



GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA - IMPLEMENTAÇÃO NUM EDIFÍCIO DO TIPO HOSPITALAR

ANDRÉ FILIPE CAMPOS FERREIRA

julho de 2017

GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

IMPLEMENTAÇÃO NUM EDIFÍCIO DO TIPO
HOSPITALAR



DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU MESTRE

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2017

Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas elétricos de energia

Candidato: André Filipe Campos Ferreira | Nº 1081524 | 1081524@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Doutor João Magno Leitão | JML@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2017

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Sr. Prof. Doutor João Miguel Queirós Magno Leitão, pela disponibilidade demonstrada.

Agradeço também à minha entidade patronal, pelo apoio na disponibilização de todos os meios necessários à minha aprendizagem e contribuição para a inovação dos serviços que presta.

Resumo

Os gastos envolvidos na gestão de um edifício hospitalar são em geral muito avultados, constituindo um desafio para as entidades que os gerem. A tecnologia de gestão de sistemas e equipamentos, como é o caso dos sistemas de gestão técnica, quando devidamente dimensionada e ajustada às necessidades e exigências do cliente, contribui para uma gestão eficiente e poupança de recursos. A utilização destas ferramentas é cada vez mais uma realidade presente em grandes edifícios de serviços, por todo o mundo. Atualmente existe uma vasta oferta de sistemas de gestão técnica, que permitem a integração de diversos protocolos de comunicação, no entanto, os custos associados a estas integrações e a complexidade das mesmas, encarecem a solução e o *know how* necessário para a sua implementação. A oferta de soluções de automação, com servidor integrado, e sem custos de utilização é uma novidade, aplicável a instalações de menor dimensão e com potencial de crescimento.

Neste trabalho será apresentada uma solução de gestão técnica, em implementação, num edifício hospitalar. A solução preconizada irá basear-se na monitorização de consumos elétricos e hidráulicos, na comunicação direta com estados de funcionamento do grupo gerador de emergência e controlo da central de bombagem. O desenvolvimento de uma plataforma *web*, para controlo e visualização dos sistemas do edifício, acessível em qualquer ponto da rede informática, garantirá a ferramenta necessária para uma ótima supervisão, evitando a alocação de uma máquina dedicada e integrando sistemas de diferentes fabricantes numa única aplicação. Será realizada uma análise de potencial poupança, tendo em conta os resultados obtidos desde a implementação deste sistema. A análise prevê quatro cenários de utilização para a componente de iluminação das zonas comuns, permitindo prever poupanças anuais compreendidas entre meio milhar e um milhar de euros. Foram estudados dois cenários de poupança no consumo geral da instalação, objetivo que o cliente se propõe a atingir, garantindo uma poupança anual na ordem dos 8000€. Estima-se um potencial retorno de investimento, alcançado em 39 meses.

Palavras-Chave

Sistema de gestão técnica, edifício hospitalar, automação, otimização, integração, plataforma gráfica, interface, consumos, eficiência energética, manutenção, poupança de recursos.

Abstract

Hospitals are very expensive to run, and its management poses a big challenge. A Building Management System when accurately designed to fulfil the needs and requirements of clientes, contributes to efficient energy consumption and saving resources. Building Management Systems (BMS) widespreads among service buildings, around the world. Nowadays there is a vast offer of different BMS, allowing different integration of comunication protocols, but costs and complexity difficult its implementation. The universe of automation equipment with integrated server and free access is a new option, it can be applied to smaller buildings, with potential to growth.

This project presents a BMS solution being implemented in a hospital. It comprehends electric and hydraulic consumption monitorization, direct communication with emergency generator set operations state and total control of water pump set station. A web platform was developed to allow visualization and control of the hole building. The platform, accessible anywhere in the computer network, ensures an important tool to optimal supervision.

Since the implementation of the BMS solution, the saving potential will be calculated, bearing in mind four possible scenarios. It will be possible to achieve savings of near a thousand euros, only with DALI tecnology working with the scheduled control of lighting, and save near 8000€, per year, setting the target of 5% of energy consumption reduction. The total investment return will be achieved in approximately 39 months.

Keywords

Building Management System, hospital, automation sation, optimal supervision, web platform, interface, efficiency energy consumption,maintenance saving resources.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	1
ACRÓNIMOS	2
1. INTRODUÇÃO	5
2. GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS	9
2.1.EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA	9
2.2.SISTEMAS DE GESTÃO TÉCNICA - INCOMPATIBILIDADES	11
3. PROTOCOLOS UTILIZADOS NA GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS	12
3.1.LONWORKS - LOCAL OPERATING NETWORK.....	13
3.2.BACNET - BUILDING AUTOMATION AND CONTROL NETWORK	14
3.3.EIB/KNX - EUROPEAN INSTALLATION BUS	15
3.4.MOVBUS - MODICON BUS.....	17
3.5.PROFIBUS - PROCESS FIELD BUS.....	18
3.6.M-BUS - METER BUS.....	19
3.7.S-BUS - SAIA BUS.....	20
3.8.DALI - DIGITAL ADDRESSABLE LIGHTNING INTERFACE	21
4. REQUISITOS DO PROJETO	24
4.1.APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	24
4.2.APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	26
4.3.REQUISITOS DO CLIENTE	31
5. SOLUÇÃO DE GESTÃO TÉCNICA	37
5.1.ARQUITETURA DO SISTEMA DE CONTROLO	37
5.2.ESQUEMA UNIFILAR QUADRO GESTÃO TÉCNICA.....	54
6. CONFIGURAÇÃO DA SOLUÇÃO	55

6.1.INTERFACE GRÁFICA (<i>WEB</i>).....	55
6.2.CONTAGEM DE ENERGIA ELÉTRICA	57
6.3.CONTAGEM DE ÁGUA.....	60
6.4.CONTROLO DALI	63
6.5.CONTROLO CENTRAL DE BOMBAGEM	65
6.6.COMUNICAÇÃO COM GRUPO GERADOR	69
7. ANÁLISE DA SOLUÇÃO	75
8. DISCUSSÃO/CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	87

Índice de Figuras

Figura 1	Universo controlo <i>Saia Burgess Controls</i> AG[3]	6
Figura 2	Logotipo Lonworks[5]	13
Figura 3	TP/FT - 10 Supported Topologies[5]	13
Figura 4	Logotipo BACnet[9]	14
Figura 5	“Native Speaking” – Comunicação através da rede LAN coexistindo com outros equipamentos, sem interferências [9]	14
Figura 6	Logotipo Konnex [6]	15
Figura 7	Comunicação KNX[6]	15
Figura 8	Transmissão de sinais KNX[6]	16
Figura 9	Endereçamento [6]	16
Figura 10	Logotipo Modbus [8]	17
Figura 11	Logotipo Profibus [8]	18
Figura 12	Rede Comunicação Profibus[8]	18
Figura 13	Logotipo M-Bus [4]	19
Figura 14	Arquitetura comunicação M-Bus[4]	19
Figura 15	Logotipo SBus [3]	20
Figura 16	Logotipo DALI [7]	21
Figura 17	Piso -1 (Consultórios e Fisioterapia)	26
Figura 18	Piso 0 (Receção e consultórios)	27

Figura 19	Piso 1 (Recobro/Cuidados continuados)	28
Figura 20	Piso 2 (Blocos operatórios)	29
Figura 21	Área técnica	30
Figura 22	Arquitetura sistema de controlo (Anexo II)	38
Figura 23	Autómato modelo PCD2_M5 SAIA BURGESS	38
Figura 24	Carta de Comunicação DALI PCD7.F261	40
Figura 25	Módulo de Comunicação RS485 PCD7.F150S[29]	41
Figura 26	Carta Comunicação M-Bus PCD2.F270[29]	42
Figura 27	Carta 16 entradas digitais PCD2.E165[29]	43
Figura 28	Carta 16 saídas digitais PCD2.A465[29]	43
Figura 29	Central de medida 04676 – Legrand[12]	44
Figura 30	Balastro DALI 186280 - vossloh schwabe[13]	47
Figura 31	Módulo comunicação PCD7.H104 para contador de impulsos[14]	49
Figura 32	Electroválvula controlo de fluxo de água[16]	50
Figura 33	Módulo comunicação CCRS Modbus da Himoina[17]	51
Figura 34	– Diagrama de escolha de cablagens , LAPP CABLE[18]	53
Figura 35	Cabo de dados tipo Unitronic LiYCY(TP)[19]	53
Figura 36	Cabo de controlo tipo OLFLEX CLASSIC 110[20]	53
Figura 37	Esquema unifilar Q.GTC.F1 (Anexo III)	54
Figura 38	Interface Web – Acessos	56
Figura 39	Interface Web – Menu geral	56

Figura 40	Registos Modbus Legrand 04676[21]	59
Figura 41	Recorte <i>Datalog</i> consumos elétricos gerais	60
Figura 42	Contador de impulsos PCD7.H104D[22]	61
Figura 43	Registos Modbus Saia PCD7.H104D[22]	62
Figura 44	Recorte <i>Datalog</i> consumos hídricos	63
Figura 45	Página controlo iluminação	64
Figura 46	Esquema principio – Central Bombagem de Águas (Anexo IV)	65
Figura 47	Esquema de ligação da electroválvula tipo J3C modelo L85[16]	67
Figura 48	Representação gráfica central bombagem	68
Figura 49	Recorte registos <i>coil status</i> [23]	70
Figura 50	Consola virtual CEA7(aplicação Webeditor PG5 Software)[17]	71
Figura 51	Modos de funcionamento seleccionáveis na consola[17]	72
Figura 52	Estados de funcionamento em modo manual[17]	72
Figura 53	Estados e Alarmística do grupo [17]	73
Figura 54	Sinalização das fontes de energia na consola CEA7[17]	74
Figura 55	Gráfico estimativa poupança DALI(38un)	76
Figura 56	Gráfico estimativa poupança DALI(90un)	78
Figura 57	Gráfico Recuperação de investimento	80

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela síntese de separação por grupos	46
Tabela 2 – Identificação dos equipamentos na rede Modbus	57
Tabela 3 – Cenários de utilização da iluminação	76
Tabela 4 – Tabela de cálculos de poupança para 38 unidades	77
Tabela 5 – Tabela de cálculos de poupança para 90 unidades	78

Acrónimos

ANSI	–	American National Standards Institute
ASHRAE	–	American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
BA	–	Building Automation
BACnet	–	Building Automation and Control network
BAS	–	Building Automation Solutions
BMS	–	Building Management Systems
CAN	–	Controller Area Network
CB1	–	Central de Bombagem 1
CPU	–	Central Processing Unit
DALI	–	Digital Addressable lighting interface
EA	–	Entrada Analógica
ED	–	Entrada Digital
EIB	–	European installation Bus
EN	–	European Standard
E/S	–	Entradas e Saídas
EHS	–	European Home Systems Protocol
IB	–	Intelligent Building

IEEE	–	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEC	–	International Electrotechnical Commission
I/O	–	Input/Output
ISO	–	International Organization for Standardization
IP	–	Internet Protocol
KNX	–	Konnex
LAN	–	Local Area Network
LED	–	Light-emitting diode
LONWORK	–	Local Operating Network
M-BUS	–	Meter Bus
MODBUS	–	Modicon Bus
PLC	–	Programmable Logic Controller
PROFIBUS	–	Process Field Bus
QGTC.F1	–	Quadro Gestão Técnica Fase 1
QGTC.CB1	–	Quadro Gestão Técnica Central de Bombagem 1
SA	–	Saída Analógica
SCADA	–	Supervisory Control and Data Acquisition
S-BUS	–	Saia Bus
SD	–	Saída Digital
SGTC	–	Sistema de Gestão Técnica Centralizada

- STP – Shielded Twisted Pair
- USB – Universal Serial Bus
- UTP – Unshielded Twisted Pair

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os custos de construção, operação e manutenção dos edifícios de serviços do tipo hospitalar, são em geral muito avultados, o que constitui gastos significativos para as entidades que os exploram. No sentido de reduzir e otimizar os custos de operação, recorre-se a tecnologias de gestão de sistemas e equipamentos, como é o caso dos sistemas de gestão técnica.

