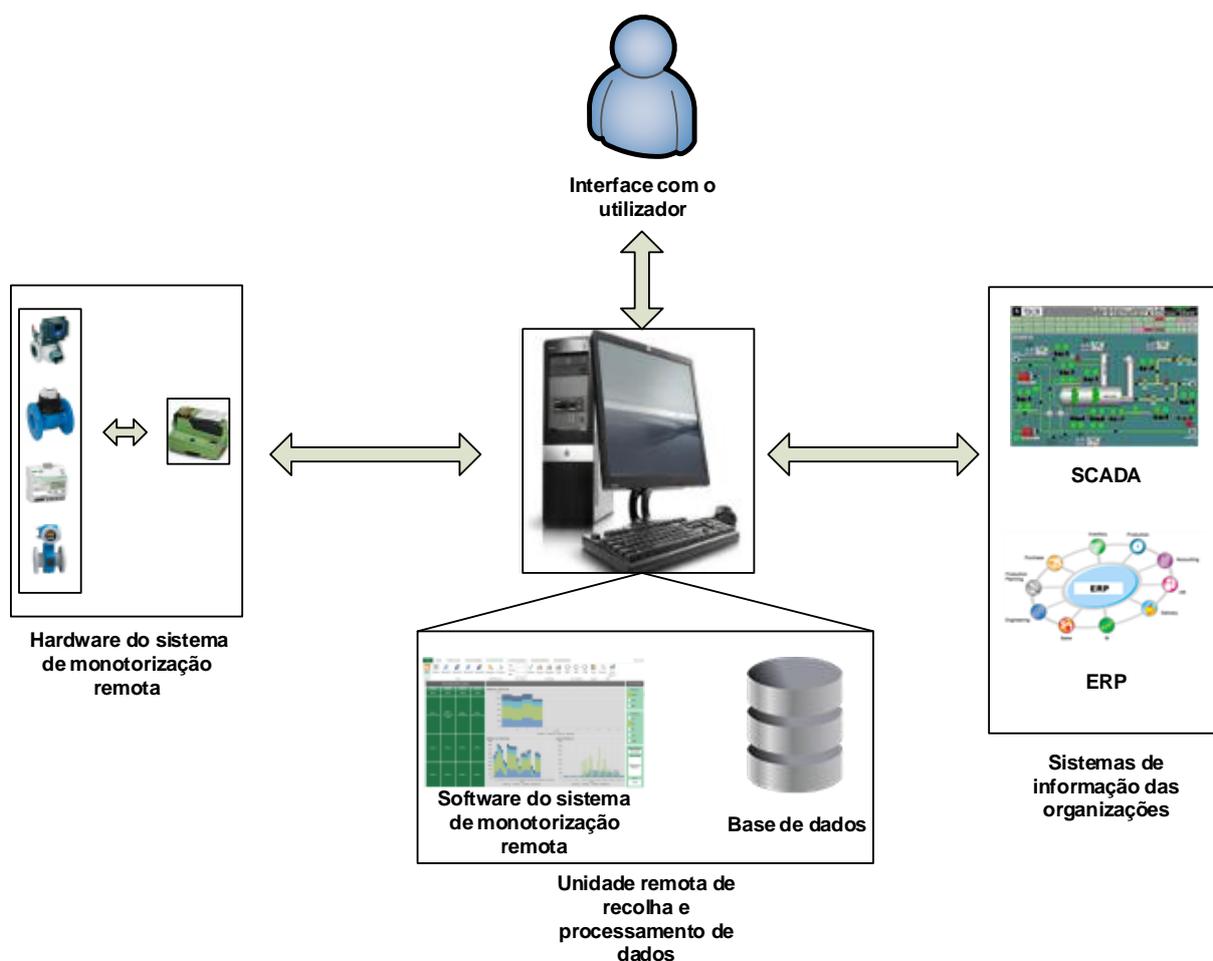


Figura 9 – Interfaces existentes entre a unidade remota de recolha e processamento de dados [5].

É nesta unidade que existe a principal interface entre o *hardware* e o *software* do sistema de monitorização remota, assim como, a recolha dos dados enviados pelos concentradores e registo na base de dados. A interface com o utilizador pode ser efectuada no local ou remotamente. Esta interface permite ainda caso necessário, a introdução manual de dados. Os dados depois de guardados podem ser consultados através do *software*, podendo este estar localizado nesta unidade ou remotamente (ex. *cloud*), processando-os e tornando a análise acessível. Esta unidade permite interagir com os restantes sistemas de informação presentes na organização, desde os sistemas SCADA que controlam todo o processo fabril, até aos sistemas ERP que integram todos os dados e processos de uma organização (excepto: controlo fabril) tornando-se estas ligações de importância crucial, sendo recolhido dados para a monitorização remota e enviado dados tratados ou em bruto, tais como pontos de leitura não presentes no *software* SCADA ou dados para cálculos de KPIs para o ERP. A integração com os sistemas de informação permite eliminar a duplicação da informação recolhida e processada aumentando os níveis de produtividade das organizações.

1.3.7.2. Software

O *software* está ligado à unidade remota de recolha e processamento de dados, podendo não estar localizado nesta, necessita sempre dos dados existentes na sua base de dados.

De acordo com a Associação Industrial de Aveiro [4], o *software* de um sistema de monitorização remota deve:

- Permitir a análise dos consumos de energia, facultando a cada instalação o acesso ao respectivo perfil de consumo;
- Permitir o acompanhamento das tendências dos consumos e custos, e estabelecimento de uma relação entre estes e os equipamentos, processos e procedimentos;
- Fornecer toda a informação relevante de cada sector, de forma a permitir reduzir consumos de energia;
- Permitir conhecer os consumos específicos, permitindo desta forma o *benchmarking* interno;
- Permitir a alocação dos custos energéticos de forma detalhada por sector/departamento;
- Disponibilizar os dados em tempo real, com acesso fácil e rápido via *web*;
- Disponibilizar *reporting* imediato;
- Permitir elaborar um número ilimitado de painéis (*dashboards*) personalizados;
- Possibilidade de facilmente identificar as melhores práticas que possam ser adoptadas;
- Permitir a procura contínua de uma operação mais eficiente, maximizando os lucros, e melhorando o desempenho ambiental;
- Garantir os seguintes vectores: Flexibilidade, Adaptabilidade e Acessibilidade via *web*.

2. Caderno de encargos

2.1. Enquadramento

A necessidade da realização deste caderno de encargos para a implementação de um sistema de monitorização remota deveu-se sobretudo a dois aspectos. O primeiro foi a necessidade de uniformização das soluções propostas, visto que anteriormente a IBEROL tinha realizado uma consulta ao mercado, tendo obtido uma discrepância tal nas soluções propostas que não era possível uma comparação técnica entre elas. O outro aspecto deve-se à distância temporal entre a consulta anterior e a actual, que levaram à necessidade de actualização das propostas anteriores que se tornaram obsoletas.

2.2. Elaboração do caderno de encargos

Para a elaboração do presente caderno de encargos foi necessário efectuar a comparação das diversas propostas que a IBEROL tinha em carteira e, em conjunto com os diversos colaboradores de cada área, definir as tecnologias mais indicadas para o caso em estudo. De seguida actualizou-se a inventariação dos diversos contadores existentes, confirmando a informação existente e detectando as alterações de modo a fornecer a listagem correcta aos fornecedores, para que estes respondam de acordo com as necessidades da IBEROL.

Identificaram-se assim 82 Pontos a monitorizar:

- 39 Contadores de electricidade (39 pontos de energia activa, 1 de reactiva indutiva e 7 de reactiva capacitiva);
- 4 Contadores de gás;
- 23 Contadores de água;
- 8 Contadores de outros fluidos.

A elaboração do caderno de encargos decorreu apenas depois da análise anterior. Tiveram-se em conta as actuais exigências económicas, rentabilizando ao máximo todo o equipamento/infra-estruturas existentes para minimizar o investimento necessário. De acordo com o explicado no tópico 1.3.7.1. *Hardware*, é necessário que a unidade local, muitas vezes denominada por contador, tenha a capacidade de enviar um sinal para o concentrador para integração na unidade remota de recolha e processamento de dados; identificaram-se três grupos de contadores. O primeiro corresponde ao dos contadores electrónicos, que tendo a capacidade de emissão do sinal, apenas necessita da sua ligação e posterior integração no sistema. O segundo grupo corresponde ao dos contadores pré-equipados para a emissão de impulsos, que necessitavam de equipamento para a emissão do impulso. O terceiro grupo corresponde aos contadores mecânicos sem integração possível que terão de ser substituídos por novos contadores preparados para enviarem o sinal.

Após o levantamento das necessidades para cada local a monitorizar, identificaram-se os melhores locais para a concentração dos sinais, tendo em conta o local de cada contador, a melhor

agregação possível, as zonas fabris (locais sem zona ATEX (*ATmosphères EXplosibles*) e o acesso à rede local de comunicações, resultando no seguinte quadro com os diversos locais de concentração.

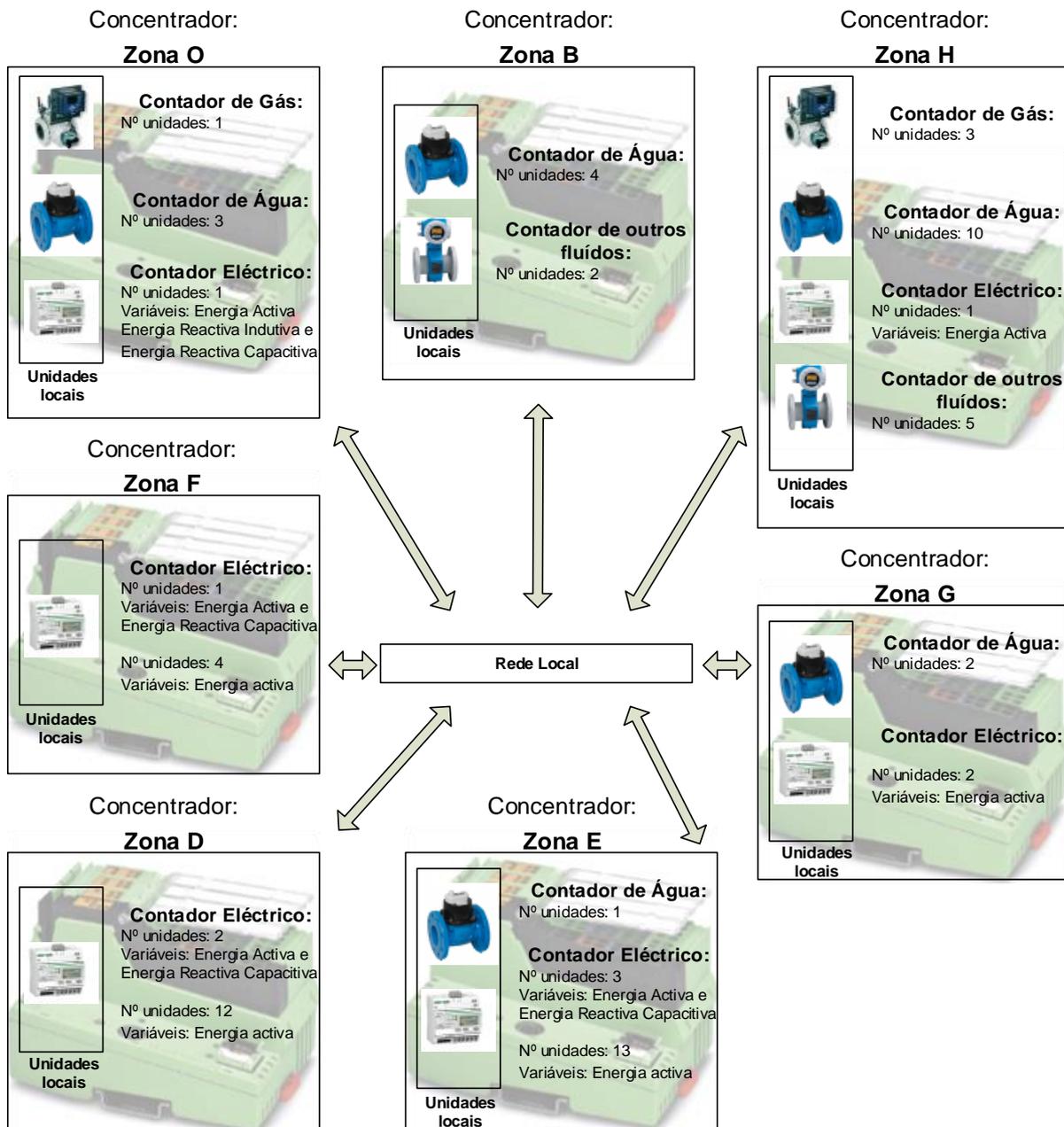


Figura 10 – Locais de concentração e respectivas unidades locais integradas.

No que diz respeito ao sistema de comunicações entre as unidades locais e os concentradores, foi definido que se utilizaria cabo (Cabo LYICY). Como explicado no tópico Sistemas de comunicação, as comunicações via rádio podem sofrer várias interferências e como a IBEROL se localiza junto à linha do Norte, a probabilidade de ocorrerem interferências é elevada, diminuindo a fiabilidade do sistema. Assim, a escolha da comunicação por cabo, apesar de mais cara do que o rádio justifica-se. Foi também definido que a comunicação entre o concentrador e a unidade remota de recolha e processamento de

dados seria efectuada por Cabo UTP (Max. 100 m) ou Cabo de Fibra óptica (>100 m), dependendo das distâncias entre os concentradores e a rede local de comunicações. Esta alternativa possibilita o aproveitamento da infra-estrutura existente, tornando-se na opção mais económica e fiável devido às redundâncias existentes ao longo da Rede Local.

Após o registo das unidades locais que necessitavam de instalação de equipamento e/ou material para que o seu sinal fosse recolhido e enviado para os concentradores que, por sua vez, o disponibilizam à unidade remota de recolha e processamento de dados, identificaram-se as unidades locais que já estavam disponibilizadas nas supervisões das diversas unidades fabris. Para estas unidades apenas será necessário a disponibilização de um ficheiro informático com os dados existentes na respectiva supervisão. Deste modo, estes dados poderão ser integrados na unidade remota de recolha e processamento de dados.

Identificaram-se assim 41 Pontos a monitorizar:

- Fábrica Preparação/Extracção (14 contadores de outros fluidos),
- Fábrica Biodiesel (6 contadores de água e 21 contadores de outros fluidos pertencentes)

Para efeitos de arquivo, será necessário englobar na base de dados da unidade remota de recolha e processamento de dados, dados correspondentes a variáveis de processo das várias fábricas. Identificaram-se assim:

- Cerca 35 variáveis da supervisão do DTS, esta unidade faz parte Fábrica Preparação/Extracção e encontra-se na mesma sala de Supervisão, sendo que têm uma unidade dedicada;
- Cerca de 430 variáveis da restante supervisão da fábrica preparação/extracção;
- Cerca de 250 variáveis da supervisão da fábrica de Biodiesel;
- Cerca de 100 variáveis da futura supervisão da central de vapor, que se encontra em instalação no período que decorreu o presente projecto.

De seguida apresenta-se o quadro resumo de toda a instalação do sistema de monitorização remota.

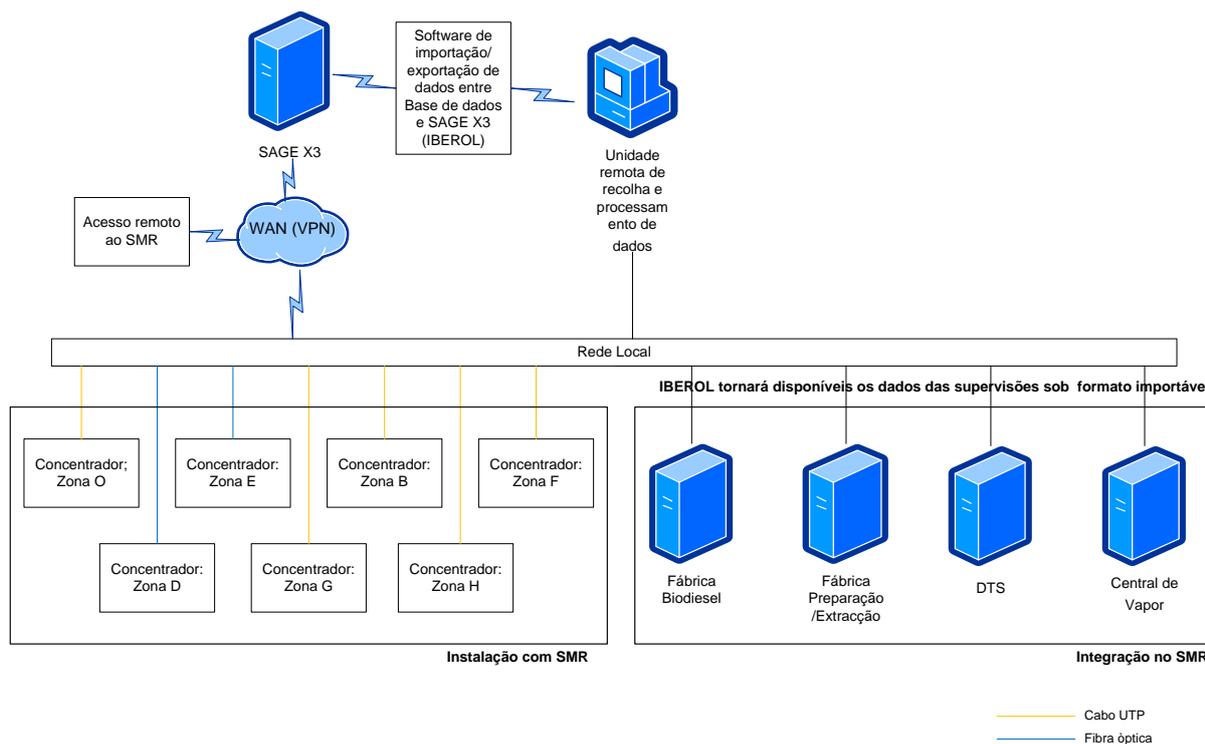


Figura 11 – Quadro resumo instalação do sistema de monitorização remota pretendida pela IBEROL.

Como se observa na figura acima, a IBEROL será responsável pela coordenação necessária entre o fornecedor do sistema de monitorização remota e os fornecedores do ERP (SAGE X3), de forma a que seja possível a integração dos dois sistemas tanto na importação como exportação de dados entre os dois sistemas. Outro aspecto da responsabilidade da IBEROL é a disponibilização dos dados das supervisões, sendo este um projecto que decorre em paralelo com o presente projecto. Nesta fase este projecto encontra-se em desenvolvimento visto que o material informático existente nas supervisões não tem a capacidade de disponibilizar automaticamente os dados provenientes do *software* SCADA directamente para a rede local, estando o apoio técnico informático da IBEROL a trabalhar na melhor solução.

Para cada concentrador efectuou-se uma breve descrição com as unidades locais pertencentes e com o material necessário para respectiva ligação à rede local. Para estas unidades locais realizou-se também uma breve descrição e a intervenção necessária para a disponibilização do sinal ao concentrador correspondente. Posteriormente, fez-se um quadro resumo das unidades locais, de forma a facilitar ao fornecedor a análise do caderno de encargos, permitindo uma resposta menos morosa. Por último, realizou-se um formulário de resposta ao caderno de encargos de modo a que todas as propostas viessem uniformizadas, quer tecnicamente quer quantitativamente, permitindo assim diminuir as interações para esclarecimento de dúvidas e efectuar a comparação técnico-económica mais rápida.

Contactaram-se 9 fornecedores, resultando apenas em 6 propostas elegíveis para o concurso. A partir daqui por questões de confidencialidade, identificaram-se as propostas de A a F, sendo que as propostas B e C foram propostas pelo mesmo fornecedor que as distingue por, apresentarem dois níveis de serviço distintos.

3. Análise técnica das propostas

3.1. Enquadramento

Como foi referido, na elaboração do caderno de encargos referido no ponto 2, uniformizou-se a questão técnica das propostas, para que todos os fornecedores respondessem com propostas equiparáveis com a tecnologia pretendida. Assim sendo, a análise técnica das propostas correspondente à instalação do *hardware*, será realizada apenas a nível das pequenas alterações em relação ao caderno de encargos, não sendo deste modo um factor diferenciador. Em relação ao *software* da unidade remota de recolha e processamento de dados, o caderno de encargos deixou alguma flexibilidade ao fornecedor, tendo-se proposto que o fornecedor diferenciase o seu produto face aos existentes no mercado. Em relação ao período para implementação do SMR, os fornecedores foram informados que este teria que ser ajustado com a IBEROL. De facto, é importante que a acção entre o fornecedor do sistemas de monitorização remota e o fornecedor do (ERP) seja coordenada de modo a que, tal como já foi referido no tópico 2.2. Elaboração do caderno de encargos seja possível a importação e exportação de dados entre estes dois sistemas.

Para uma segunda fase de projecto da implementação do sistema de monitorização remota, será necessário definir pela IBEROL os KPIs pretendidos e outros requisitos a colocar em *software* pelo fornecedor. Estes aspectos serão abordados no tópico 7.2. Trabalho futuro.

3.1.1. Proposta A

A proposta A respondeu à parte técnica do *hardware*, de acordo com o caderno de encargos, tendo apresentado um *software* com base *web*, instalado na unidade remota de recolha e processamento de dados, dedicado ao sistema de monitorização remota, tendo o software as seguintes capacidades:

- **Simulação da factura** – Simulação da factura de energia mensal e emissão de alarmes via *email* se existirem consumos anómalos, ou quebras de serviço, e ou relatórios de consumos predefinidos;
- **Análise histórica** – Para cada unidade de medição/centro de custo será possível a visualização sobre a forma gráfica ou tabela dos valores históricos de consumos. Os relatórios podem ser impressos para as variáveis necessárias, com o período temporal pretendido, onde serão apresentados os consumos e os respectivos custos de acordo com o tarifário da instalação. Estes são calculados automaticamente, e sem a inserção de fórmulas manualmente;
- **KPIs** – Determinação dos consumos específicos e comparação entre diversos centros de custo e diversos turnos;
- **Previsão de consumos** – Comparação dos consumos reais com os consumos previstos;

- **Alteração de tarifários** – Os valores do tarifário para cada período são facilmente alteráveis por um utilizador com autorização para efectuar essa alteração, assim como alterar horários de actuação de equipamentos;
- **Diferentes níveis de acesso** – A entrada é disponibilizada aos utilizadores mediante a introdução de um nome de utilizador e de uma palavra *password*., fornecendo assim diferentes níveis de acesso;
- **Análise ao perfil de carga** – A partir da plataforma desenvolvida será possível a verificação de gráficos de perfil de carga, com a possibilidade de definir o período pretendido a partir de um calendário. Será possível apresentar os valores com um intervalo pretendido pelo utilizador, exportar para excel ou csv esses mesmos dados;
- **Reports** – Os relatórios de custos serão desenvolvidos de acordo com o tarifário em vigor nas instalações, podendo ser modificado sempre que as tarifas se modifiquem;
- **Alertas** – Permite a gestão activa da rede, podendo ser definidos alarmes para cada ponto de medição, pré-definindo consumos base para cada ponto e caso o valor seja ultrapassado numa banda definida são gerados alarmes;
- **Consumos anómalos** – Permite criar fórmulas, que a partir dos pontos de medição existentes, verifiquem possíveis fugas nos contadores de água, gás, outros fluidos, através de resultados de comparação entre consumos à entrada da instalação e consumos parciais, sendo os responsáveis da IBEROL avisados via email das respectivas ocorrências;
- **Consumos anómalos** – A supervisão da energia, principal objectivo do sistema, possibilita, entre outras coisas, a detecção de consumos anómalos que assim podem vir a ser corrigidos.

O fornecedor definiu que a base de dados será em SQL (*Structured Query Language*) com a integração de todos os dados referentes às unidades locais e de produção que serão disponibilizados pela IBEROL.