Contemplando o sistema que é o edifício hospitalar, a gestão técnica baseia-se em dados colhidos, nos equipamentos fundamentais para o seu funcionamento, tais como contadores de eletricidade e água, controladores de iluminação e de fluxo de água e grupo gerador de emergência. Esta tecnologia permite conhecer o estado de funcionamento de todos os equipamentos envolvidos na rede, bem como a análise em tempo real de eventuais desvios de comportamento face ao seu normal funcionamento. O desenvolvimento de um ambiente gráfico dedicado, permitirá tratar toda a informação processada pelo autómato, desde conversões matemáticas, leituras binárias para definição de estados e condições lógicas de funcionamento, para uma plataforma de fácil compreensão e adequada à visão geral do estado da instalação.

A integração de diversos sistemas numa plataforma comum, envolve quebrar barreiras de comunicação entre diferentes línguas. Este desafio limita desde sempre, o

Foi desenvolvido de raiz, um ambiente gráfico simples e intuitivo, utilizando a ferramenta de programação disponibilizada pelo autómato, designada “*SaiaPG5.Webeditor*”. O acesso à interface é possível via *web browser*, evitando custos decorrentes de uma licença de utilização de *software*, sendo acessível através de qualquer computador ligado à rede do edifício.

A possibilidade de uma visão global do sistema, permitindo interpretar diretamente estados e avarias de equipamentos, melhora a componente preventiva e corretiva de manutenção da instalação. As otimizações dos tempos despendidos nestas operações, assim como um contacto virtual permanente com os equipamentos, aumentam o seu tempo de vida útil.

Existe um potencial de poupança associado à utilização de equipamentos, nomeadamente, na gestão da iluminação. A utilização das capacidades da gestão técnica para evidenciar esta poupança e reduzir a fatura energia elétrica serão alvo de análise, bem como o compromisso de redução do consumo geral da instalação. O acesso aos registos de consumo, permitirão otimizar comportamentos e reduzir o desperdício de energia.

2. GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS

2.1. EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA

De forma a tornar o processo de operacionalidade e racionalização de energia, o mais eficiente possível, recorre-se a Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (SGTC). É uma tecnologia implementada em projetos de grandes dimensões para o controlo das componentes, mecânica e elétrica. Em regra, sistemas baseados em GTC podem representar até uma redução de 30% no consumo total de energia da instalação (1). A iluminação consome 14% do total de eletricidade na Europa e 19% de toda a eletricidade no mundo (2). Desligar a iluminação para poupar energia, é o primeiro passo que deverá ser complementado com equipamentos mais eficientes, de modo a ligar e desligar a iluminação apenas quando esta é necessária e adaptá-la de acordo com a ocupação e luminosidade exterior. Esta componente, quando controlada por equipamentos de regulação de fluxo, poderá representar uma poupança de 30% nos consumos (1). O SGTC é uma componente crítica para a gestão de energia, ajudando na análise dos perfis de consumo dos edifícios, permitindo otimizar comportamentos de utilizadores, numa ótica de racionalização de energia. O desenvolvimento geral dos

SGTC foi evoluindo desde o início de 1940. Começou por ser possível a centralização com computador e painel de controlo (1ª geração); passando por dados em painel, com base em minicomputador (2ª geração). Posteriormente, os SGTC passaram a basear-se em microprocessador usando uma *Local Area Network* (LAN) (3ª geração). A criação de um sistema aberto e compatível com *internet/intranet* definiu a 4ª geração.

A introdução e ampla aceitação do microprocessador digital foi uma evolução com um impacto positivo nos SGTC. Estações de controlo baseado em microprocessadores, utilizam uma LAN, representando a arquitetura do sistema típico de SGTC, que ainda é aplicado na atualidade. O uso de um disco rígido, para armazenamento de dados e carregamento de programas aplicativos, oferece grande comodidade na utilização e programação do sistema. O SGTC utiliza uma central de monitorização e uma plataforma de gestão, correndo numa estação de computador, que está diretamente ligada a estações de controlo remoto, através de uma LAN. Uma característica importante desta geração é a utilização de estações de controlo autónomas, mas integradas em microprocessadores para controlo de equipamentos individuais. Permite que o SGTC possua inteligência independente e distribuída, no entanto, integrada. A maioria das decisões de controlo podem ser tratadas localmente, resultando num aumento significativo da fiabilidade do sistema, enquanto a gestão e otimização pode ser feita coletivamente.

O principal desafio para os SGTC nesta geração é a possível incompatibilidade entre diferentes fabricantes de protocolos de comunicação de dados, formatos de mensagens e gestão de informações como escala maior e funções necessárias à utilização e integração de sistemas de diferentes fabricantes. A questão das incompatibilidades surge, pelo facto de alguns dos SGT de edificios cumprirem protocolos próprios, como medida de salvaguarda por parte dos fabricantes imporem o seu produto no mercado. Na quarta geração, o uso de protocolos abertos de comunicação permite que os sistemas de diferentes fabricantes de automação de edificios, possam ser integrados sem muita dificuldade. O uso do *Internet Protocol* IP e tecnologias standard de *Internet / intranet* permitem ao sistema ser integrado convenientemente com as redes de computação empresariais. A rede fornece uma plataforma de convergência unificada para todas as informações em edificios (11).

2.2. SISTEMAS DE GESTÃO TÉCNICA - INCOMPATIBILIDADES

Ao longo das últimas décadas, incompatibilidades e limitações para a integração dos SGTC entre equipamentos, de diferentes fabricantes, têm criado algumas frustrações aos integradores de sistemas, construtores, proprietários e operadores. Embora tenham sido feitos grandes progressos na interoperabilidade dos sistemas, a compatibilidade ainda é uma das grandes dificuldades técnicas. Num sistema típico são normalmente empregues protocolos de comunicação diferentes, mesmo entre equipamentos do mesmo fabricante. Uma forma usual para integrar equipamentos de vários protocolos é utilizar um *gateway*, que tem a função de conversão de um protocolo para outro e mapeamento de dados. Este processo exige um esforço de configuração, por parte dos fabricantes, tornando-se um produto caro. A utilização de um *gateway* acarreta dificuldades adicionais. Há um retardar na resposta, pelo tempo necessário para a conversão de dados, assim como existe uma maior dificuldade em programá-lo e configurá-lo. Atualmente, começa a ultrapassar-se esta barreira com o desenvolvimento de módulos dedicados a cada protocolo de comunicação, facilitando a vida dos integradores. Existem alguns fabricantes de soluções de automação que se dedicam à integração e adaptação de diversos protocolos através do desenvolvimento de módulos específicos e com diversas soluções para o mercado atual (11).

3. PROTOCOLOS UTILIZADOS NA GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS

Neste capítulo, são apresentadas algumas soluções em matéria de integração e interoperabilidade dos sistemas de Gestão Técnica. Serão abordados os padrões de comunicação para redes de GTC, sendo os mais utilizados nesta indústria, LonWorks, BACnet, EIB, DALI, Modbus, PROFIBUS, M-BUS e S-BUS, assim como os métodos de integração ao nível da gestão.

3.1. LONWORKS - LOCAL OPERATING NETWORK



Figura 2 Logotipo Lonworks[5]

O protocolo LonWorks, foi desenvolvido pela Empresa americana Echelon Corporation na década de 90, para comunicação entre dispositivos de controlo interligados em cabo tipo par trançado, como cablagens do tipo *unshield twisted pair* (UTP) e *shield twisted pair* (STP). A fibra ótica, transmissão de dados na rede elétrica e radio frequência também é uma forma de comunicação. Este protocolo nasce da necessidade de redução de custos e aumento da capacidade e qualidade na automação industrial, fazendo parte de um grande conjunto de protocolos, designados de *FieldBus*. No ano de 1999 o protocolo de comunicações, conhecido então como LonTalk, foi submetido ao *American National Standards Institute* (ANSI), sendo aceite como um padrão para redes de controlo (ANSI/CEA-709.1-B). O protocolo LonWorks TP/FT-10, suporta várias topologias de ligação, desde anel, estrela e ligação em Bus de comunicação (5).

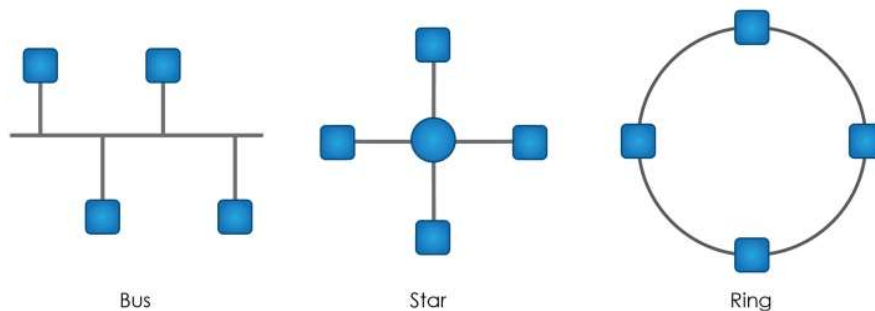


Figura 3 TP/FT - 10 Supported Topologies[5]

A flexibilidade do tipo de conexão, conforme ilustra a figura 3, permite expansões futuras sem necessidade de refazer as ligações, reduzindo o tempo de execução, assim como a facilidade de interligação ao sistema através das várias topologias de conexão.

3.2. BACNET - BUILDING AUTOMATION AND CONTROL NETWORK



Figura 4 Logotipo BACnet[9]

O protocolo BACnet (*Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks*), desenvolvido pelo comitê de Engenharia americana *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), é vocacionado para automação de edifícios e redes de controlo. O protocolo BACnet é também uma norma homologada pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), pelo ANSI e pela ISO (*International Organization for Standardization*).

Para alcançar interoperabilidade num vasto universo de equipamentos, a especificação BACnet está dividida em três partes. A primeira descreve o método de representação para qualquer equipamento de automação de edifícios de forma normalizada. A segunda parte define o tipo de mensagens que podem ser enviadas pela rede informática existente, para controlo ou monitorização de qualquer equipamento. A terceira define o grupo de aceitáveis LANs que podem ser usadas para a transmissão de comunicações em BACnet (9).