O sistema de monitorização remota fornecido permite uma futura expansão, bastando para o efeito colocar unidades locais e/ou módulos de entrada de sinais adicionais nos concentradores.

O fornecedor elaborou um diagrama de *Gantt* em que estipulou 12 semanas como o tempo de implementação do sistema de monitorização remota, apresentando 24 meses de garantia de *hardware* e *software*. As condições de pagamento são de 30% com a adjudicação, 40% com a entrega do material em obra e dos restantes 30% com o fim da obra. Tendo proposto um valor de 75.330 € para o projecto, sendo dividido nas parcelas respectivas de acordo com a Figura 12.

3.1.2. Propostas B e C

As propostas B e C são analisadas em conjunto visto que são do mesmo fornecedor apresentando alteração apenas ocorre em alguns pontos na parte do *software*, reflectido na Tabela 3, tendo respondido à parte técnica do *hardware* de acordo com o caderno de encargos. Não fornecem a unidade remota de recolha e processamento de dados, imputando esta responsabilidade à IBEROL, mas definem o equipamento com seguintes requisitos mínimos: i) 6GB RAM, ii) Windows XP com NET3.0 e iii) disco suficiente para as armazenar o volume de dados pretendido.

O fornecedor apresentou um *software* com base *web*, localizado na *cloud*, visto que se trata de um serviço com mensalidades, dedicado ao sistema de monitorização remota, tendo o *software* as seguintes capacidades:

- **Optimização dos consumos energético** – Redução dos custos da empresa através da identificação e correcção de padrões de utilização desadequados e anomalias;
- **Alertas** – Capacidade de assegurar o bom funcionamento da instalação, pela identificação e envio de alertas em caso de anomalias no funcionamento dos equipamentos;
- **Real Time** – Simplificação a gestão de consumos de energia, acedendo tempo real através de plataforma única, de forma simples e sem preocupações;
- **Monitorização de medidas** – Acompanhamento de projectos de eficiência energética, identificando medidas de eficiência, e validação da poupança obtida com a sua implementação através de comparação com histórico;
- **Auditorias energéticas** – Redução de custos com certificações e auditorias energéticas, através da utilização dos contadores integrados no sistema de monitorização remota para realização de certificações e auditorias energéticas.

O fornecedor definiu que a base de dados será em PostgreSQL com a integração de todos os dados referentes às unidades locais e de produção que serão disponibilizados pela IBEROL.

O sistema de monitorização remota fornecido permite uma futura expansão, bastando para o efeito colocar unidades locais e/ou módulos de entrada de sinais adicionais nos concentradores.

O fornecedor definiu através da seguinte tabela factores de diferenciação entre a Proposta B e C.

Tabela 3 – Diferenciação entre a Proposta B e C

		Proposta B	Proposta C
Características gerais	Plataforma online:	X	X
	Contagens parciais:	X	X
	Dados climáticos:	X	X
	Dados de processo/negócio:		X
	Dados de PCS diários:		X
Dashboards	<i>Real Time</i> - análise e <i>baselines</i> :	X	X
	<i>Real Time</i> - previsão de consumos simples:	X	X
	<i>Real Time</i> - previsão de consumos optimizada:		X
	Historial - custos de energia:	X	X
	Historial - simulação tarifária:	X	X
	Historial - performance <i>tracking</i> :	X	X
	Historial - KPIs consumo específico:		X
	<i>Dashboards</i> personalizados:		X
	<i>Dashboards</i> em versão mobile:		X
Reports	Análise de sensibilidade ao perfil de carga:	X	X
	Análise de sensibilidade ao preço da energia:	X	X
	<i>Benchmark</i> inter-cliente:	X	X
	<i>Benchmark</i> intra-cliente:	X	X
	Análise de potência contratada:	X	X
	Personalizados:		X
Alertas	Ausência de consumos:	X	X
	Consumos nulos:	X	X
	Facturação de energia reactiva:	X	X
	Consumos anómalos:	X	X
	Potência elevada:	X	X
	Personalizados:		X

A cruz significa que a funcionalidade está disponível na respectiva proposta.

O fornecedor elaborou um diagrama de *Gantt* em que estipulou 14 semanas como tempo de implementação do sistema de monitorização remota, apresentando 24 meses de garantia de *hardware*. O *software*, como explicado em cima é fornecido como serviço, sendo a assistência responsabilidade do fornecedor. As condições de pagamento é o pagamento integral no final da obra. Tendo proposto um valor de 63.465 € para as propostas B e C, sendo dividido nas parcelas respectivas de acordo com a Figura 12.

3.1.3. Proposta D

A proposta D respondeu à parte técnica do *hardware*, com alguma semelhança ao caderno de encargos, tendo assumido todas as alterações efectuadas entre as quais quantidade de cablagem inferior à exigida pelo caderno de encargos e fornecimento de concentradores com qualidade

semelhante ao exigido no caderno de encargos. O fornecedor apresentou um *software* com base *web* e base Windows, instalado na unidade remota de recolha e processamento de dados, dedicado ao sistema de monitorização remota, tendo o software as seguintes capacidades:

- **Agregação de Dados** – Permite tratar grandes volumes de informação e de distribuídos pelas várias bases de dados e assim extrair relatórios em poucos segundos;
- **Análises** – Elaboração de Análises sobre custos e consumos multicritérios, incluindo aspectos operacionais e de gestão entre os quais: níveis de desempenho, rácios multidimensionais, comparações, previsão de custos e medições personalizadas;
- **Dashboards** – Visualização de leituras instantâneas e acumuladas dos diversos consumos, em formato de tabela ou gráfico, sendo também possível que através das leituras determinar o tempo de standby e de funcionamento de cada um deles;
- **Contagens parciais** – Determinar a qualidade da electricidade medindo a energia activa, potência, energia reactiva indutiva e capacitiva e os consumos nos diferentes pontos de monitorização;
- **KPIs** – Disponibilização de KPI's na versão *Web*
- **Dados de processo/negócio** – capacidade de agregar variáveis do processo produtivo, assim relacionando dados de produção com consumos energéticos associados;
- **Contagens indirectas** – Criar contadores virtuais envolvendo um ou mais contadores através de expressões algébricas;
- **Dados de processo/negócio** – Poder associar cada contador a um determinado centro de custo;
- **Diferentes níveis de acesso** – Do administrador do sistema ter a capacidade de configuração dos contadores do sistema, contadores virtuais, formatação de relatórios, adicionar utilizadores criando vários níveis de acesso, podendo estes apenas ter acessos à visualização de dados e relatórios;
- **Exportação** – Exportação dos dados para Microsoft Excel, Word e HTML.

O fornecedor definiu que a base de dados será em SQL com a integração de todos os dados referentes às unidades locais e de produção que serão disponibilizados pela IBEROL.

O sistema de monitorização remota fornecido permite uma futura expansão, bastando para o efeito colocar unidades locais e/ou módulos de entrada de sinais adicionais nos concentradores.

O fornecedor elaborou um diagrama de *Gantt* em que estipulou 10 semanas como tempo de implementação do sistema de monitorização remota, apresentando 12 meses de garantia de *hardware* e *software*. As condições de pagamento não foram fornecidas. Tendo proposto um valor de 53.213 € para o projecto, sendo dividido nas parcelas respectivas de acordo com a Figura 12.

3.1.4. Proposta E

A proposta E respondeu à parte técnica do *hardware* de acordo com o caderno de encargos, apresentou um *software* com base *web*, localizado na *cloud* mas sendo a IBEROL a proprietária com responsabilidade do pagamento da mensalidade associado ao serviço de alojamento. O alojamento seria dedicado ao sistema de monitorização remota. O software tem as seguintes capacidades:

- **Alertas** – Gerir a alarmística de processo. Monitorização de limites nos consumos com aviso por email e/ou sms de situações anómalas;
- **Potência elevada** – Disponibiliza na *web* informações sobre o estado do sistema de aquisição e indicação de eventuais anomalias existentes, tem a capacidade de disponibilizar a gestão da energia de ponta contratada;
- **Dashboards** – Permitir que os utilizadores construam os seus próprios *dashboards*, disponibilizado informação estática e dinâmica sobre os activos que desejam monitorizar. Os *dashboards* podem ser criados directamente no interface *web*, por utilizadores com permissão para o efeito, permitindo a implementação de vários processos de trabalho de forma intuitiva, bem como efectuar as alterações necessárias para os adaptar. Na proposta está contemplado a especificação de até 2 *dashboards* de monitorização em tempo real no *software*, pela parte do fornecedor;
- **Registo Manual** – Introdução manual de dados, onde neste caso utilizadores autorizados podem recorrer a formulários disponíveis no *software* para registar valores em medidas quaisquer equipamento. A informação registada fica disponível no sistema, podendo ser utilizada em *dashboards* o na análise de dados;
- **Contagens indirectas** – A configuração central das medidas recolhidas e calculadas pelo *software*. Os utilizadores podem facilmente criar novas medidas combinando as já existentes, permitindo uma rápida adaptação a novas exigências de mercado;
- **Alertas** – Permitir a recolha de informação de alarmes existente nos equipamentos. Adicionalmente é também possível definir limites para cada métrica, ou com base em regras definidas pelos utilizadores. A consola de alarmes permite a visualização de alarmes activos. As capacidades de classificação de alarmes permitem definir quais devem ser considerados apenas como notificações. Esta classificação automática permite a filtragem da informação, garantindo aos operadores a possibilidade de se focarem apenas em eventos relevantes. Existe alarmes que podem ser associados aos KPI's;
- **Análises** – O *software* permite aos utilizadores analisar a informação recolhida através das funcionalidades de análise estática e dinâmica de dados. A análise estática permite a disponibilização de um conjunto pré-definido de indicadores em formato tabular. Os utilizadores podem escolher quais os indicadores a visualizar, agregar os dados conforme o nível de hierarquia seleccionado, escolher quais as colunas a visualizar e exportar a informação para Excel. Através da análise dinâmica os utilizadores podem criar gráficos ou tabelas para análise de dados, permitindo análises comparativas. O

sistema permite aos utilizadores escolher o intervalo de tempo, as medidas a incluir criando os seus próprios gráficos detalhados ou tabelas;

- **Diferentes níveis de acesso** – Efectuar a gestão da informação associada a utilizadores do sistema, permitindo o controlo detalhado sobre os privilégios de cada utilizador, podendo assim cada um ter associado um determinado perfil, limitando assim as acções para os quais está autorizado;
- **Hierarquização dos pontos de leitura** – Apresentar uma organização hierárquica das unidades locais, permitindo aos utilizadores a sua localização de forma rápida;
- **Dados de processo/negócio** – Implementar um módulo que permite a agregação de métricas por centro de custo, prevendo as seguintes funcionalidades: importação de cadastro de centros de custo existente em sistema ERP, interface para configuração de regras de associação, onde será possível especificar para cada centro de custo quais as métricas a agregar e os intervalos de tempo em que essas agregações são efectuadas e disponibilização da informação calculada como métricas, podendo as mesmas ser utilizadas em outras funcionalidades do sistema;
- **KPIs** – Implementar um módulo que permite a importação de indicadores de negócio e financeiros existentes no ERP, para posterior utilização no cálculo de KPIs, prevendo as seguintes capacidades: Importação de até 8 indicadores, os indicadores são importados sobre a forma de um valor associado a um determinado intervalo de tempo, a importação de valores não pressupõe qualquer transformação dos mesmos, estes serão importados exactamente como existem no sistema de origem. Assim é possível efectuar o cálculo do KPI baseados em qualquer da informação recolhida. Os KPIs mais relevantes e a sua fórmula de cálculo são disponibilizados de início, no entanto os utilizadores podem alterar essas fórmulas ou definir novos KPIs, de forma a adaptar o sistema a alterações de requisitos de negócio. O motor de cálculo de KPIs é muito flexível, permitindo que os KPIs sejam calculados para vários níveis da hierarquia do sistema;
- **Reports** – Está contemplado na proposta a criação de até 5 relatórios a serem configurados pelo fornecedor.

O fornecedor definiu que a base de dados será em SQL com a integração de todos os dados referentes às unidades locais e de produção que serão disponibilizados pela IBEROL.

O sistema de monitorização remota fornecido permite uma futura expansão, bastando para o efeito colocar unidades locais e/ou módulos de entrada de sinais adicionais nos concentradores.

O fornecedor elaborou um diagrama de *Gantt* em que estipulou 16 semanas como tempo de implementação do sistema de monitorização remota, apresentando 12 meses de garantia para o *hardware* e 3 meses para o *software*. As condições de pagamento são de 45% com a adjudicação, 15% com a entrega e montagem do equipamento e dos restantes 40% com o fim da obra. Tendo proposto um valor de 174.929 € para o projecto, sendo dividido nas parcelas respectivas de acordo com a Figura 12.

3.1.5. Proposta F

A proposta F respondeu à parte técnica do *hardware*, com alguma semelhança ao caderno de encargos tendo assumido todas as alterações efectuadas entre as quais quantidade de cablagem inferior à exigida pelo caderno de encargos e fornecimento de concentradores com qualidade superior ao exigido no caderno de encargos.

O fornecedor apresentou um *software* com base *web*, instalado na unidade remota de recolha e processamento de dados, dedicado ao sistema de monitorização remota, tendo o *software* as seguintes capacidades:

- **Integração de sistemas** – Interfase entre o *software* e o ERP (e outros sistemas), esta funcionalidade terá como base a informação proveniente da importação de dados sobre a produção a partir do ERP e de outros sistemas, através do acesso a ficheiros a disponibilizar pela IBEROL. Esta importação poderá ser efectuada periodicamente ou a pedido, actualizando a informação no sistema de monitorização remota, sendo que depois de tratar a informação deixa a disponível em base de dados para ser partilhada;
- **KPIs** – Criação de KPIs permitindo uma melhor compreensão do processo;
- **Consumos fixos** – Permite identificar factores primários que têm impacto na eficiência energética dos activos existentes, identificando da mesma forma a energia gasta durante períodos não produtivos;
- **Custos de energia** – Permite entender o impacto económico do consumo de energia em operação;
- **Alertas** – Criação de *triggers* automáticos que desencadeiem tarefas para tomada de decisão;
- **Dashboards e relatórios personalizados** – Monitorização em tempo-real e análise, a solução apresentada permitirá efectuar análise avançada dos dados recolhidos e contextualizados através de relatórios e *dashboards* dinâmicos, apresentando de forma intuitiva a informação crítica. Esta informação poderá ser consultada através dos computadores existentes, sem necessidade de instalação de nenhuma aplicação específica. Serão desenvolvidos ecrãs e relatórios adaptados aos diversos tipos de funcionalidades e utilizadores. Assim, os utilizados, com acesso mediante autenticação, poderão aceder a *dashboards* de *Business Intelligence* e com a capacidade *drill-down* e relatórios configuráveis;

Como plataforma para o *software* apresentado, utiliza um *software* de gestão de operações e performance em tempo-real, que permite a tomada de decisão com confiança, melhorando assim os processos. Através de recolha de dados não intrusivos de fontes dispersas de informação, em conjunto com a sua capacidade analítica e distribuição de informação personalizada, proporcionando inteligência no momento certo, constituído a fundação de um processo de tomada de decisão, conduzindo à produtividade. Sendo que o *software* é disponibilizado por módulos, sendo o módulo proposto a

IBEROL corresponde apenas ao sistema de monitorização remota. Tendo futuramente a possibilidade de adquirir novos módulos com a capacidade de suporte à decisão, à produção, à qualidade e planeamento.

O fornecedor definiu que a base de dados será em SQL com a integração de todos os dados referentes às unidades locais e de produção que serão disponibilizados pela IBEROL.

O sistema de monitorização remota fornecido permite uma futura expansão, bastando para o efeito colocar unidades locais e/ou módulos de entrada de sinais adicionais nos concentradores.

O fornecedor elaborou um diagrama de *Gantt* em que estipulou 12 semanas como tempo de implementação do sistema de monitorização remota, apresentando 12 meses de garantia de *hardware* e *software*. As condições de pagamento são de 25% com a adjudicação, 25% com a aprovação da análise funcional, 40% com a evolução das montagens, 10% com o fim da obra. Tendo proposto um valor de 118.515 € para o projecto, sendo dividido nas parcelas respectivas de acordo com a Figura 12.

3.1.6. Proposta G

A proposta G respondeu à parte técnica do *hardware*, com alguma semelhança ao caderno de encargos tendo assumido todas as alterações efectuadas entre as quais as unidades locais relacionadas com as contagens de energia, de qualidade superior à exigida no caderno de encargos sendo que os concentradores são também de qualidade superior ao exigido pelo caderno de encargos.

O fornecedor apresentou um *software* com base *web*, instalado na unidade remota de recolha e processamento de dados, dedicado ao sistema de monitorização remota, tendo o software as seguintes capacidades:

- **Plataforma online** – Permite o acesso remoto de Clientes *Web* para visualização dos dados relevantes do Sistema. O utilizador pode aceder aos dados sem ser necessário instalar *software* adicional;
- **Análise de sensibilidade ao preço da energia** – Criar o sistema tarifário personalizados de modo a calcular os custos efectivos de energia. Este sistema terá em conta as estações do ano, fins-de-semana, dias especiais e dias feriados;
- **Dashboards personalizados** – Disponibilizar a informação de forma gráfica dos sistema, incluindo unifilares, mapas de localização, plantas de piso e representações de equipamentos;
- **Reports personalizados** – Gerar manualmente ou automaticamente relatórios. É possível gerar relatórios a partir do Excel usando ferramentas incluídas na base do *software* de geração de relatórios. Serão efectuados relatórios de energias que combinam múltiplos dispositivos e grandezas;
- **Alertas** – visualizar e parametrizar eventos e alarmes. É possível ao utilizador parametrizar um número ilimitado de alarmes, como exemplo baixa ou alta tensão de barramento, potência excedida, etc. Sendo também possível ter uma completa

personalização de histórico de eventos/alarmes, limitar a consulta por utilizador ou por prioridade de alarme;

- **Diferentes níveis de acesso** – aceder ao sistema será necessário a introdução de uma palavra passe. Utilizadores com permissão de supervisor podem adicionar e remover utilizadores. Existindo cinco níveis de acesso que vão deste permitir apenas visualização das grandezas até ao nível de Supervisor que permite o controlo completo do sistema;
- **Optimização energética** – verificar a operacionalidade dos equipamentos do sistema, monitorizando e otimiza proactivamente a instalação eléctrica;
- **Manutenção** – apoia à manutenção proactiva e prolonga a vida útil dos equipamentos, dados em tempo real e histórico revelam relação entre equipamentos e as condições que afectam a estabilidade.

O *software* tem a capacidade de desenvolver os seguintes pressupostos, sendo que o *hardware* proposto para a IBEROL não suporta:

- **Qualidade da energia** – melhorar a resposta aos problemas originados pelo fornecedor de energia, verificando as actividades normais da rede e fornecendo informações para ajudar a avaliar os problemas de forma proactiva, tendo a capacidade de diferenciar entre problemas eléctricos e mecânicos e ainda permite validar se a qualidade da energia esta em conformidade com o contracto com o fornecedor, analisa e verifica métricas para garantir os comprimentos dos níveis de qualidade de energia definidos;
- **Potência contractadas** – alavancar a capacidade da infra-estrutura e evita a sobrecarga da instalação, revela valores actuais e histórico de carga e determina se a infra-estrutura existente admite novos equipamentos;
- **Deslastre** – reduzir a potência tomada horas ponta e as penalidades do factor de potência, identificando a localização de um factor de potência baixo e justifica medidas para a sua melhoria, alertas sobre níveis de potência, analisa as tendências para identificar a redução da procura.

O fornecedor definiu que a base de dados será em SQL com a integração de todos os dados referentes às unidades locais e de produção que serão disponibilizados pela IBEROL.

O sistema de monitorização remota fornecido permite uma futura expansão, bastando para o efeito colocar unidades locais e/ou módulos de entrada de sinais adicionais nos concentradores.

O fornecedor elaborou um diagrama de *Gantt* em que estipulou 28 semanas como tempo de implementação do sistema de monitorização remota, apresentando 24 meses de garantia de *hardware* e *software*. As condições de pagamento são de 40% com a adjudicação, 50% com a entrega do material em obra e dos restantes 10% com o fim da obra. Tendo proposto um valor de 89.108 € para o projecto, sendo dividido nas parcelas respectivas de acordo com a seguinte figura.

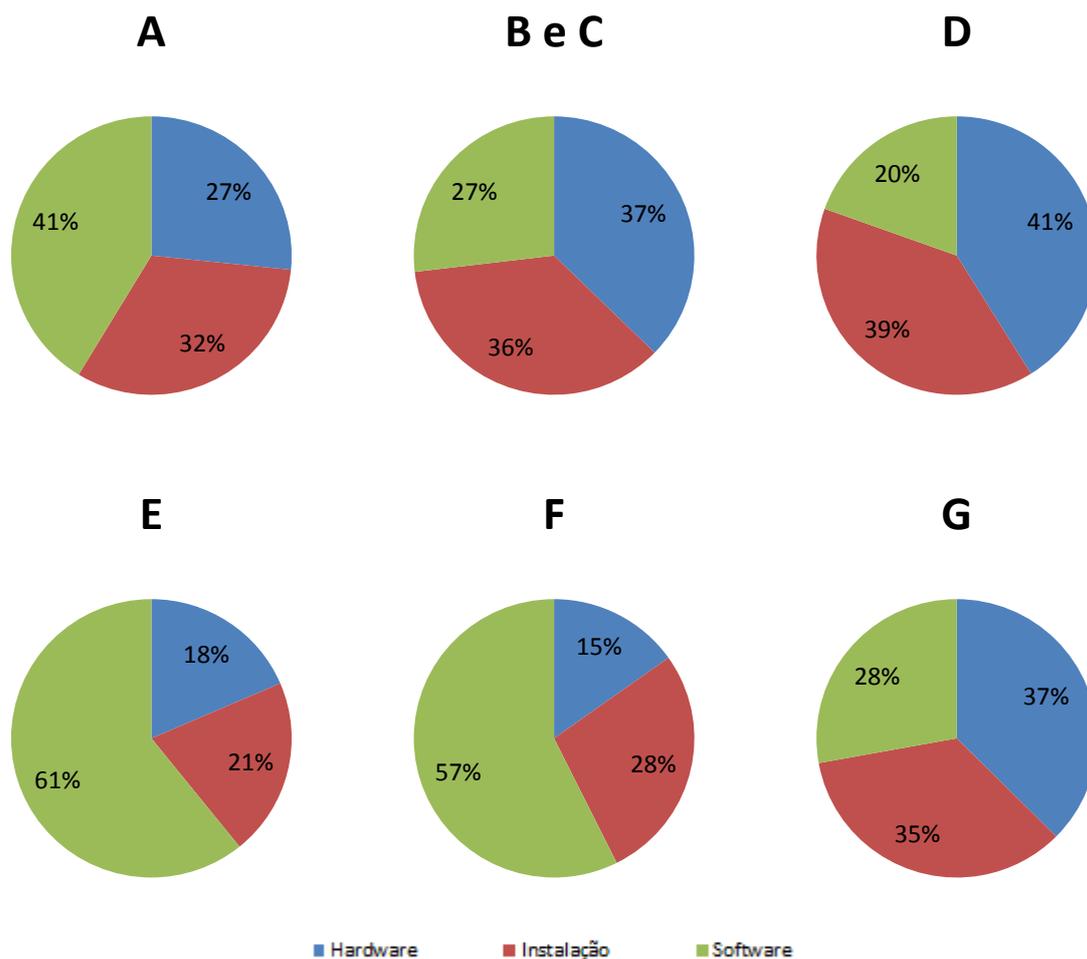


Figura 12 – Parcelas do investimento das várias propostas.

Através de uma análise preliminar à figura anterior observa-se que a Proposta D é a que tem a maior parcela de investimento para o *Hardware* e instalação. A proposta E é a que requer um maior investimento em *Software* do que em qualquer dos outros itens já referidos anteriormente, sendo seguida pela proposta F.