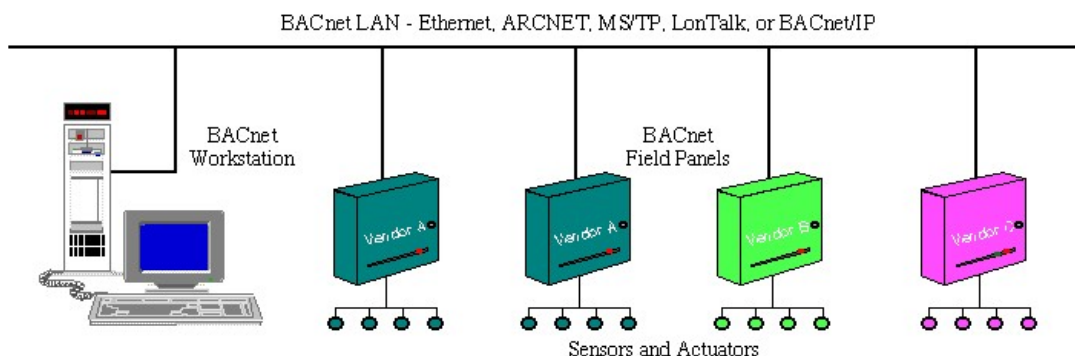


Figura 5 “Native Speaking” – Comunicação através da rede LAN coexistindo com outros equipamentos, sem interferências [9]

3.3. EIB/KNX - EUROPEAN INSTALLATION BUS



Figura 6 Logotipo Konnex [6]

O Konnex (KNX), foi criado a 14 de Abril de 1999, a partir dos protocolos Batibus, *European Installation Bus* (EIB) e *Environmental Health and Safety* (EHS). Tem como objetivo criar um único standard europeu para automação das casas e edifícios, que seja capaz de competir em qualidade, prestação de serviços e preços com outros protocolos norte americanos. Esta tecnologia baseia-se no protocolo EIB, complementada com novos mecanismos de configuração e meios físicos de comunicação. O protocolo EIB-KNX é aberto, normalmente implementado como um sistema descentralizado. A gestão descentralizada consiste em cada dispositivo ter o seu próprio controlo, comunicando diretamente entre si, sem necessidade de hierarquia ou supervisão da rede. É possível, sempre que necessário, implementar aplicações centralizadas para gestão do sistema. A gestão centralizada consiste na ligação à rede de uma aplicação de controlo para gerir o sistema. Esta aplicação corre normalmente num computador ou servidor dedicado KNX, que pode ser ligado à rede a partir de qualquer localização, permitindo assim uma gestão centralizada do sistema.

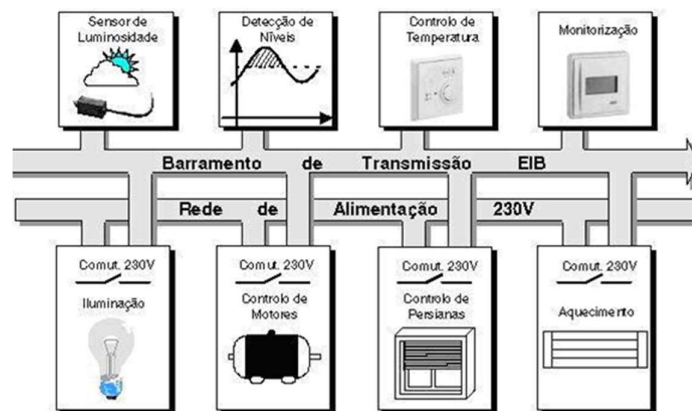


Figura 7 Comunicação KNX[6]

O sistema EIB inicialmente utilizava como meio de transmissão o par de cobre trançado, mas após a evolução para o protocolo EIB-KNX, passa a suportar diferentes meios, tais como o par de cobre trançado, a rede elétrica, a radiofrequência e os infravermelhos. Sendo atualmente o par de cobre trançado o meio de transmissão mais utilizado. No cabo de par de cobre trançado a transmissão de sinais é feita por meio da diferença de tensão entre os dois condutores. As mensagens que transitam no cabo de par de cobre trançado entre dispositivos são chamadas telegramas. Estes telegramas são constituídos por sequências binárias. Cada telegrama emitido por um determinado aparelho será codificado em binário, que por sua vez é convertido em sinais elétricos (Figura 8). O sinal é transmitido de modo simétrico no Bus (6).

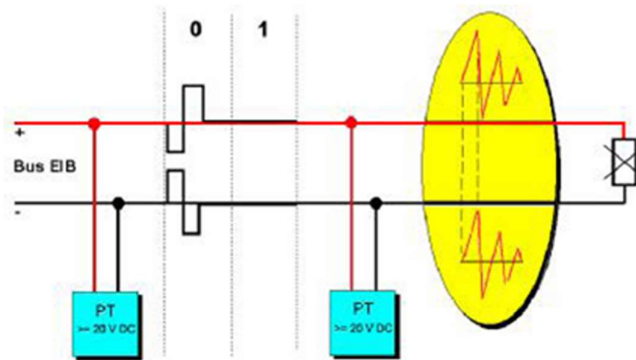


Figura 8 Transmissão de sinais KNX[6]

Para que os diversos dispositivos EIB-KNX comuniquem entre si, não só precisam de conseguir dialogar uns com os outros, como também precisam de usar a mesma linguagem. Os dados transmitidos e recebidos devem ter o mesmo significado para ambos os dispositivos. Numa instalação EIB-KNX, cada dispositivo inserido no sistema terá uma designação única. Esta designação é conhecida como endereço físico do protocolo e funciona como o bilhete de identidade do aparelho. O endereço físico tem uma estrutura própria estabelecida:

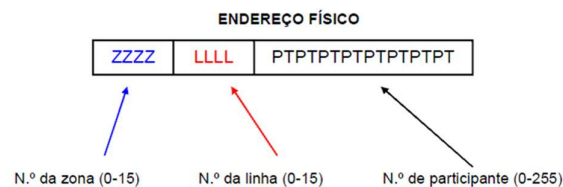


Figura 9 Endereçamento [6]

O endereço físico de um produto poderá ser, por exemplo, 2.10.54. Isto significa que o produto será o 54º participante instalado, linha 10 da zona 2, conforme ilustra a figura 9 (6).

3.4. MODBUS - MODICON BUS



Figura 10 Logotipo Modbus [8]

O Modbus utiliza o RS-232, RS-485 ou *Ethernet* como meio físico. O mecanismo de controlo de acesso é do tipo mestre-escravo ou cliente-servidor. A estação mestre, geralmente um *Programmable Logic Controller* (PLC), envia mensagens solicitando aos escravos que enviem os dados lidos pela instrumentação ou envia sinais a serem escritos nas saídas para o controlo dos atuadores. O protocolo possui comandos para envio de dados discretos, entradas e saídas digitais, ou numéricos, entradas e saídas analógicas. Em cada ciclo de comunicação, o PLC lê e escreve valores em cada um dos escravos (8).

Estrutura das mensagens

A aplicação do protocolo Modbus utiliza um formato de mensagem bem definida, cada mensagem Modbus tem a mesma estrutura que envolve quatro elementos básicos, incluindo o endereço do dispositivo de envio e do dispositivo de receção, código de função, bloco de dados com informações adicionais, erro e verificação. A sequência é sempre a mesma, o que torna este protocolo muito rápido e eficiente (8).

3.5. PROFIBUS - PROCESS FIELD BUS



Figura 11 Logotipo Profibus [8]

O PROFIBUS (*Process Fieldbus*) é um protocolo de comunicação amplamente utilizado em automação, um padrão aberto, apoiado pela indústria fornecendo uma ampla gama de equipamentos, ferramentas e suporte. Foi introduzido em 1989 como um padrão alemão, DIN 19245, mais tarde adotado como padrão internacional EN 50170. Atualmente o PROFIBUS está incorporado na IEC 61158, como padrão internacional *fieldbus*.

Os dados trocados em sistemas PROFIBUS usam mensagens ou telegramas que passam entre as estações. A rede PROFIBUS é composta por várias estações, incluindo mestres e escravos, conforme ilustra a figura 12 (8).

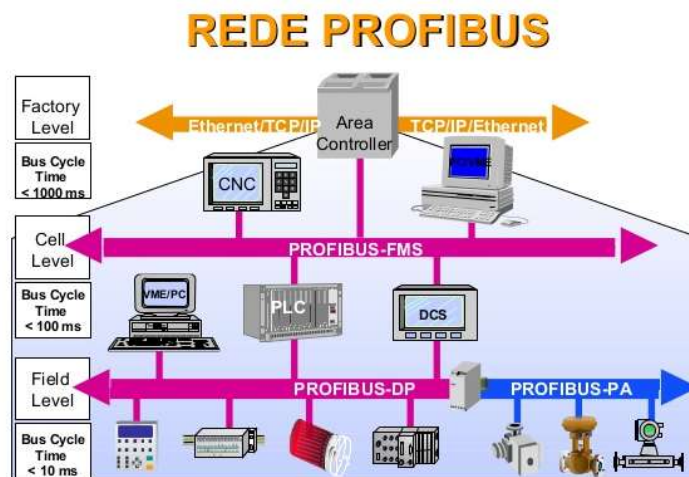


Figura 12 Rede Comunicação Profibus[8]

Estações Mestres permitem controlar a comunicação bus. Estações escravas só podem responder a um pedido de um mestre. Existem dois tipos de estação mestre: Classe 1 e

Classe 2. A classe 1 inclui PLCs, controladores, estações *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA). A Classe 2 inclui ferramentas de configuração, os monitores de Bus e de diagnósticos. Escravos incluem blocos *input/output* (I/O), transmissores, atuadores, válvulas e drivers. As redes PROFIBUS podem ter diferentes velocidades de transmissão, incluindo 9.6 kbps até 12.0 Mbps (8).

3.6. M-BUS - METER BUS



Figura 13 Logotipo M-Bus [4]

O protocolo M-Bus é baseado num Sistema hierárquico, em que a comunicação é controlada por um Mestre (*Central Allocation Logic*). A arquitetura do sistema é composta por um mestre, vários escravos, normalmente equipamentos de medição em campo e comunicação a dois fios. Todos os escravos são interligados ao sistema em ligação tipo paralelo, formando uma rede bus de comunicação, conforme ilustra a figura 14 (4).

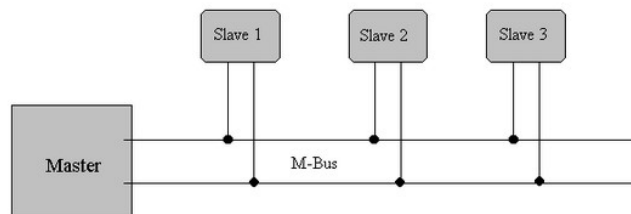


Figura 14 Arquitetura comunicação M-Bus[4]

Com o objetivo de realizar uma rede de transmissão de dados de baixo custo e algo extensa, foi usada cablagem a dois fios em conjunto com a transferência de dados em série. Para permitir a alimentação de escravos, os bits de transmissão são representados da seguinte maneira: a transferência de bits entre mestre e escravos é cumprida por valores de tensão. A lógica de “1” (*Mark*) corresponde à tensão nominal de +36V à

saída da carta de comunicação M-Bus, que é parte integrante do Mestre (PLC); quando a lógica é "0" (*Space*) é enviada, a tensão do bus de comunicação é reduzida em 12V, para o valor nominal de +24V à sua saída (4).

Os bits enviados na direção do escravo para o mestre são codificados pela modulação do consumo de corrente do escravo. Um "1" lógico é representado por uma corrente constante (versus tensão, temperatura e tempo) de até 1,5 mA. Um "0" lógico (Espaço) é representado por um maior consumo de corrente pelo escravo entre 11-20 mA adicionais. A corrente de estado de marca pode ser utilizada para alimentar a interface e, possivelmente, o medidor ou o próprio sensor (4).

3.7. S-BUS - SAIA BUS



Figura 15 Logotipo SBus [3]

S-Bus é o nome de um eficiente protocolo de comunicação da SAIA® PCD. Pode ser usado para comunicações ponto-a-ponto ou para uma rede local de mestre/escravo. Qualquer uma das interfaces de comunicação série pode ser usada para a comunicação do tipo ponto-a-ponto. A nível físico, a rede S-Bus usa RS-485 Standard através da cablagem do tipo par trançado com malha ou blindado (3).

O S-Bus pode ser usado como um meio simples e económico de interligar até 255 periféricos PCD, conectados até 8 segmentos, cada um contendo até 32 estações.