3.2. Comparação da análise técnica das propostas

A análise das diversas propostas recebidas permitiu verificar que a descrição do *software* efectuada pelos fornecedores era bastante diversificada. Assim, tornou-se necessário criar um critério para comparação das diversas propostas, cruzando a informação fornecida com os critérios de selecção definidos no tópico 1.3.7.2. *Software* do presente trabalho. A tabela seguinte permite assim a comparação das potencialidades do *software* e será utilizada no tópico 5. Hierarquização de propostas. O preenchimento de tabela foi realizado pela IBEROL, sendo que cada fornecedor validou a informação. A descrição de cada ponto encontra-se no Glossário.

Tabela 4 – Comparação das potencialidades relacionadas com o Software.

		Propostas						
		A	B	C	D	E	F	G
Características gerais	Plataforma <i>online</i> :	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Contagens parciais:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Dados climáticos:	Sim condicionado	Sim	Sim	Sim condicionado	Sim condicionado	Sim condicionado	Não
	Dados de processo/negócio:	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
	Dados de PCS diários:	Não	Não	Sim	Sim condicionado	Sim condicionado	Sim condicionado	Sim
	Software é escalável:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dashboards	Têm nº limitado de utilizadores:	Não	Não	Não	Não	Não	Não condicionado	Não condicionado
	<i>Real Time</i> - análise e <i>baselines</i> :	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	<i>Real Time</i> - previsão de consumos simples:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim condicionado	Não
	<i>Real Time</i> - previsão de consumos otimizada:	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim condicionado	Não
	Historial - custos de energia:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Historial - simulação tarifária:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim condicionado	Sim	Sim
	Historial - performance <i>tracking</i> :	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
	Historial - KPIs consumo específico:	Sim	Não	Sim	Sim	Sim condicionado	Sim	Sim
	<i>Dashboards</i> personalizados:	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>Dashboards</i> em versão mobile:	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim condicionado	
Reports	Análise de sensibilidade ao perfil de carga:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
	Análise de sensibilidade ao preço da energia:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	<i>Benchmark</i> inter-cliente:	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
	<i>Benchmark</i> intra-cliente:	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
	Análise de potência contratada:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Personalizados:	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Alertas	Ausência de consumos:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Consumos nulos:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Facturação de energia reactiva:	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
	Consumos anómalos:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Potência elevada:	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Personalizados:	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Na uniformização efectuada definiu-se que se a proposta responder por completo ao item a palavra correspondente será “Sim”; caso exista um número limitado de opções propostas aparecerá

“Sim condicionado” e, por último, se não responder por completo ao item terá “Não”. A única excepção é no item “Têm nº limitado de utilizadores”, em que se utiliza a referência de número limitado de opções e aparece “Não condicionado”.

Devido à sua importância para a análise e hierarquização das propostas e tal como foi elaborado para o *software*, criou-se a seguinte tabela para maior facilidade de análise dos itens gerais das diversas propostas.

Tabela 5 – Comparação dos itens gerais.

	Propostas						
	A	B	C	D	E	F	G
Tempo de total de instalação (semanas)	12	14	14	10	16	12	28
Garantia Equipamento (meses)	24	24	24	12	12	12	24
Garantia Software (meses)	24	60 ⁽¹⁾	60 ⁽¹⁾	12	3	12	24
Condições de pagamento	1.238 €	0 €	0 €	984 € ⁽²⁾	2.471 €	2.057 €	3.989 €

Nota:

- (1) – O *software* é fornecido como um serviço, sendo o fornecedor sempre responsável pelo bom funcionamento deste. Foi considerada esta premissa para toda a avaliação do projecto (5 anos).
- (2) – O fornecedor não disponibilizou as condições de pagamento, admitindo-se que o valor correspondente teria de ser todo liquidado com a adjudicação do projecto.

Para as condições de pagamento considerou-se a não rentabilidade do dinheiro, desde que este é aplicado no projecto até ao tempo em que o sistema de monitorização remota esteja concluído. Desta forma, obtém-se um valor monetário possível de comparação, sendo este considerado um custo de oportunidade. Apesar deste tópico estar mais relacionado com o 4. Análise económica das propostas, este não foi discutido com os fornecedores, estando previsto apenas para a 2ª fase quando a administração da IBEROL seleccionar as melhores propostas que prosseguirem em concurso. Por esta razão, nesta fase, este item não deve ter grande relevância para a análise económica, tendo sido decidido incluí-lo no presente tópico.

4. Análise económica das propostas

4.1. Pressupostos

Para realizar a análise económica da implementação do sistema de monitorização remota, foi necessário definir vários pressupostos, conforme se descrevem de seguida.

Para este projecto definiu-se um período de amortização de 5 anos, devido à elevada desactualização do material informático (Ex. Unidade remota de recolha e processamento de dados e concentradores).

Consideraram-se os valores base de 2015 (ano zero) correspondendo ao ano em que é efectuado o investimento.

Como proveitos resultantes da implementação do projecto, tal como referido no tópico 1.3.5. Vantagens quantitativas de um sistema de monitorização remota, admitiu-se que a implementação do sistema de monitorização remota permitiria, no mínimo, gerar uma poupança de 1,5% face ao consumo de energia primária, actual. De referir que este valor é inferior aos 3% referidos na literatura, [10] e que não se considera qualquer tipo de investimento adicional para se obter o referido valor de poupança.

Tendo em conta a dimensão do investimento a realizar (superior a 50000€) considerou-se ser necessário recorrer a financiamento. Assim, admitiu-se que todo o custo associado a este financiamento estava sujeito a taxa única de 11,5%¹ ao ano, sendo que 1,5%¹ corresponde à taxa de juro sem risco e 10%¹ corresponde ao Prémio de risco de mercado (*spread*).

Após o término do período de garantia do fornecedor, definiu-se uma taxa de 5%¹ da parcela do investimento correspondente ao equipamento, que corresponde ao custo da manutenção anual do *hardware*. Da mesma forma, definiu-se 5%¹ da parcela do investimento correspondente ao *software*, correspondendo assim ao custo da manutenção anual para garantir toda a funcionalidade do *software* e a correcta recolha de informação por parte da unidade remota de recolha e processamento de dados.

Actualizaram-se as componentes proveitos e a manutenção com a taxa de inflação, sendo que o valor utilizado para a taxa de inflação, dadas as circunstâncias económicas em que se enquadra o presente projecto, foi de 0%¹.

Após a determinação dos proveitos e custos associados ao projecto, foi necessário calcular os resultados antes dos juros e impostos, EBIT (*Earnings Before Interest and Taxes*). A este valor deduziu-se uma taxa de imposto definida de 25%¹ (EBIT(1-t)) para posterior determinação dos *cash-flows* de cada proposta. Neste projecto não foram consideradas variações de necessidades de fundo de maneo.

Determinaram-se os *cash-flows* anuais e actualizou-se cada um para o ano de investimento (ano zero) com a taxa de actualização que tem como componentes: a taxa de rendimento real, que corresponde à remuneração real sem risco; a taxa correspondente ao prémio de risco, que corresponde à taxa que varia com a evolução económica, financeira, global e sectorial do projecto, bem como com o montante total envolvido no projecto e por último a taxa de inflação de 0%¹ tendo-se obtido o valor 11,5%¹ para taxa de actualização.

Após a actualização dos *cash-flows*, determinaram-se os *cash-flows* acumulados em que o valor correspondente ao último ano de projecto, é igual ao VAL (Valor Actual Líquido), permitindo assim analisar o valor actual (na altura de arranque do projecto) dos *cash-flows* gerados no futuro e consequentemente o valor do projecto.

Determinou-se igualmente a TIR (Taxa Interna de Rentabilidade), que corresponde à taxa de actualização utilizada na actualização dos *cash flow* anuais que iguala o VAL a zero, ou seja, representa a taxa de rentabilidade máxima do projecto.

Por último, determinou-se o *Payback* (Período de recuperação do investimento) que corresponde ao período decorrido entre o investimento e o momento em que os *cash-flows* acumulados passam de valores negativos para positivos.

Em seguida são descritas as propostas B,C e E que não se enquadraram nos pressupostos anteriores.

4.1.1. Proposta B e C

Para se poder comparar as propostas B e C com as restantes tornou-se necessário definir um valor para a unidade remota de recolha e processamento de dados que, como foi referido anteriormente, não se encontra na proposta do fornecedor. O valor considerado foi igual à média das restantes propostas.

Por outro lado, no item manutenção anual do *hardware* apenas se considerou a necessidade de contabilizar 5% ¹ do investimento inicial em equipamento. O *software* é fornecido sob a forma de serviço, com uma modalidade de pagamento através de mensalidades que já incluem os custos associados à manutenção.

Actualizou-se o valor das mensalidades, após o término dos contractos propostos, com a taxa de inflação de 0% ¹ acima referida.

Definiu-se uma perpetuidade associada às mensalidades do *Software* para o sistema de monitorização remota, de forma a uniformizar as propostas que fornecem o equipamento com o pagamento único de aquisição de serviço e as que requerem as mensalidades ao longo da vida do projecto.

4.1.2. Proposta E

Actualizou-se o valor das mensalidades, após o término dos contractos propostos, com a taxa de inflação de 0% ¹.

Definiu-se uma perpetuidade associada às mensalidades do alojamento num servidor externo do *Software* para o de sistema de monitorização remota, de forma a uniformizar as propostas que fornecem o equipamento com o pagamento único de aquisição de serviço e as que requerem as mensalidades ao longo da vida do projecto.

4.2. Avaliação do investimento

Após a definição dos pressupostos anteriores, tornou-se possível efectuar a avaliação do investimento, obtendo-se a seguinte tabela.

Tabela 6 – Resultados obtidos da avaliação do investimento.

	Propostas						
	A	B	C	D	E	F	G
Investimento	75.330 €	63.465 €	63.465 €	53.213 €	174.929 €	118.515 €	89.108 €
VAL	71.439 €	47.696 €	28.131€	99.210 €	-75.151€	12.872 €	53.880 €
Payback (meses)	26,2	24,6	26,5	17,4	(1)	52,4	32,9
TIR	45,5%	43,4%	34,3%	74,0%	-8,6%	15,8%	34,0%

Nota:

(1) – Proposta não tem *Payback* no período de avaliação do projecto (5 anos).

A análise da tabela anterior permite, verificar que, de acordo com os indicadores utilizados, a proposta E é a que apresenta menor interesse e a proposta D é a mais interessante. Sendo esta análise resultante unicamente da avaliação económica, é ainda necessário considerar a parte técnica o que será efectuado no próximo tópico.

5. Hierarquização de propostas

5.1. Critérios e sua ponderação

Para a hierarquização das diversas propostas definiram-se critérios técnicos e económicos, utilizando como base as tabelas resumo apresentadas nos tópicos 3.2. Comparação da análise técnica das propostas e 4.2. Análise económica das propostas, tendo-se definido três critérios para avaliação final: Critérios económicos, critérios gerais e critérios de *software*. Assim, como critérios económicos utilizou-se a avaliação do investimento com uma ponderação na hierarquização final de 50%. Como critérios técnicos utilizaram-se os critérios gerais (tempo de implementação, garantia de hardware e software e condições de pagamento) atribuiu-se uma ponderação de 10% e os critérios de *software* (que inclui as características gerais, *dashboards*, *reports* e alertas), a valerem na sua globalidade uma ponderação global de 40%. É de referir que nos critérios técnicos não foi utilizada a componente *Hardware* porque, como foi referido no tópico 2.2. Elaboração do caderno de encargos, na elaboração do caderno de encargos uniformizou-se a componente de *hardware*, não existindo por isso características diferenciadoras que pudessem ser utilizadas como critério.

A ponderação estabelecida de acordo com a IBEROL para cada item dos critérios económicos é apresentado na Tabela 7, não se tendo por isso efectuado análise de sensibilidade a estes valores. Como é possível verificar, considerou-se uma ponderação igual para os itens que são todos igualmente importantes. Na coluna *Target* da Tabela 7 apresenta-se o objectivo pretendido em que “-” indica que se pretende minimizar o item e “+” indica que se pretende maximizar o item.

Tabela 7 – Ponderação dos itens dos critérios económicos.

Critérios económicos	Ponderação	Target
Investimento	25%	-
VAL	25%	+
<i>Payback</i> (meses)	25%	-
TIR	25%	+
Total	100%	

A ponderação definida para cada item dos critérios gerais é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Ponderação dos itens dos critérios gerais.

Critérios Gerais	Ponderação	Target
Tempo de implementação (semanas)	25%	-
Garantia <i>Hardware</i> (meses)	25%	+
Garantia <i>Software</i> (meses)	25%	+
Condições de pagamento	25%	-
Total	100%	

Tal como apresentado na Tabela 7 para os critérios económicos, considerou-se a mesma ponderação para todos os itens dos critérios gerais devido à semelhança existente entre eles. De facto, para as garantias, por exemplo, o sistema de monitorização remota tanto pode estar indisponível por uma avaria a nível do *Hardware* como do *Software*. O objectivo a atingir para cada item é apresentado na coluna *Target*.

Nos critérios de *software* apresentados na Tabela 9 definiram-se 4 itens. Características gerais, *Dashboards*, *Reports* e Alertas, contribuindo cada um deles com uma ponderação de 25% para o total.

Tabela 9 – Ponderação dos itens dos critérios do *software*.

	Crítérios do <i>Software</i>	Ponderação	<i>Target</i>
Características gerais (25%)	Plataforma online:	20%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Contagens parciais:	20%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Dados climáticos:	5%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Dados de processo/negócio:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Dados de PCS diários:	10%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	<i>Software</i> é escalável:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Têm nº limitado de utilizadores:	15%	(Não=100%;Não condicionado=50%;Sim=0%)
	Total	100%	
<i>Dashboards</i> (25%)	Real Time - análise e <i>baselines</i> :	18%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Real Time - previsão de consumos simples:	10%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Real Time - previsão de consumos optimizada:	10%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Historial - custos de energia:	10%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Historial - simulação tarifária:	10%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Historial - performance <i>tracking</i> :	10%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Historial - KPIs consumo específico:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	<i>Dashboards</i> personalizados:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	<i>Dashboards</i> em versão mobile:	2%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Total	100%	
<i>Reports</i> (25%)	Análise de sensibilidade ao perfil de carga:	20%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Análise de sensibilidade ao preço da energia:	20%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	<i>Benchmark</i> inter-cliente:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	<i>Benchmark</i> intra-cliente:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)

	Análise de potência contratada:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Personalizados:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Total	100%	
Alertas (25%)	Ausência de consumos:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Consumos nulos:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Facturação de energia reactiva:	20%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Consumos anómalos:	20%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Potência elevada:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Personalizados:	15%	(Sim=100%;Sim condicionado=50%;Não=0%)
	Total	100%	

Como é possível verificar na Tabela anterior, dentro das características gerais, definiu-se uma ponderação mais elevada para os itens “Plataforma online” e “Contagens Parciais”. De facto, foi decidido dar maior importância ao acesso e ao nível de detalhe da informação fornecida pelo *software*. O item “Dados climáticos” foi considerado o menos relevante visto que consiste numa métrica para confirmação das condições climáticas necessárias ao correcto funcionamento de determinados equipamentos.

Nos itens do tópico *Dashboards*, definiu-se uma ponderação mais elevada para os itens “*Real Time - análise e baselines*,” *Historial - KPIs consumo específico* e “*Dashboards personalizados*”. De facto, o *core* do sistema de monitorização remota é a monitorização em tempo real e a comparação com períodos homólogos e/ou consumos específicos existentes no histórico, devendo esta análise ser efectuada de preferência em *Dashboards* adaptadas à realidade da IBEROL e por isso mais *User friendly*. O item “*Dashboards em versão mobile*” não é muito determinante para o funcionamento do *software*, visto que a existência de uma “Plataforma Online”, também permite o acesso via *smartphones* e *tablets*.

Para os itens pertencentes ao tópico “*Reports*” definiu-se uma maior ponderação para os itens “Análise de sensibilidade ao perfil de carga” e “Análise de sensibilidade ao preço da energia”, visto que estes dois itens têm a capacidade de permitir prever a forma mais energeticamente económica para o planeamento da produção, definindo os melhores períodos para a laboração e permitindo escolher as melhores propostas para o fornecimento de energia, respectivamente.

Dentro do tópico Alertas, atribui-se aos itens “Facturação de energia reactiva” e “Consumos anómalos” a ponderação mais elevada porque, um aumento nestes itens resulta num aumento na facturação de energia e quanto mais rápido for a detecção do problema e sua resolução, menor impacto terá na factura de energia.

Por último, na coluna *Target* apresenta-se a valorização atribuída para cada resposta possível (sim, não, sim condicionado, não condicionado).

5.2. Hierarquização

Depois dos critérios definidos e hierarquizados de acordo, com o tópico anterior, realizou-se a hierarquização das propostas com base nos critérios económicos, gerais e de *software*.

Para efectuar esta hierarquização, desenvolveu-se uma folha de cálculo em Excel, considerada confidencial, que ficou na posse da IBEROL e que foi desenvolvida de modo a poder ser utilizada para em avaliações futuras. Para ilustrar a metodologia seguida apresenta-se, a título de exemplo, o procedimento utilizado para efectuar a hierarquização das propostas no que diz respeito ao investimento total. Assim, começou por se identificar a proposta a que correspondia o investimento mínimo (I_{min}) que é, obviamente, o *target* sendo-lhe por isso atribuído o valor de 100%. Para as restantes propostas, é calculado o quociente entre o respectivo investimento, I_{pro} , e o investimento mínimo ou seja $(I_{min}/I_{pro}) \times 100$ que deu origem aos valores apresentados na Figura 13. Na Figura 14 apresenta-se esta mesma análise efectuada para todos os itens dos critérios económicos, tendo em consideração que, ao contrário do investimento e do tempo de *payback*, para a VAL e TIR o valor de 100% é atribuído à proposta que apresenta o valor máximo destas variáveis.

Por último, a Figura 15 resulta da aplicação dos factores de ponderação apresentados na Tabela 7. Assim, para o Investimento total, por exemplo, os valores de $(I_{min}/I_{pro}) \times 100$ têm agora que ser multiplicados por 0,25 resultando, por exemplo, para a melhor proposta o valor de 25% (que neste caso é a proposta D).

5.2.1. Hierarquização utilizando critérios económicos

Como foi referido anteriormente, a forma como foi construído o caderno de encargos, disponibilizando aos fornecedores um formulário pré-estabelecido, permitiu entre outras, quantificar o investimento em três parcelas: o Hardware, que corresponde a toda a parte física do projecto com excepção da unidade remota de recolha e processamento de dados; a instalação que corresponde à instalação do *Hardware* e, por último, o investimento em *Software* que inclui o *Software*, o desenvolvimento necessário para satisfazer as necessidades da IBEROL e a unidade remota de recolha e processamento de dados. Uma vez que na hierarquização das propostas se considerou apenas o investimento total, as três parcelas do investimento não foram utilizadas na Hierarquização. Contudo, a Figura 13 apresenta uma análise simplificada que permite a identificação das propostas mais competitivas em cada uma das parcelas referidas anteriormente.

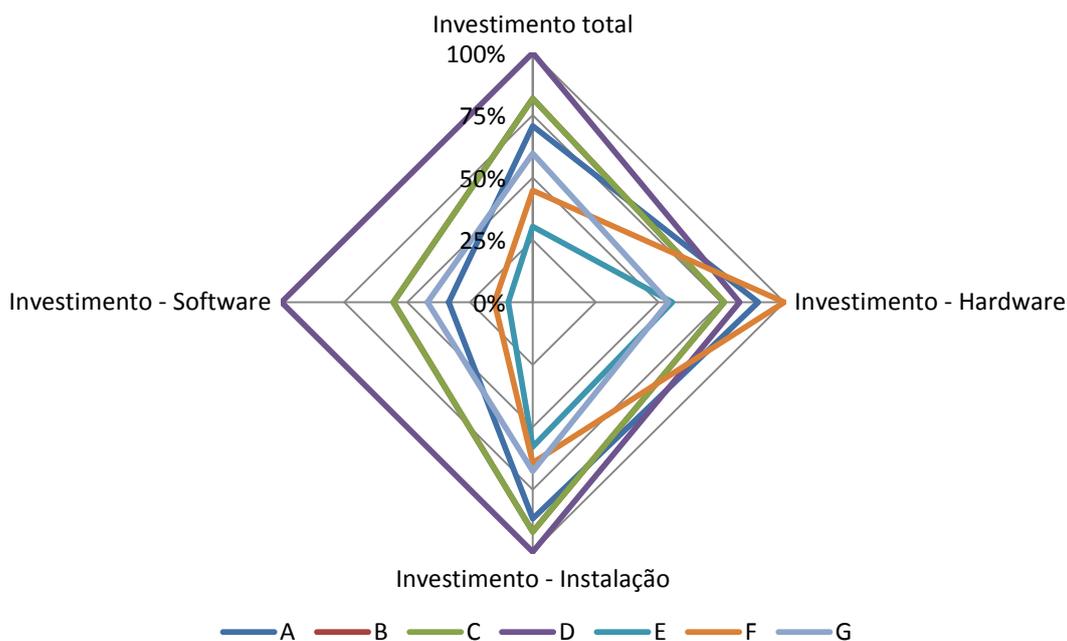


Figura 13 – Análise da componente investimento das propostas.

Através da análise da figura anterior observa-se que a proposta D é mais competitiva nas parcelas de *Software* e *Instalação*, sendo a terceira mais competitiva a nível de *Hardware*. As propostas B e C estão sobrepostas, sendo as segundas mais competitivas a nível do investimento, da instalação e do *Software*. É de referir que esta análise não contempla as mensalidades do *Software*, visto que não fazem parte do investimento inicial. Por esta razão, na Hierarquização utilizaram-se os resultados obtidos na análise económica, uma vez que esta utiliza todos os pressupostos necessários. As propostas B e C ocupam o quarto lugar no *Hardware*. Por outro lado, a proposta F é a mais competitiva em *Hardware*, sendo a penúltima em todas as outras parcelas. A proposta E é a menos competitiva em todos os itens, apesar de, como referido não se terem considerado as mensalidades relativas ao alojamento do *Software*. A proposta G é a menos competitiva no item *Hardware*.

A Figura 14 apresenta os resultados obtidos na avaliação dos critérios económicos das diversas propostas.

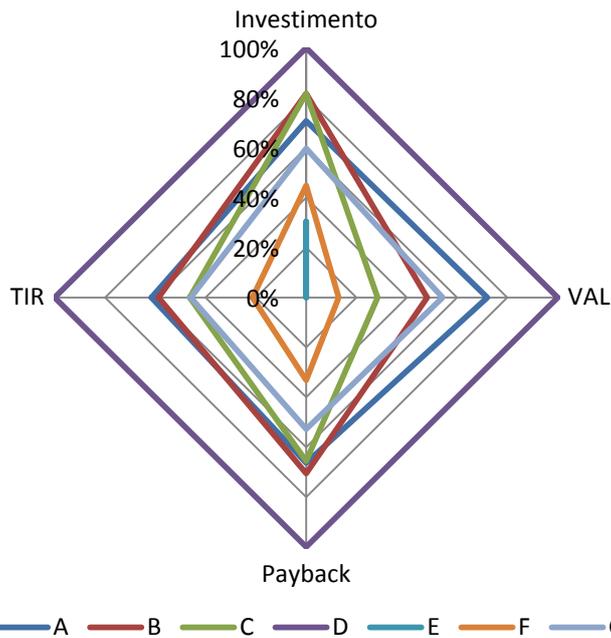


Figura 14 – Análise dos critérios económicos das propostas.

Através da análise da figura anterior observou-se que a proposta D tem os melhores indicadores em todos os critérios económicos, enquanto a proposta mais desfavorável é a E. Esta última não apresenta valores aceitáveis dentro do período de projecto para os critérios de *payback*, VAL e TIR e apresenta o valor mais desfavorável para o item investimento.

A Figura 15 apresenta a hierarquização das propostas com base nos critérios económicos efectuada de acordo com os factores de ponderação de cada item apresentado na Tabela 7.