Características principais do S-Bus:

- Facilidade de manuseamento (instalação, comissionamento e programação)
- Custo efetivo, sendo que o protocolo S-Bus já está incorporado em todos os processadores PCD. Significa que nenhum processador de comunicações adicional dedicado é necessário.

- Transferência de dados segura, utilizando a detecção de erros do CRC-16.
- Alta taxa de transferência de dados, devido ao eficiente protocolo binário com velocidade de transmissão de até 38,4 kbps.
- Suporte para acesso e diagnóstico remoto de dados via modem em linhas alugadas ou *dial-up*.
- *Drivers* estão disponíveis para sistemas de controlo de supervisão como *Wizcon*, *InTouch*, *FactoryLink*, *Fix D-Macs* e *Genesis*.
- Possibilidade Multi-master usando o S-Bus *Gateway* (3).

3.8. DALI - DIGITAL ADDRESSABLE LIGHTNING INTERFACE



Figura 16 Logotipo DALI [7]

O sistema DALI é um protocolo de comunicação padrão baseado no standard RS-485 que foi criado e adotado pelos principais fabricantes de produtos para iluminação, cujo nome vem da abreviação do termo em inglês *Digital Addressable Lighting Interface*.

Com tecnologia totalmente digital, o protocolo DALI proporciona inúmeros recursos de controlo e gestão dos sistemas de iluminação, sendo o seu funcionamento extremamente simples. Ao mesmo tempo que os sistemas com protocolo DALI possuem recursos muito mais avançados e instalação mais simplificada face aos sistemas analógicos, não são tão dispendiosos como os sistemas de gestão de edifícios em sistema de BUS. Neste sistema, os componentes DALI (Balastros eletrónicos, transformadores eletrónicos e fontes de alimentação DALI), podem formar subsistemas de iluminação que comunicam com o sistema de Gestão Técnica de Edifícios, através de *gateways* comercializadas pelos fabricantes dos sistemas de gestão de edifícios.

A tecnologia DALI já é aplicada nos mais variados portes de instalações, desde pequenas aplicações residenciais, passando por médias aplicações comerciais, e por fim chegando a grandes instalações comerciais e industriais.

Características Técnicas DALI

O sistema DALI possui as seguintes características num sistema de iluminação:

- Cablagem simples das linhas de comando (sem polaridade);
- Controlo de unidades individuais (Endereço individual) ou por grupos (Endereço de Grupo);
- O controlo simultâneo de todas as unidades é possível a qualquer momento (através da transmissão de endereçamento);
- Reduzidas interferências na comunicação de dados, devido à estrutura de dados ser bastante simples;
- Controlo de mensagens de estado do dispositivo (falha de lâmpada);
- Opções de relatório: (total / por grupo / por unidade);
- Formação de grupos através de um simples "pisca" de lâmpada;
- *Dimming* automático e simultâneo de todas as unidades quando selecionado um cenário;
- Tolerâncias operacionais de lâmpadas podem ser armazenadas como valores padrão;
- Identificação de cada tipo de unidade;
- Opções para iluminação de emergência podem ser escolhidas (seleção de balastros específicos, nível de regulação de fluxo);
- Menor custo do sistema e maior número de funções em comparação com sistemas de controlo de 1-10V;
- *Fading*: Desaparecimento de cor e brilho.

Em resumo o sistema DALI foi definido para:

- No máximo de 64 unidades individuais (endereços individuais);
- No máximo de 16 grupos (endereços de grupo);
- No máximo de 16 cenários (valores de cenários de iluminação);

O DALI encerra a lacuna entre interfaces convencionais 1-10V e sistemas de controlo complexos de iluminação. Estas são as características que fazem do DALI uma plataforma ideal para a gestão de iluminação inteligente e flexível em edifícios modernos (7).

4. REQUISITOS DO PROJETO

4.1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto insere-se na remodelação de um hospital, com uma vasta história na área da saúde. O cliente pretende utilizar a mais avançada tecnologia de comunicação em SGTC, para o controlo e monitorização de sistemas críticos para o funcionamento do hospital. O controlo será definido pela operação sobre os sistemas de iluminação das zonas comuns e electroválvulas de fluxo de água da instalação. A monitorização será realizada sobre todos os equipamentos da instalação a serem integrados no sistema de gestão técnica. Serão monitorizados os consumos de eletricidade e água, estados de funcionamento do grupo gerador e suas alarmísticas, e por ultimo, os estados de posição das electroválvulas. Preparar-se-á o sistema de gestão técnica, para uma futura leitura do volume real de água contido nos reservatórios da central de bombagem.

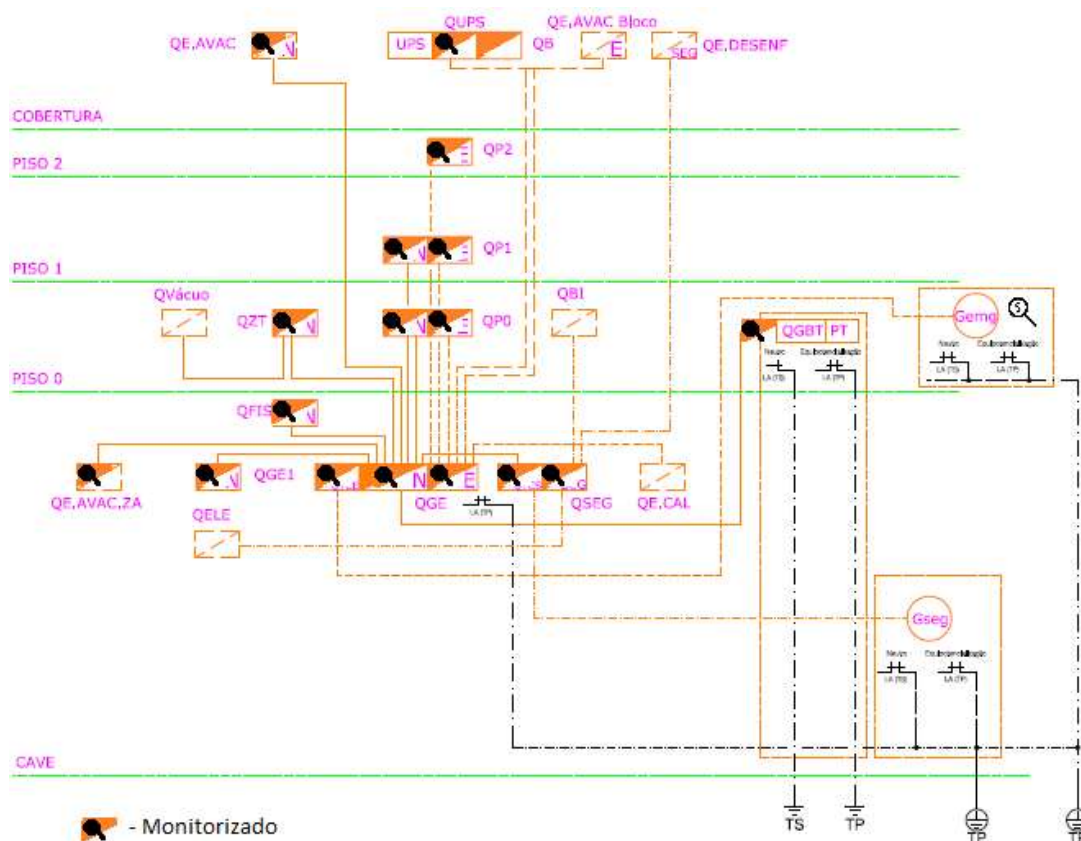
A instalação inicial, é caracterizada por ser uma solução convencional, sem qualquer centralização de dados ou controlo de equipamentos. Este projeto, incide fortemente na componente de aproveitamento das potencialidades dos equipamentos já instalados. A realização de um levantamento e estudo das características dos equipamentos instalados,

permitiu desenhar uma solução sem custos acrescidos para o cliente, evitando assim a alterações ao equipamento de medição e controlo existente.

A solução de gestão técnica final, será constituída por diversos equipamentos, entre os quais, analisadores de energia, electroválvulas de regulação de fluxo, balastos de tecnologia DALI e contadores de água por impulsos. A monitorização de energia eléctrica, será dividida em dezassete analisadores e a de consumo de água em seis contadores. Na componente de controlo, esta será constituída por vinte e oito balastos de tecnologia Dali e seis electroválvulas de fluxo de água.

O perfil de consumos da instituição poderá ser analisado e comparado entre os diferentes serviços hospitalares, com o objetivo de otimizar continuamente a sua pegada ecológica e contribuindo para uma eficiência energética cada vez mais apurada. Medir e disponibilizar os registos de medição, criará todas as condições necessárias à realização de análises na periodicidade que a equipa técnica considerar adequada. De seguida, é apresentado o diagrama de distribuição, com foco nos quadros monitorizados (Anexo I).

Diagrama de distribuição e monitorização de energia (Anexo I):



O piso -1 foi projetado e dimensionado para prestar serviços de fisioterapia. É uma área dividida em três segmentos, permitindo tratamentos de fisioterapia, consultas da especialidade e realização de exames complementares de diagnóstico.

A iluminação da zona de circulação e sala de espera, será controlada manual e localmente, nas vertentes de normal (N) e socorrida (S) da instalação.

4.2.2. PISO 0

Recepção Principal, Consultórios e Enfermaria

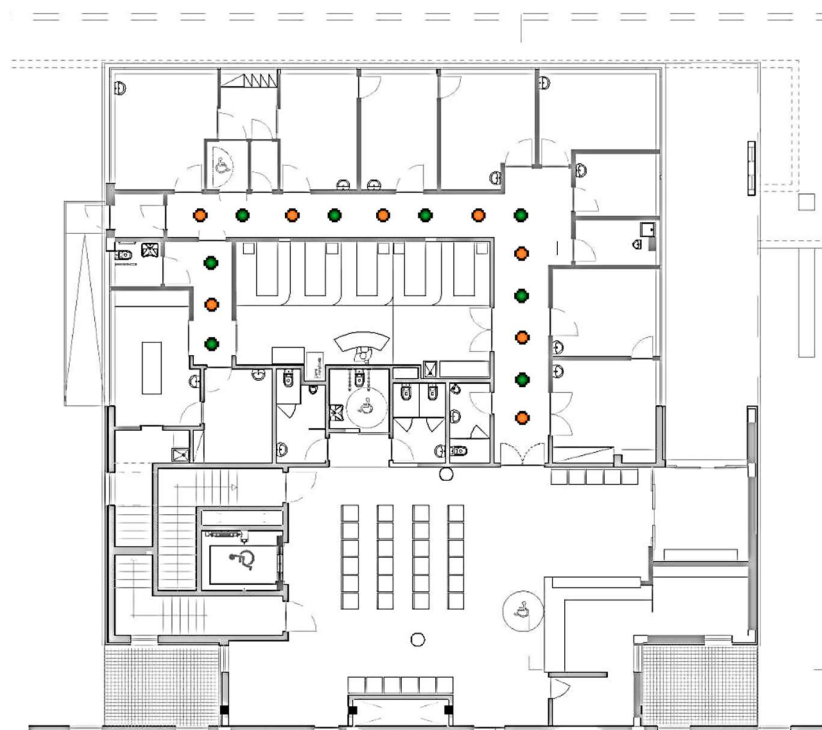


Figura 18 Piso 0 (Recepção e consultórios)

O piso 0 do edifício é constituído pela receção, sala de espera, enfermaria e gabinetes de consulta. O controlo deste piso é realizado de forma semelhante ao piso inferior. Serão controlados os circuitos normal e socorrido da iluminação com relógio virtual dedicado, devidamente sincronizado.

4.2.3. PISO 1

Recobro e cuidados continuados

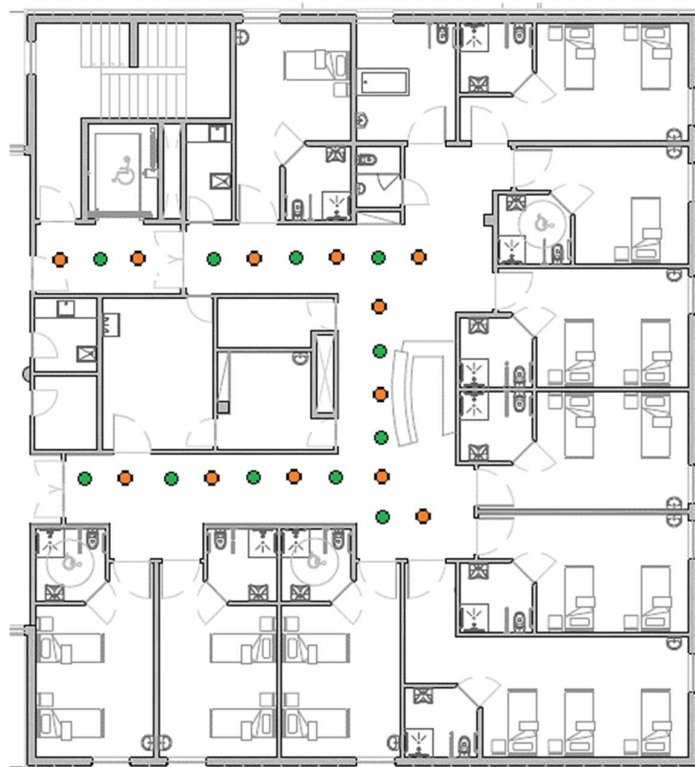


Figura 19 Piso 1 (Recobro/Cuidados continuados)

O piso 1 contempla o recobro e cuidados continuados. O serviço funciona ininterruptamente, dado que existe necessidade de uma vigilância permanente, por parte do corpo de enfermagem. Tipicamente, a iluminação nunca será desligada, no entanto, é fundamental ajustar os parâmetros de fluxo das luminárias, para que estas cumpram a luminância de conforto, para o estado de vigilância noturna e diurna.

4.2.4. PISO 2

Bloco Operatório

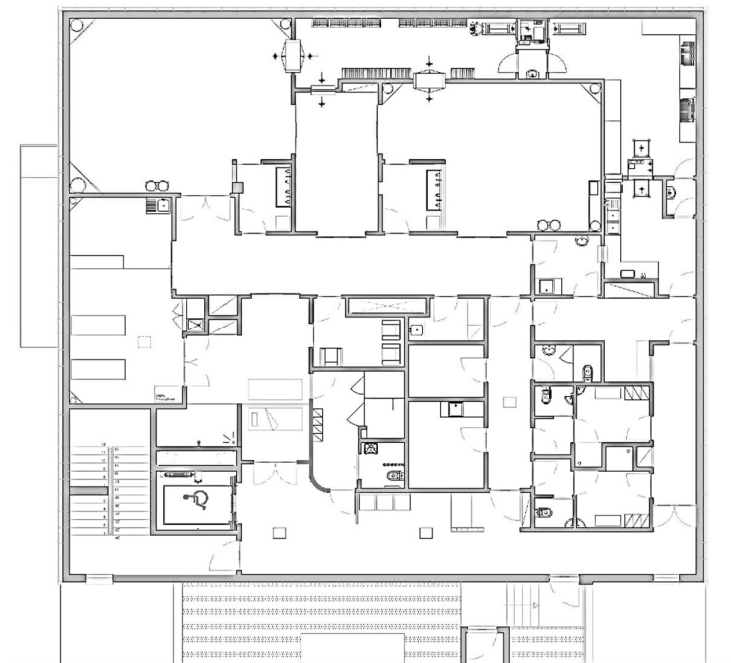


Figura 20 Piso 2 (Blocos operatórios)

No piso 2 encontram-se os blocos operatórios, duas salas no total. Trata-se de um piso com reduzido fluxo de circulação de pessoas, devendo a iluminação funcionar também

em alternância entre circuitos normal e socorrido. Em função da calendarização de utilização das salas, a equipa técnica de gestão do hospital poderá atribuir horários adequados, de forma a que não haja desperdício de energia e cumprindo na integra com todas as exigências deste piso.

4.2.5. ÁREA TÉCNICA

Grupo gerador, gases medicinais e central bombagem

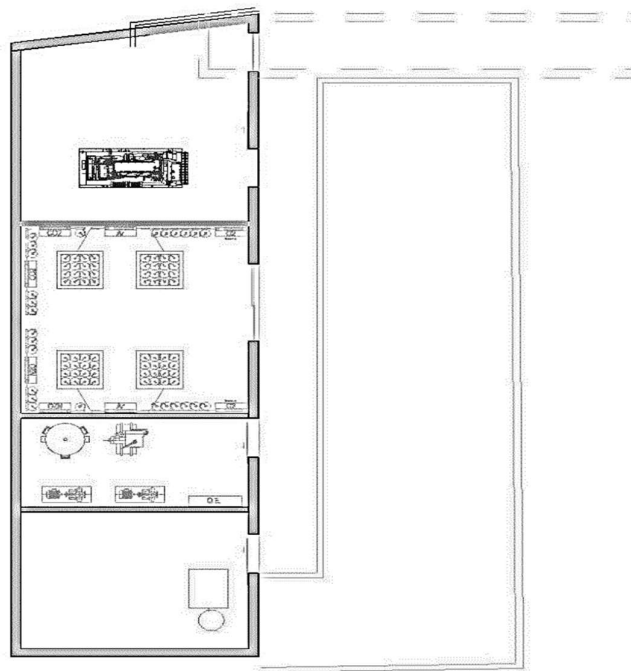


Figura 21 Área técnica

A área técnica é um pequeno edifício de apoio ao principal, onde serão instalados e devidamente ventilados os equipamentos de apoio aos sistemas mais importantes. Foi dimensionado para alojar um grupo gerador com 150kVA de potência instalada, uma central de gases medicinais e uma central de bombagem de água. Este edifício será controlado e monitorizado através do SGTC a desenvolver.

A possibilidade de visualização em tempo real, das variáveis ou estados de funcionamento do grupo de emergência, serão uma prioridade e mais valia para a instituição. Servirá de base para um comportamento preventivo e corretivo de manutenção sobre o grupo. A capacidade de visualizar modos e estados de funcionamento em ambiente gráfico, nomeadamente electroválvulas e volume de depósitos, garantirão um estado de alerta e capacidade de resposta mais refinado sobre todo o sistema de bombagem.

4.3. REQUISITOS DO CLIENTE

Em função dos interesses do cliente, foram definidos os seguintes requisitos:

Uma ferramenta de representação gráfica pretende-se simples, rápida e com a informação bem sintetizada. É com este objetivo, que será desenvolvido o ambiente de controlo e monitorização do sistema. A criação de páginas por equipamento a monitorizar ou controlar, será umas das formas de tornar a interação mais prática. O acesso à plataforma *web*, poderá ser efetuada em qualquer ponto da instalação, desde que garantido acesso à rede informática do edifício. Qualquer computador fixo ou portátil com acesso à *intranet*, garantirá a plataforma necessária para interação com a interface gráfica desenvolvida.

4.3.1. COMPONENTE DE VISUALIZAÇÃO (INTERFACE *WEB*)

- Acesso via *Web browser* para comando e visualização do sistema em qualquer ponto da rede local, sem *software* dedicado e sem custo de licença associado;
- Representação dos estados e variáveis de funcionamento dos equipamentos, na planta do edifício;
- Acessos condicionados, criação de *users* para utilizadores ou responsáveis técnicos;
- Páginas dedicadas a cada sistema a ser controlado:
 - Iluminação;
 - Grupo gerador;
 - Consumos elétricos;
 - Consumos hídricos;
 - Central bombagem de água;
- Possibilidade de crescimento futuro com adição de novas páginas para novos sistemas;

A utilização de uma ferramenta de gestão versátil, económica e com grande potencial de expansão, são critérios precisos e audaciosos, que tornam todo o projeto interessante, tanto pela tecnologia usada, como pelos resultados que esta pode trazer.

4.3.2. MONITORIZAÇÃO DE CONSUMOS ELÉTRICOS

A monitorização de consumos elétricos tem como objetivo medir, quantificar e comparar consumos entre quadros elétricos de distribuição de energia.

A comparação de gastos entre os diferentes serviços da instituição, ajudarão definir estratégias de redução de consumo energético, contribuindo para um edifício mais verde

e reduzindo o desperdício de energia. Em última análise, poder-se-á atribuir custos de exploração, caso a instituição pretenda subcontratar uma entidade externa para utilização dos serviços do edifício.

A monitorização de consumos não só realizará a medição das grandezas elétricas por analisador, como também medirá e analisará a temperatura do respetivo quadro, podendo associar-se uma alarmística, caso esta ultrapasse valores definidos como limite.

Funções a desempenhar:

- Análise de consumos por quadro elétrico;
- Registo e visualização de consumo mensal e anual por quadro elétrico;
- Monitorização de temperatura por quadro elétrico;
- Custo de energia gasto;
- Obtenção dos registos de consumos em formato de folha de cálculo;
- Potência de pico;
- Potência instantânea;

4.3.3. CONTROLO ILUMINAÇÃO

Os sistemas de iluminação como equipamento de consumo podem ter até um peso de 30% no diagrama de carga da instalação, o que coloca importantes questões quando o assunto é eficiência energética. A otimização das horas de trabalho destes equipamentos e o fator de potência a que estes podem trabalhar, são um ponto crucial para a redução do consumo dos mesmos. Analisando a utilização do edifício pelos profissionais de saúde e utentes, rapidamente se consegue perceber onde é possível uma redução da luminosidade, desligando alguns equipamentos, adicionando-os ao sistema só se necessário. A este nível de operação sobre os equipamentos de iluminação, pode afirmar-se que é possível analisar o perfil de consumo por zona e ajustar as horas de

trabalho dos equipamentos em função das horas do serviço hospitalar. De grosso modo, o objetivo será a otimização do número de luminárias a ligar por zona comum, alternando entre os circuitos normal e socorrido. A redução do fator de carga na instalação, ou até desligando em horas de menor movimento, contribuirá para um aumento do índice de eficiência energética do edifício e de vida útil dos equipamentos de iluminação.

Funções a desempenhar:

- Controlo da iluminação *on/off*, por piso;
- Controlo dos circuitos normal e socorrido, por piso;
- Ajuste dos valores de luminância, regulando o fluxo da luminária em tempo real;
- Atribuição de horários de funcionamento, conforme exigências da instituição;
- Atribuição de vários horários para o mesmo circuito de iluminação;

4.3.4. CENTRAL DE BOMBAGEM E MONITORIZAÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA

O desenvolvimento de uma solução de controlo e comando, baseado num sistema de automação e integrado numa rede IP, permite a comunicação entre autómatos dispersos na instalação e interligados nessa mesma rede. Devido à distância da instalação da rede de distribuição de águas e dada a necessidade de controlo num sistema de gestão técnica, tornou-se necessário o desenvolvimento de um quadro de automação dedicado. O controlo direto das electroválvulas com sinais digitais de +24V temporizados e instantâneos, permitirá controlar as posições e sinalizar os seus estados. Estes sinais em complemento com lógicas de funcionamento desenvolvidas para os modos “automático” e “manual”, permitem obter uma excelência de controlo remoto e uma resposta adequada em caso de emergência.