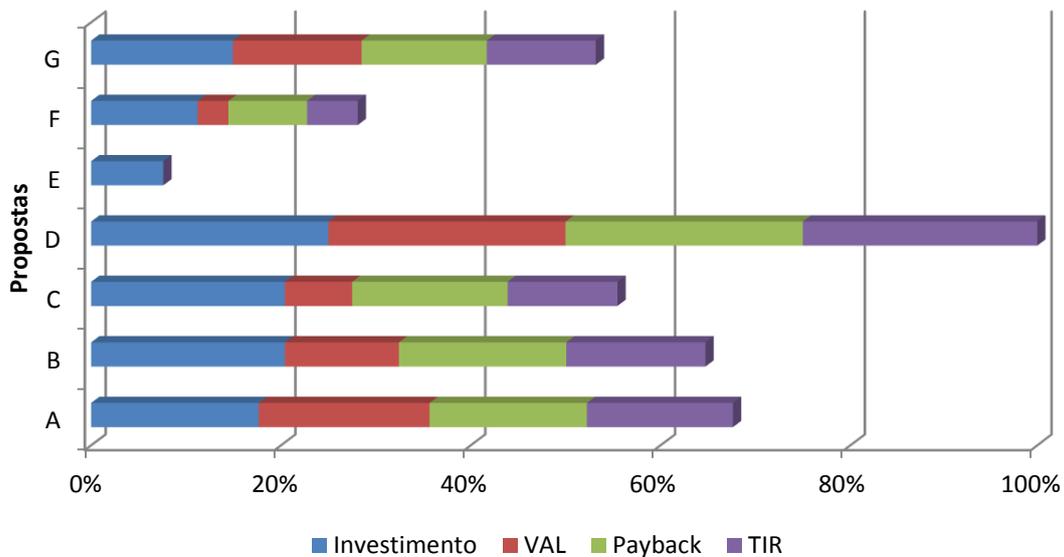


Figura 15 – Hierarquização para os critérios económicos das propostas.

Tal como na Figura 14, observa-se que a proposta D apresenta uma classificação de 100% porque é a melhor proposta em todos os itens dos critérios económicos. Em segundo e terceiro lugar estão as propostas A e B que apresentam um valor de cerca de 68% e 65% respectivamente. A proposta com a pior classificação é a proposta E que apresenta um valor de cerca de 8%.

5.2.2. Hierarquização utilizando critérios gerais

A Figura 16 apresenta os resultados obtidos na avaliação dos critérios gerais das diversas propostas.

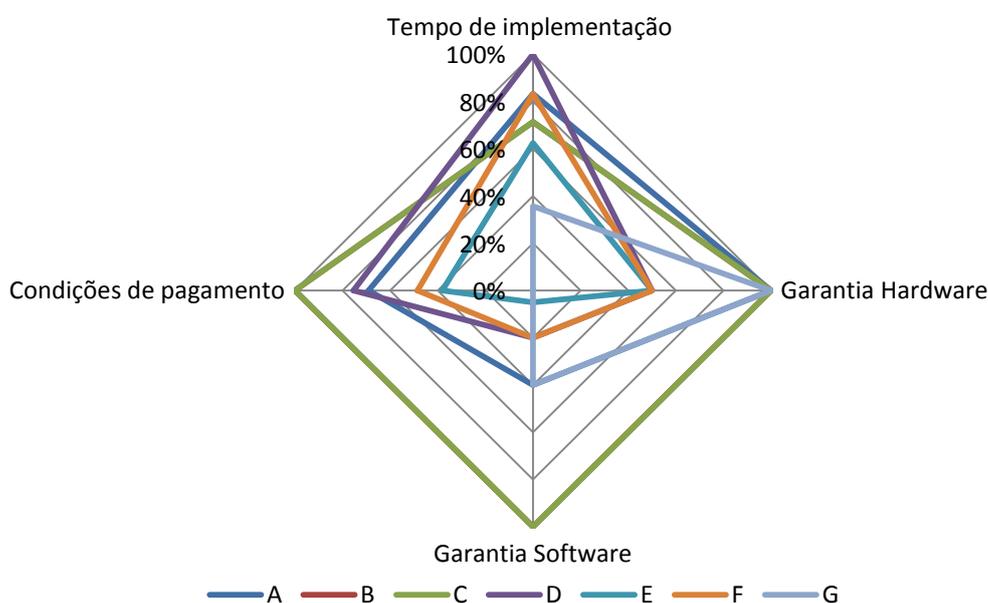


Figura 16 – Análise dos critérios gerais das propostas.

Através da análise da figura anterior verifica-se que a proposta B e C apresentam a melhor classificação em todos os itens dos critérios gerais, com excepção do tempo de implementação em que ocupam a quarta posição. A proposta G é a que menos satisfaz nos itens condições de pagamento e tempo de implementação, sendo a proposta E a pior nas condições de pagamento.

Utilizando os factores de ponderação para cada item dos critérios gerais apresentados na Tabela 8, obteve-se a seguinte figura.

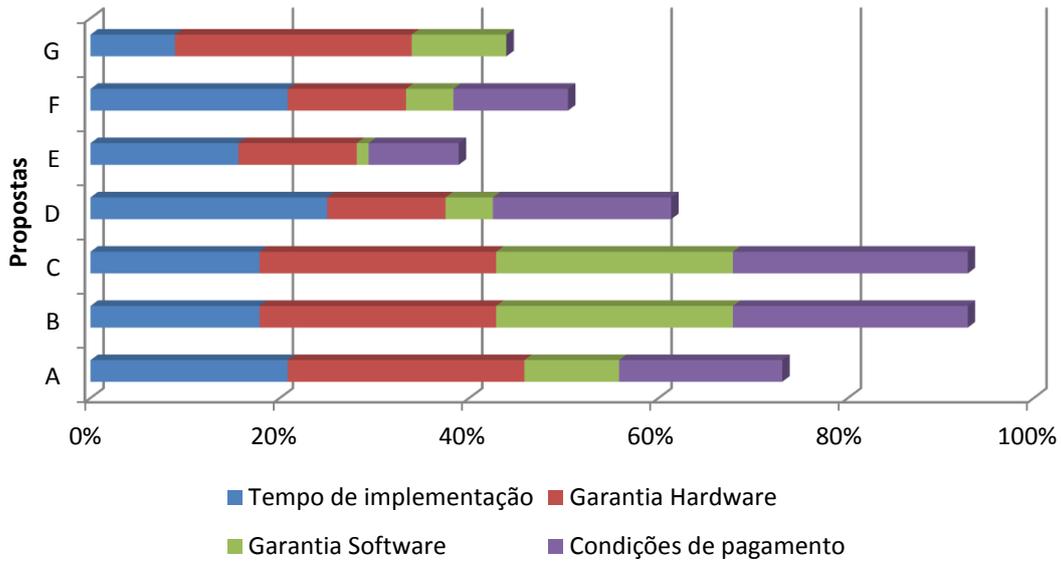


Figura 17 – Hierarquização dos critérios gerais das propostas.

A análise da figura anterior permite verificar que as propostas B e C são as que mais satisfazem tendo-se obtido o valor de 93% nos critérios gerais. Segue-se a proposta A que apresenta um valor de cumprimento de requisitos gerais de cerca de 73%. A proposta que apresenta pior classificação nos critérios gerais corresponde à proposta E, com o valor de 39%.

5.2.3. Hierarquização utilizando critérios do Software

A Figura seguinte apresenta a hierarquização das propostas na avaliação dos critérios do Software.

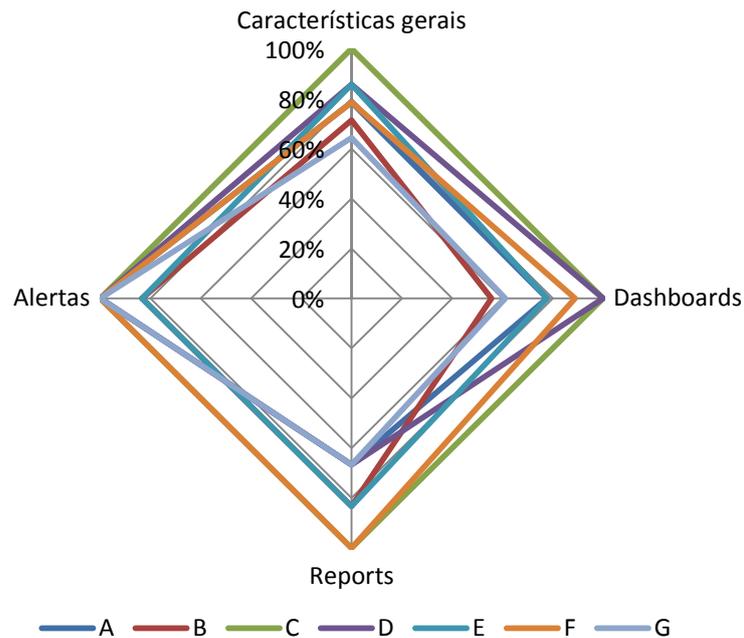


Figura 18 – Análise dos critérios do Software das propostas.

Através da análise da figura anterior verifica-se que a proposta C satisfaz todos os itens dos critérios do *Software*. Por outro lado, a proposta G é a que menos cumpre nas características gerais e *Reports* e a proposta B é a pior nos itens *Dashboards* e alertas.

A Figura 19 apresenta a hierarquização das propostas depois de aplicados os factores de ponderação para cada item dos critérios do *Software* fornecidos na Tabela 9.

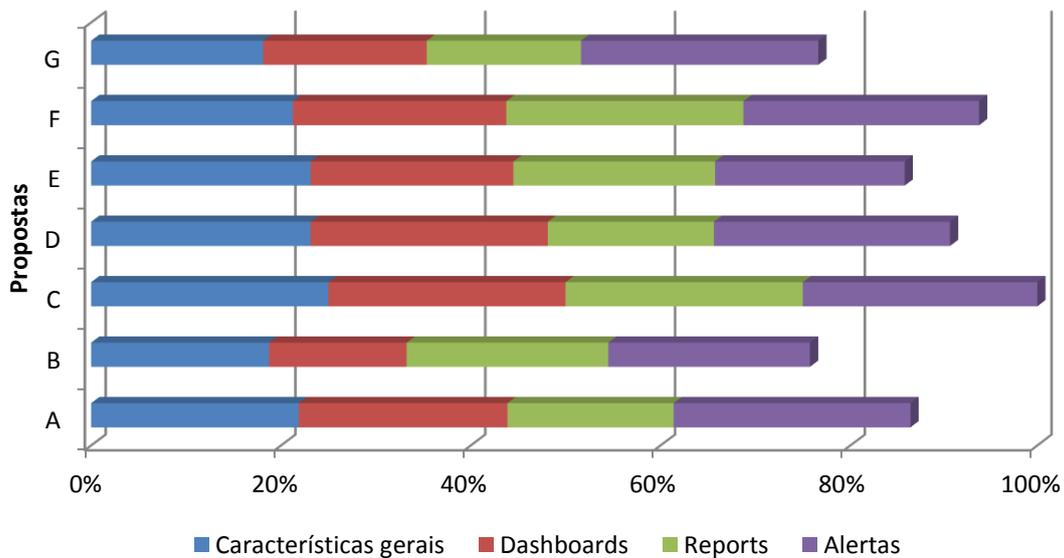


Figura 19 – Hierarquização dos critérios do *Software* das propostas.

Através da análise da figura anterior verificou-se que a proposta C é a que melhor satisfaz com os critérios do *Software* com um valor de 100%. A segunda e terceira proposta com melhor classificação para os critérios económicos correspondem respectivamente às propostas F e D que apresentam um valor de cerca de 94% e 91% respectivamente. A proposta com a pior classificação corresponde à proposta B, apresentando um valor de cerca de 76%.

5.2.4. Hierarquização resumo das propostas

Como foi referido anteriormente, na avaliação final das propostas foi atribuída a ponderação de 50% aos critérios económicos, 10% aos critérios gerais e uma ponderação de 40% ao *Software*. A Figura 20 apresenta essa avaliação das propostas.