O objetivo da monitorização de consumos hidráulicos servirá de base para comparação com a fatura mensal emitida pelo município e possibilitando o controlo de uma eventual

fuga, se esta existir. Será associada uma alarmística se for verificado um consumo acima da média, resultado de uma fuga ou gasto excessivo deste recurso. A análise destes gastos, permitirá definir estratégias de redução se necessário, contribuindo para um edifício mais verde e reduzindo o desperdício de energia elétrica associada a este consumo. A racionalização do consumo de água, não só é refletida numa poupança direta deste recurso, como também nos consumos energéticos para a bombear.

Funções a desempenhar:

- Controlo e visualização do estado das electroválvulas;
- Colocação do sistema em modo automático ou manual;
- Representação gráfica do esquema da central bombagem;
- Visualização do volume de água por depósito em tempo real;
- Monitorização em tempo real dos consumos de água da instituição;

4.3.5. GRUPO GERADOR

Pretende estabelecer-se comunicação entre o grupo gerador e o sistema de gestão técnica utilizando um protocolo compatível. Esta ligação permitirá monitorizar o estado de funcionamento do grupo de emergência. A possibilidade de desenvolver um ambiente gráfico, visualmente semelhante às consolas típicas dos controladores destes sistemas, tornar-se-á uma mais valia para a manutenção do edifício. Deverão ser tratados e interpretados todos os registos necessários à compreensão dos estados dos alarmes, modos de funcionamento ou outros registos visíveis somente interagindo diretamente com o menu da consola de controlo.

Visualização dos estados do grupo em tempo real:

- Fonte de energia (rede ou grupo);
- Modo de funcionamento selecionado (manual, automático, teste);
- Temperatura da água;
- Pressão do óleo;
- Nível de carga da bateria;

5. SOLUÇÃO DE GESTÃO TÉCNICA

5.1. ARQUITETURA DO SISTEMA DE CONTROLO

O sistema de gestão técnica desenvolvido, é composto por diversos equipamentos a comunicar para uma única plataforma *web*. Será possível visualizar os estados de funcionamento de balastros Dali, analisadores de energia, grupo gerador, electroválvulas de fluxo e contadores de água. A imagem seguinte, pretende traduzir a forma como toda a solução será interligada e ter uma perceção real da dimensão da solução de gestão técnica. Instalado na galeria técnica, temos o quadro de gestão técnica da fase 1 (QGTC.F1), onde se encontra instalado o autómato responsável pelo controlo da iluminação, monitorização de consumos elétricos e comunicação com grupo gerador. Na central de bombagem está instalado o quadro (QGTC.CB1), dedicado ao controlo das electroválvulas e monitorização de consumos de água. A comunicação entre quadros de gestão técnica é realizada através da rede *ethernet*, utilizando a rede informática estruturada do edifício (Anexo II).

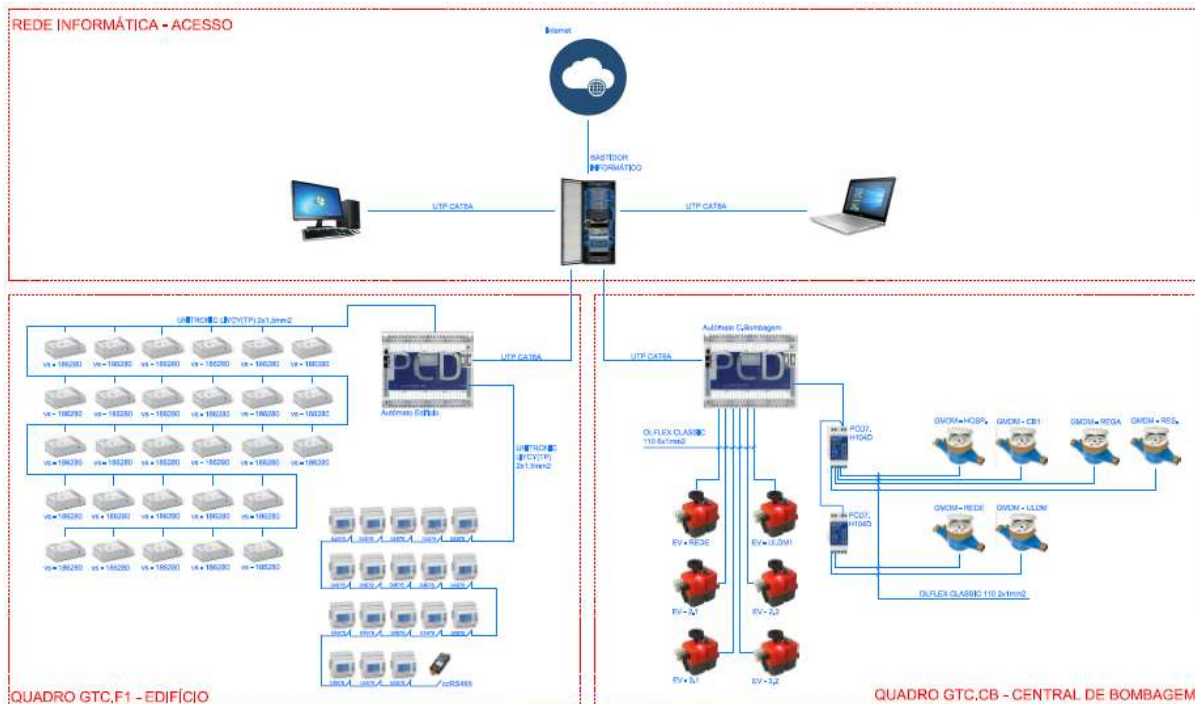


Figura 22 Arquitetura sistema de controlo (Anexo II)

5.1.1. AUTÓMATO



Figura 23 Autómatos modelo PCD2_M5 SAIA BURGESS

A necessidade de escolha de um equipamento que permita uma flexível comunicação com vários protocolos, a possibilidade de acesso via *Web* para economia de um

software de gestão dedicado, capacidade de memória suficiente para a utilização pretendida, velocidade de processamento adequada e fiabilidade, levou a que fosse considerado um equipamento da marca “Saia-Burgess Controls AG”, de origem Suíça.

Devido ao seu design compacto, o Saia PCD2.M5xxx é ideal para aplicações de economia de espaço. O *Central Processing Unit* (CPU), permite as funções de controlo e regulação de aplicações complexas até 1023 pontos de dados centrais. O PCD2 poderá ser expandido para LON IP® ou controlador compatível com BACnet®, usando módulos de memória *plug-in*. Possui interfaces de comunicação como Universal Serial Bus (USB), Ethernet, RS-485 e Servidor de automação integrado (3)(30).

Propriedades Autómato PCD2_M5:

- Até 15 interfaces de comunicação (RS232,RS485,etc.);
- 8 I/O que podem ser expandidas através de módulos de expansão até 64 cartas, num total de 1023 *central data points*;
- Admite módulos de expansão remotos com RIO.PCD3.T66x(Ethernet) ou PCD3.T760(Profī-S-IO);
- Servidor automação integrado;
- Memória de dados expansível através de módulos de memória flash até 4Gb;
- 6 contadores/interruptores rápidos integrados no CPU para utilizações de precisão de contagem de pulsos.

5.1.2. CARTAS DE COMUNICAÇÃO

- **Comunicação DALI – PCD7.F261**

A carta de comunicação do tipo PCD2.F2610, foi desenvolvida para comunicação com balastros e outros equipamentos de tecnologia DALI na configuração de servidor-cliente. Considere-se o autômato como servidor e todos os elementos da instalação, a serem controlados individualmente ou em grupo. Tem uma capacidade de controlar até 64 elementos, neste caso, balastros Dali, permitindo um total de 64 pontos de controle a nível individual. Com esta tecnologia, diminui-se drasticamente a cablagem de potência ao sistema de iluminação, instalado um cabo de comunicação a interligar todos os balastros (31).



Figura 24 Carta de Comunicação DALI PCD7.F261

- **Comunicação MODBUS – PCD7.F150S**

O módulo de comunicação do tipo PCD7.F150S, de instalação direta em *slot* apropriada, existente na placa de circuito impresso do autômato PC2_M5, dispõe de isolamento galvânico, garantindo a sua integridade nos ambientes mais agressivos, isto é, quando a qualidade da energia não é a melhor. O funcionamento deste módulo também é baseado na configuração de servidor-cliente, permitindo até um total de 254 clientes ou equipamentos que comuniquem neste protocolo. Na solução desenvolvida, teremos analisadores de energia, um por cada quadro elétrico, contagem de água por módulo de impulsos e módulo de comunicação de grupo gerador (29).



Figura 25 Módulo de Comunicação RS485 PCD7.F150S[29]

- **Comunicação M-BUS – PCD2_F2710**

A carta de comunicação do tipo PCD2.F2710 foi desenvolvida para comunicação com equipamentos de medição que utilizam o protocolo europeu M-Bus, na configuração de Servidor-cliente. O autômato na qualidade de servidor, realizará pedidos a todos os aparelhos de medição ou clientes existentes na instalação, como é o caso dos contadores de água do tipo GMD da BMETERS, instalados na central de bombagem. No total serão seis unidades medidoras a serem geridas pelo autômato. A carta selecionada permite a comunicação até um máximo de 20 elementos. Caso haja necessidade de aumentar o número de contadores na instalação, excedendo desta forma os 20 anteriormente referidos, seria necessário trocar a carta para a PCD3.F2720, permitindo a comunicação até 60 elementos. Associado a esta comunicação e número de

equipamentos a serem controlados, existe uma licença que terá que ser paga para utilização e configuração de elementos que utilizem este protocolo (29).



Figura 26 Carta Comunicação M-Bus PCD2.F270[29]

- **Entradas digitais (24V)**

A carta de recepção de sinais digitais 24V a transístor, é utilizada e permite compreender sinais provenientes do campo. Entenda-se campo, como locais onde estão instalados os sensores. Sensores de contacto ou de deteção, quando acionados disponibilizam 24V, através de contacto interno, que será interpretado e processado pelo autómato. Para uma melhor compreensão, será dado como exemplo, o estado de uma porta (fechada ou aberta). Através de sensores magnéticos ou até mesmo mecânicos, é possível a obtenção destes estados, utilizando as cartas de entradas digitais a 24V, que reconhecem o sinal proveniente do contacto de porta fechada(24V) e porta aberta(0V) (29).

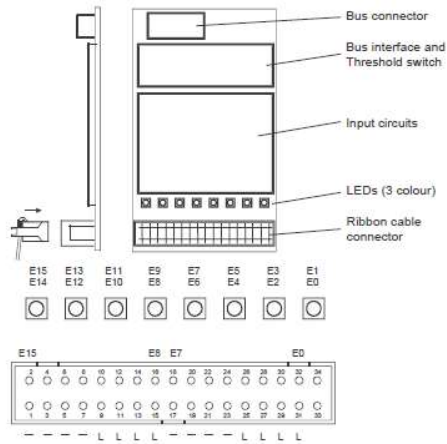


Figura 27 Carta 16 entradas digitais PCD2.E165[29]

- Saídas digitais(24V)

A carta de comunicação do tipo PCD2.A465, foi desenvolvida para emissão de sinais 24VDC para equipamento de campo, como é o caso das electroválvulas que controlam o fluxo de injeção de água no hospital. Cada electroválvula necessitará de quatros sinais de 24V, os quais irão definir o comando de fecho, abertura e respetiva sinalização de estado de posição. Em conjunto com temporização de sinais, isto é, aplicação de um valor de tensão, durante um determinado período de tempo, é possível fazer o controlo de posicionamento das válvulas (29).

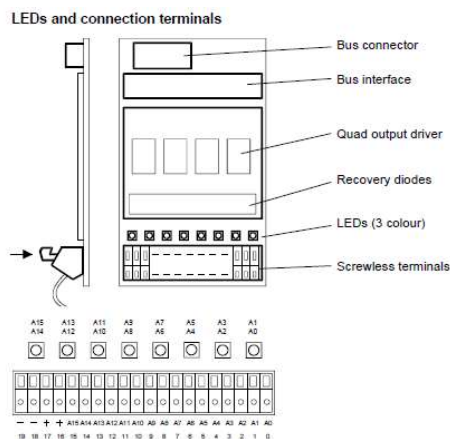


Figura 28 Carta 16 saídas digitais PCD2.A465[29]

5.1.3. EQUIPAMENTO DE CAMPO

- **Central multimídia - *Legrand* Modbus RS485**



Figura 29 Central de medida 04676 – Legrand[12]

A central de medida da *Legrand*, é um equipamento com propriedades de analisador de energia, tendo a capacidade de efetuar diversas medições, muito úteis, quando devidamente tratadas e processadas.

Permite a leitura das seguintes variáveis:

- Tensões simples e compostas(V);
- Frequência(Hz);
- Corrente de serviço entre fase e neutro(Ib);
- Potência ativa, reativa e aparente por fase(S,Q,P);
- Fator de potência por fase(FP);
- Energia ativa e reativa total e parcial(Ea,Er);
- Consumo(Wh);
- Regista os valores máximos ou picos das grandezas anteriores;
- Calcula as médias das grandezas anteriores;
- Medição de temperatura através de sonda interna(°C);

Será utilizada neste projeto, como central de medida a ser instalada em cada quadro elétrico. O objetivo será, sempre que necessário e através do protocolo de comunicação

Modbus, comunicar os valores registados no intervalo de tempo definido no analisador. A monitorização da temperatura, quando processada, permitirá emitir uma alarmística, caso esta exceda um valor limite definido na aplicação de gestão técnica, evitando o sobreaquecimento ou “avisando” sobre um excecional consumo de quadro elétrico ou anomalia.

A monitorização de consumos por quadro elétrico ou serviço, permitirá imputar custos de operação. No caso de futuramente se alugar o serviço a uma entidade externa, servirá de base para definir valores de alugar, até mesmo controlar e estimular comportamentos de consumo eficientes.

- **Balastro Vossloh schwabe DALI**

O balastro eletrónico de tecnologia DALI é um equipamento que apareceu no mercado em substituição do balastro de regulação 1-10V. O objetivo desta substituição visou melhorar substancialmente o controlo eficiência de equipamentos reguláveis, utilizando a tecnologia digital em vez da analógica. A principal vantagem está centrada na eficiência energética e controlo sobre o equipamento. Passa a ser possível, não só perceber o estado de funcionamento da luminária como também ter acesso à informação relativa ao estado do mesmo.

Lista de possíveis avarias reportadas pelo equipamento DALI:

- Estado balastro;
- Estado lâmpada;
- Falha alimentação;
- Falha de endereço;
- Comportamento após falha de energia ou de comunicação;

A informação do estado de funcionamento do equipamento é muito útil quando se pretende uma supervisão total do sistema. Permite um rastreamento mais direto em caso de avaria, assim como visualizar a condição de funcionamento do equipamento.

A infraestrutura elétrica do edifício prevê o funcionamento da iluminação de circulação com separação dos circuitos entre a componente normal e socorrida da instalação. Definida uma lógica de controlo por tipo de circuito e atribuindo pisos a esta equação, o resultado será um sistema de DALI dividido em 6 grupos de controlo.

Referência	Atribuição de grupos	Tipo de circuito
PISO 1	6	SOCORRIDO(S)
	5	NORMAL(N)
PISO 0	4	SOCORRIDO(S)
	3	NORMAL(N)
PISO -1	2	SOCORRIDO(S)
	1	NORMAL(N)

Tabela 1 - Tabela síntese de separação por grupos

Numa análise mais cuidada e apurando as necessidades de controlo de quem fará a gestão destas futuras instalações, são definidas as seguintes características de trabalho:

- Atribuição de horários por grupo;
- Comando manual por grupo;
- Ajuste de fluxo direto por grupo;
- Atribuição de fluxo de funcionamento em horário;
- Comportamento na falta de energia;
- Visualização de fluxo de funcionamento em tempo real;
- Divisão por pisos na interface gráfica de controlo;
- Separação dos circuitos Normal e Socorrido em interface gráfica;

Estas características servirão de base para desenvolvimento da aplicação que fará o controlo da iluminação. Permitirá a atribuição de diferentes horários de trabalho para as diferentes componentes da iluminação, alternando nas horas de funcionamento entre a componente normal e socorrida da instalação, poupando a vida útil dos equipamentos e garantindo a luminância para ótimas condições de trabalho.



Figura 30 Balastro DALI 186280 - vossloh schwabe[13]

A escolha do balastro Dali do fabricante Vossloh Schwabe, permitirá o controlo total da luminária, isto é, controlo *on/off* ou regulação de fluxo do tipo 1-100%. Permite a configuração em grupo ou individualmente. As características técnicas do tipo de luminária a ser controlada, levou a que se considerasse como melhor solução de controlo com comunicação por Dali, o equipamento de referência 186280 do fabricante.

A aplicação a desenvolver para o sistema de gestão técnica, será baseada no relógio de processamento do próprio autómato, que por sua vez comunica regularmente com os serviços de internet, mantendo-o sincronizado. Os horários de funcionamento das iluminações, serão totalmente editáveis pelo utilizador, sendo possível o ajuste entre as horas de funcionamento e de repouso. O valor do fluxo luminoso é definido pelo utilizador em função da utilização do local e serviço prestado. Numa perspetiva de prevenção de desgaste dos equipamentos, a gestão técnica permitirá alternar entre as horas de trabalho dos circuitos normal e socorrido de iluminação. A rotina desenvolvida para o controlo da iluminação, perante uma falha de energia por parte da entidade fornecedora, resultará num ajuste para o valor máximo de fluxo possível para o circuito

socorrido de iluminação, uma vez que o normal fica indisponível. Esta ação tornará possível a execução de qualquer tarefa no hospital, uma vez que é garantida luminosidade suficiente em todas as zonas comuns. Esta elasticidade e autonomia de funcionamento não será possível, sem a utilização de equipamentos adequados e trabalhadas todas as suas potencialidades de uma forma inteligente e eficiente.

Características técnicas:

- Potência máxima de 24W;
 - Corrente de regulação até 700mA;
 - Fator de potência superior a 0,9;
 - Perdas em repouso inferiores a 0,5W;
 - regulação de luminosidade através de controlo PWM na corrente nominal;
 - intervalo regulação de 1 a 100%;
 - Proteção eletrónica de curto-circuito;
 - Proteção para sobrecarga ou sobrelevação de temperatura;
 - Índice de proteção IP20;
-
- **Módulo comunicação por impulsos PCD7.H104 para contadores de água**

A instalação será equipada com contadores de água na componente geral e parcial da distribuição. A contagem geral será realizada para o fornecimento público ou privado. O abastecimento privado é realizado a partir de uma instituição associada a esta, pertencente ao mesmo dono.

Contagem Geral:

- 1- Abastecimento Central de Bombagem ULDM1 CB1(1.1);
- 2- Abastecimento da Rede Pública (1.2).

Contagem Parcial:

- 1- Hospital(edifício);
- 2- Central Bombagem 1 (CB1);
- 3- Rega;
- 4- Reserva.

Os contadores de água da instalação foram pensados e preparados para uma futura contabilização através de um sistema dedicado. Dado que estes equipamentos estão equipados com acessório de contagem por impulsos (figura 31), será possível através da instalação de contadores de impulsos com comunicação modbus, interpretar e processar estes sinais.



Figura 31 Módulo comunicação PCD7.H104 para contador de impulsos[14]

O contador de impulsos do tipo PCD7.H104D da *Saia Burgess AG*, será a forma mais simples e prática de integrar diversos equipamentos de medição sem comunicação de bus dedicada a sistemas de automação, como é o caso do presente projeto. Evita investimentos avultados em equipamentos de leitura dedicados e permite a leitura em equipamentos existentes. Este equipamento recebe, converte e transmite pulsos, que servirão de informação para contagem de água ou outros.

- **Electroválvula de controlo com sinalização de estado**



Figura 32 **Electroválvula controlo de fluxo de água[16]**

A garantia de qualidade e continuidade de serviço de um sistema, só pode ser obtida quando se tem o controlo total sobre este. No caso do sistema de bombagem do edifício, a possibilidade de o controlar e monitorizar num sistema de gestão técnica, garante uma continuidade de serviço de nível superior e resposta muito rápida em caso de emergência. Desta forma, e utilizando válvulas motorizadas, a instalação passa a ter um enorme potencial de controlo. A escolha das electroválvulas do fabricante “J+J”, modelo J3C, permitiu obter a precisão de controlo necessária e adequada a um sistema de gestão técnica.

Características técnicas:

- 12-24DC ou AC;
- Tempo de operação 0-90° - 30 s;
- IP 67;
- Peso – 3kg;
- Led de indicação de posição;
- Led de indicação de avaria na operação;
- Consumo 935mA 24VAC;
- Consumo de 1176mA 24VDC;

A utilização deste equipamento terá como objetivo, o controlo do fluxo e fonte de admissão de água no edifício (público ou privado), com a alternância automática ou definida manualmente pelo utilizador, no sistema de gestão técnica.

- **Comunicação Modbus para grupo Gerador**



Figura 33 Módulo comunicação CCRS Modbus da Himoinsa[17]

O módulo de comunicação “*CCrs Modbus*” instalado no quadro de comando do grupo, é uma interface desenvolvido pelo fabricante do grupo gerador instalado (*Himoinsa*), que permite a conversão dos dados de comunicação da máquina, em dados que possam ser processados pelo autómato. O controlador do grupo disponibiliza dados da máquina em protocolo de comunicação do tipo *Controller Area Network (CAN)*. Para que se possa processar esta informação é necessária a utilização do conversor CAN para protocolo já conhecido Modbus, utilizado na gestão técnica. Tornará possível e com a adequada configuração de sistema, uma visualização de todos as variáveis e estados vitais, ao bom funcionamento do grupo em caso de emergência.

Grandezas medidas:

- Níveis de bateria;
- Pressão de óleo;
- Temperatura grupo;
- Estado alternador de carregamento bateria;
- Temperatura liquido refrigeração;
- Quantidade liquido refrigeração;
- Falha no arranque;
- Sincronismo entre fases;
- Sobrecarga;
- Sobreelevação de velocidade;

5.1.4. CABLAGEM COMUNICAÇÃO

Num sistema de gestão Técnica, a precisão dos valores recolhidos e transmitidos pelo autómato devem ser considerados em condições as mais adequadas possíveis. Quando se trabalha com diversos protocolos, a necessidade da qualidade de transmissão e receção de sinal é de extrema importância, daí que as cablagens tenham que ser blindadas e devidamente equipotencializadas, afim de conferir imunidade eletromagnética em todos os cabos de transmissão de sinal.