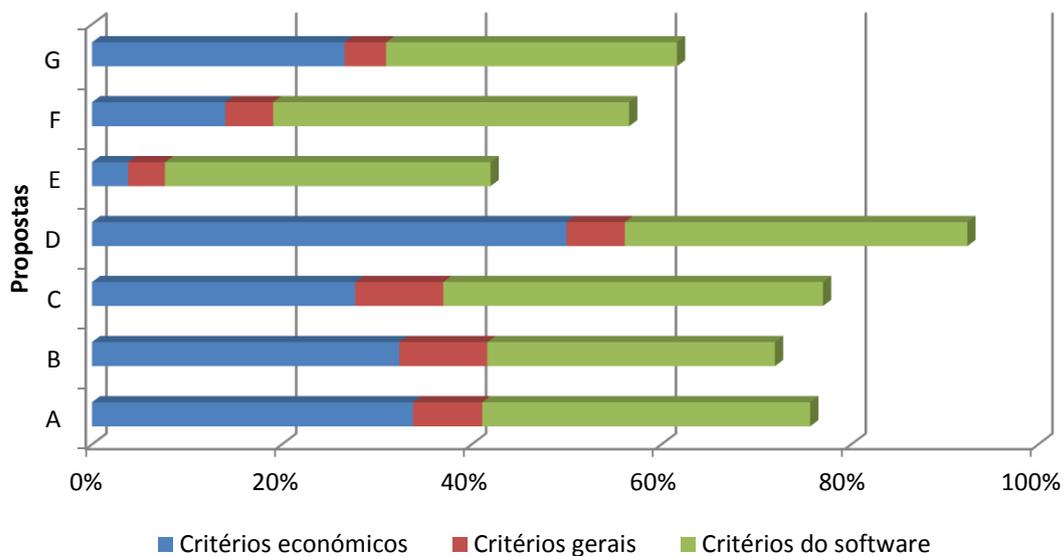


Figura 20 – Hierarquização final das propostas com base nos critérios económicos, gerais e de software.

Após a análise da figura anterior verifica-se que a proposta com melhor avaliação global é a proposta D com um valor de 92%, a que corresponde também a melhor classificação nos critérios económicos. A segunda melhor proposta é a C que apresenta um valor de 77%. Esta proposta apresenta a par com a proposta B a melhor classificação nos critérios gerais e é também a melhor proposta no que diz respeito aos critérios do *Software*. O top 3 dos fornecedores completa-se com, a proposta A, que é a segunda melhor proposta nos critérios económicos. A proposta com pior classificação corresponde à proposta E, com pior classificação nos critérios económicos e gerais.

A figura seguinte apresenta a hierarquização das propostas na forma de uma pirâmide invertida que permite a melhor percepção da classificação.

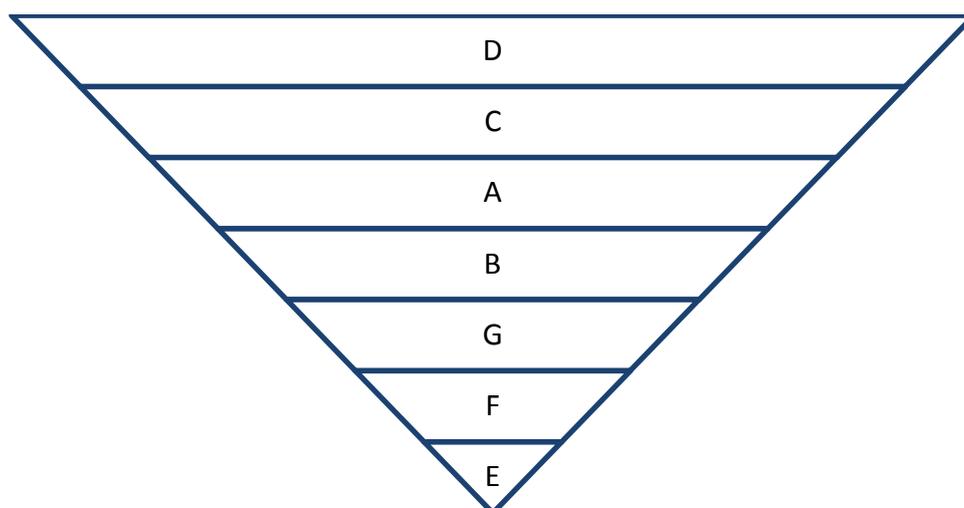


Figura 21 – Pirâmide invertida com Hierarquização das propostas.

6. Efluentes

Com o decorrer da actualização da inventariação dos diversos contadores existentes para a elaboração do caderno de encargos, deparou-se com a existência de contadores de efluentes da IBEROL, que na Figura 10, estão referidos como pertencentes ao grupo “Contador de outros fluídos”. Ora, como não existia qualquer mapeamento dos efluentes e das fontes emissoras efectuou-se o mapa de efluentes da IBEROL, tendo-se assinalado os contadores necessários para se efectuar a monitorização total e parcial dos efluentes. Além disso, foi possível efectuar o balanço de massa a cada nó dos efluentes e identificar, após estimativa dos valores emitidos, os locais com pouca relevância/contribuição onde não é necessário ponto de monitorização.

A informação recolhida permitiu elaborar uma ferramenta em Excel para a monitorização e controlo diário dos efluentes, tendo como principais Inputs as leituras dos pontos a monitorizar e as análises diárias aos mesmos. Esta ferramenta permite emitir alertas de mau funcionamento do sistema, avarias dos contentores, emissão para o colector municipal com valores fora dos limites impostos pela legislação. A ferramenta agrega todos os dados diários numa única folha permitindo observar graficamente os vários parâmetros de emissão e caudais ao longo do mês, sendo calculada a sua média mensal sendo possível fazer a comparação mensal ao longo de um ano num ficheiro à parte. A ferramenta também permite simular a várias formas de emitir os efluentes, através dos tracejados alternativos existentes no mapeamento, ficando desta forma os utilizadores com uma ferramenta que permite analisar as opções pré-definidas. Por último, elaborou-se o manual do utilizador para esclarecer os futuros utilizadores.

A forma como foi construído o ficheiro para o controlo diário de efluentes permite a integração no sistema de monitorização remota, permitindo assim uma optimização do tempo de implementação do mesmo.

7. Conclusão e trabalho futuro

7.1. Conclusão

O presente trabalho teve como objectivo a elaboração de um projecto para implementação de um sistema de monitorização remota na IBEROL. Este projecto contemplou as necessidades para a automatização de recolha de dados, por forma a disponibilizar todas as contagens dos fluidos e electricidade num só servidor, para maior controlo e optimização energética.

Após a análise das sete propostas recebidas, destacou-se a proposta D que apresentou uma pontuação na hierarquização de 92 % (50% Critérios económicos, 6% Critérios Gerais e 36% Critérios do *Software*) para, um investimento de 53.213 €, um VAL de 99.210 €, uma TIR de 74% e um *payback* de 17,4 meses. A proposta C ficou em segundo lugar na classificação apresentando uma pontuação na hierarquização de 77 % (28% Critérios económicos, 9% Critérios Gerais e 40% Critérios do *Software*) para, um investimento de 65.152 €, um VAL de 28.130 €, uma TIR de 34% e um *payback* de 26,5 meses. Em terceiro lugar ficou a proposta A com uma pontuação na hierarquização de 76% (34% Critérios económicos, 7% Critérios Gerais e 35% Critérios do *Software*) com, um investimento de 75.330 €, um VAL de 71.439 €, uma TIR de 46% e um *payback* de 26,2 meses.

Assim, qualquer uma das propostas anteriores pode ser elegível para que, no caso deste projecto ser aprovado, se possa avançar para a segunda fase.

7.2. Trabalho futuro

Após a selecção das propostas para a segunda fase do concurso, será necessário efectuar uma análise mais aprofundada do *Software* do sistema de monitorização remota, para que a IBEROL fique com um *Software* que sirva as suas necessidades, e que maximize o *Hardware* a instalar no presente projecto. O objectivo é conseguir uma contínua, fácil e eficiente optimização energética nas instalações da IBEROL. Assim será conveniente a IBEROL visitar sistemas de referências implementados pelos fornecedores seleccionados, de modo a poder ter o *feedback* sobre o funcionamento dos mesmos e do serviço prestado pelo fornecedor.

Outro dos pontos que a IBEROL deverá abordar com o fornecedor serão os KPIs a definir no sistema de monitorização remota. Assim, os KPIs energéticos terão como base a Tabela 1, apresentada no tópico 1.3.4. A importância do sistema de monitorização remota para obter os KPIs, sendo necessário definir objectivos a atingir com base no histórico de funcionamento do sistema de monitorização remota ou fontes de literatura. Como base para os KPIs processuais a IBEROL terá as tabelas presentes no anexo, que apresentam os objectivos pré-definidos. Para além dos KPIs já identificados será interessante averiguar se deverão ser incluídos no sistema de monitorização remota outros KPIs associados a outros departamentos. Por outro lado, será também importante discutir com o fornecedor as alterações a efectuar às propostas iniciais devido às infra-estruturas terem sido alteradas. Assim, por exemplo os concentradores da Zona D e E, já têm a infra-estrutura para ligação

à Rede Local preparada, não sendo necessário a instalação de Fibra Óptica, passando a ser necessário um pequeno Cabo UTP. Um outro caso é o de um contador de outros Fluidos incluído no concentrador da Zona B, que será instalado por uma empresa externa, responsável pelo fornecimento do fluido à IBEROL, pelo que o fornecedor do sistema de monitorização remota terá apenas que integrar o contador em vez de instalar.

Outra tarefa interessante a realizar, no caso da implementação avançar, será acompanhar o desenvolvimento do sistema de monitorização remota, localizando os locais para aplicação das medidas para a redução de consumos mantendo obviamente os parâmetros de qualidade dos produtos laborados na IBEROL. A verificação da poupança resultante das medidas tomadas vai permitir também confirmar os valores que se utilizaram para a avaliação do investimento.

Outra actividade a desenvolver no futuro após a implementação do sistema de monitorização remota e aplicação de medidas de optimização energética será a implementação de um sistema de gestão de energia de acordo com a ISO 50001. A ISO 50001 estabelece um conjunto de requisitos para melhorar o desempenho energético da organização e aumentar a sua competitividade nos mercados em que opera, sem prejudicar a produtividade. Assim, o sistema de monitorização remota é uma ferramenta fundamental de auxílio à implementação de um sistema de gestão de energia. Que permitirá que a IBEROL se posicione na vanguarda da gestão energética, perante os restantes *players* do mercado.

Bibliografia

- [1] – Marques, S., Otimização da Rede de Vapor - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia química, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Novembro de 2012.
- [2] – IBEROL, S.A.; Manual da Gestão da Qualidade e Ambiente, Documento Interno, 2004.
- [3] – Medeiros, N., Loureiro, D., Mugeiro, J., Coelho, S., Branco, L., Concepção, instalação e exploração de sistemas de telemetria domiciliária para apoio à gestão técnica de sistemas de distribuição de água. Modelação de Sistemas de Abastecimento de Água, Conferência INSSAA, Barcelos, Maio de 2007.
- [4] – Sistema de Gestão Energética – Guia Prático, AIDA - Associação industrial do distrito de Aveiro, Aveiro, 2014.
- [5] – Eficiência Energética – Monitorização e Análise do Consumo Energético de Edifícios, Ed Siemens, 2012.
- [6] – Arquitetura de Gestão da Energia Ativa da Central à Tomada Elétrica, Ed Schneider Electric, 2013.
- [7] – Martin, M., Quinn, J., Mecanismos para a gestão energética industrial, U. S. Department of Energy, Brasil, 10 de Agosto de 2011.
- [8] – Fonte, D., Sistemas de deteção de eventos anómalos no padrão do consumo - Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia do Porto, Porto, Junho 2012.
- [9] – Hagatong, L., 3^{as} Jornadas Electrotécnicas ISEP, Schneider, Porto, 2010.
- [10] – Gaspar, C., Eficiência Energética na Indústria – Cursos de utilização racional de energia, ADENE – Agencia para a energia, Gaia, Janeiro de 2004.
- [11] – www.iberol.com.pt, Março de 2014.