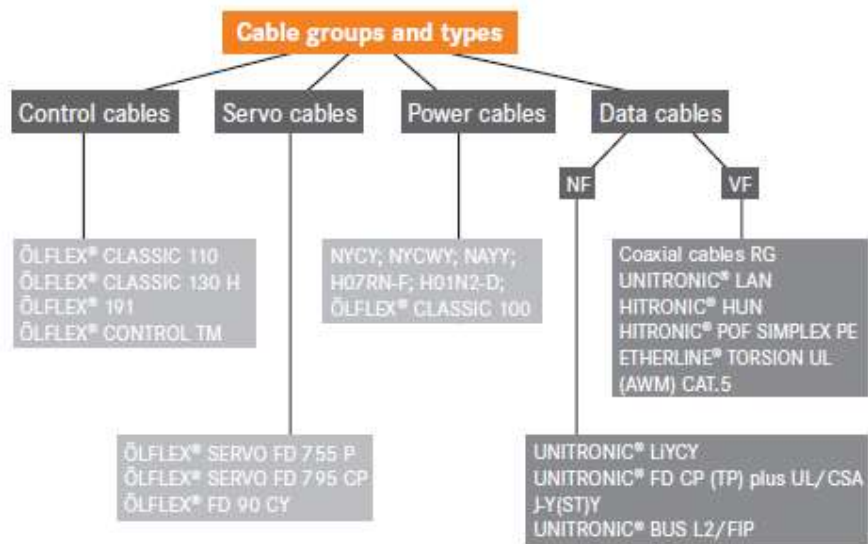


Figura 34 – Diagrama de escolha de cablagens , LAPP CABLE[18]

Cabo comunicação para RS485 / DALI / M-bus



Figura 35 Cabo de dados tipo Unitronic LiYCY(TP)[19]

Cabo controlo (24V)



Figura 36 Cabo de controlo tipo OLFLEX CLASSIC 110[20]

5.2. ESQUEMA UNIFILAR QUADRO GESTÃO TÉCNICA

Apresenta-se de seguida, a identificação de todas zonas de ligação e conexão com o automático. O esquema unifilar do quadro de gestão Q.GTC.F1, que pode ser consultado em pormenor no Anexo III.

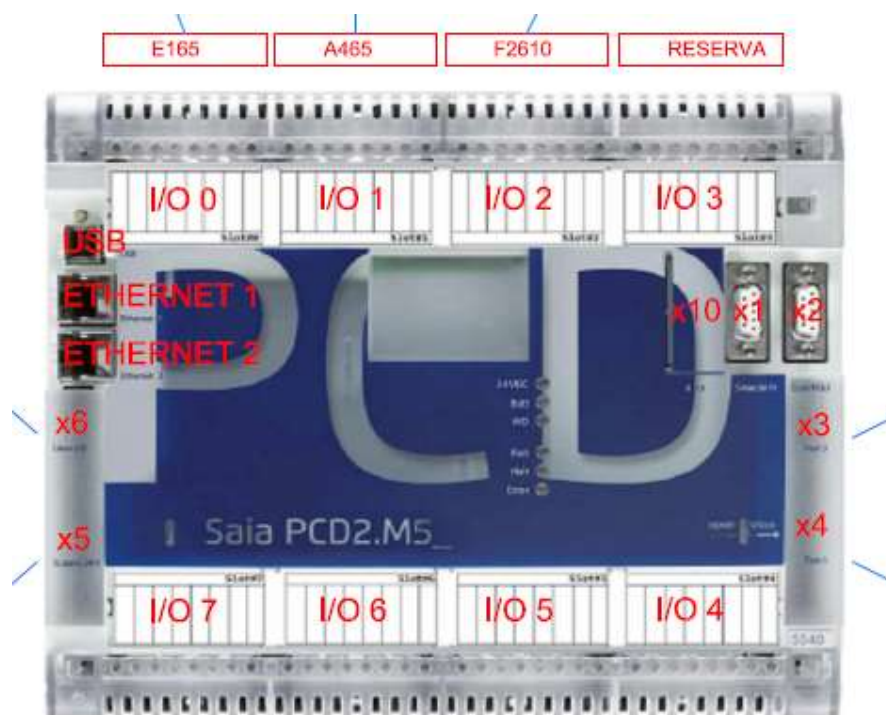


Figura 37 Esquema unifilar Q.GTC.F1 (Anexo III)

6. CONFIGURAÇÃO DA SOLUÇÃO

6.1. INTERFACE GRÁFICA (*WEB*)

6.1.1. INTERAÇÃO UTILIZADOR - *SOFTWARE*

A interface gráfica desenvolvida, idealizada com um menu de escolha da componente a controlar e monitorizar, permitirá e facilitará o acesso a páginas dedicadas. Será composta por quatro campos de seleção, associadas a cada tecnologia, nomeadamente, consumos elétricos, iluminação Dali, grupo gerador e central de bombagem. O acesso ao menu geral, será protegido por palavra-passe, limitando os acessos por tipo de utilizador. Serão criados dois tipos de utilizadores, com permissão total aos dados da instalação, designado de *admin* e com permissão parcial, designado de *user*. O utilizador do tipo administrador, terá acesso à totalidade dos dados e controlos disponibilizados na interface, enquanto que o utilizador comum terá somente acesso à componente de visualização e registos de consumos elétricos e hídricos. A imagem seguinte, ilustra a caixa de dialogo com o autómato, a ser preenchida e necessária para que compreenda que tipo de *user* está a requerer acesso.



Figura 38 Interface Web – Acessos

Uma vez iniciada a sessão como administrador, o acesso é total à instalação integrada no sistema de gestão técnica. A seleção e redireccionamento para a página pretendida, é processada através da seleção da área salientada a negrito, como exemplo na figura 39. A interação entre páginas da interface, processa-se a partir da execução de funções. Cada página poderá ter várias funções associadas, dependendo da complexidade da página. A página de menu geral é composta por cinco funções, das quais, quatro são de chamadas de página e uma para fazer *logout*, anulando e reiniciando a função de comparação entre utilizador e palavra-passe. A imagem seguinte, pretende ilustrar o menu desenvolvido e de que forma é possível aceder às diferentes componentes da instalação, apenas selecionando e elemento pretendido.



Figura 39 Interface Web – Menu geral

6.2. CONTAGEM DE ENERGIA ELÉTRICA

6.2.1. CONFIGURAÇÃO

Em qualquer sistema de comunicação em rede ModbusRS485, deve ser assegurado o endereço dos equipamentos que farão parte deste. Como o protocolo Modbus tem uma configuração do tipo “servidor-cliente”, em que o autómato ocupará a função de servidor e o equipamento de campo a função de cliente. Dever-se-ão definir tantos endereços quantos os equipamentos instalados. No caso do sistema em desenvolvimento, irá dispor de dezassete centrais multimedida da marca Legrand, modelo 04676, e um comunicador rs485 para grupo gerador, levando a que existam na rede equipamentos de medida com endereços desde 1 até ao endereço 18, isto é, serão alocados n ($n > 18$) endereços, ficando para já ocupados os 18 primeiros. Abaixo será apresentada tabela, com localização, função e endereçamento dos equipamentos que integram a rede modbus.

Tabela de identificação dos equipamentos na rede Modbus					
Endereço	Local	Dispositivo	Marca	Modelo	Função
1	Quadro eléctrico(QP2E)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
2	Quadro eléctrico(RESERVA)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
3	Quadro eléctrico(QUPS)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
4	Quadro eléctrico(QPOE)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
5	Quadro eléctrico(QP1E)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
6	Quadro eléctrico(QGBT)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
7	Quadro eléctrico(QGERAL)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
8	Quadro eléctrico(QTCE)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
9	Quadro eléctrico(QZTN)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
10	Quadro eléctrico(QAVACZA)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
11	Quadro eléctrico(RESERVA)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
12	Quadro eléctrico(CFP)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
13	Quadro eléctrico(QAVACN)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
14	Quadro eléctrico(QGE1)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
15	Quadro eléctrico(QTCSEG)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
16	Quadro eléctrico(QP0N)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
17	Quadro eléctrico(QP1N)	Central multimedida	Legrand	4676	Dados eléctricos
18	Grupo Gerador	Comunicador CCRs485	Himoinsa	CCRs	Dados GRUPO

Tabela 2 – Identificação dos equipamentos na rede Modbus

Seguem-se os parâmetros de configuração das centrais multimedida, permitindo definir as características da comunicação Modbus e ajustar o autómato às configurações destas. As centrais permitem o ajuste aos parâmetros previamente definidos em fábrica, conferindo ao equipamento alguma flexibilidade à instalação em que se insere. Os parâmetros de configuração dos analisadores deverão ser compatíveis com os parâmetros definidos no autómato. O objetivo será colocar o sistema a comunicar com elevada eficiência.

Parâmetros de Configuração:

- Velocidade de comunicação: 9600kb/s;
- Paridade de comunicação: NONE;
- Bit de Stop de comunicação: 1;
- Endereço: 1-255;

O autómato é o equipamento chave para que todo este processo tenha sucesso. É o instrumento que controlará os pedidos efetuados e obterá as respostas através de registos específicos.

6.2.2. REGISTOS MODBUS RTU

Os registos de leitura são a variável fundamental para o sucesso desta operação. A central multimedida realiza diversas medições e regista-as em diferentes espaços de memória, definidos como registos de medição. O autómato como Mestre encarrega-se de realizar estes pedidos, sendo que, a central multimedida como escravo, encarrega-se de responder com o valor guardado no registo que foi solicitado.

De seguida será apresentado um exemplo de como este processo se desenrola, através da análise dos registos Modbus que acompanha a central multimedida da Legrand.

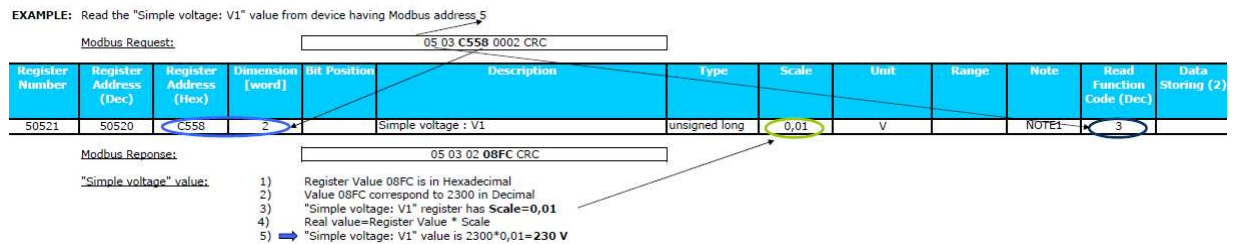


Figura 40 Registos Modbus Legrand 04676[21]

Para o caso exemplificado, pretende obter-se o valor da tensão simples da Fase 1(V1). O autómato solicitará o valor que se encontra guardado no registo nº50521, registo esse de dimensão 2, o que implica efetuar um pedido de dimensão de 32 bits, pois cada palavra ocupa 16 bits de memória, sendo do tipo *unsigned long*. O valor retornado como resposta deverá ser processado com uma operação de multiplicação, pela escala definida em tabela, algo que é característico do próprio analisador. Todo este processamento é responsabilidade do autómato. O objetivo final é apresentar em ambiente gráfico, os valores reais medidos, depois de processados e tratados.

6.2.3. REGISTOS DE CONSUMO

O controlo dos consumos diários, semanais, mensais ou até mesmo anuais poderão ser realizados conforme as necessidades da instalação ou do utilizador final. O objetivo e grande desafio desta componente, será arquivar os registos numa folha de cálculo, com a periodicidade que o utilizador pretenda. Poderá ser comparado o consumo registado com o consumo anunciado pela entidade distribuidora de energia, potenciando o comportamento consciente do consumo de energia.

De seguida é apresentado o *Datalog* de energia consumida em folha de cálculo, guardado no *memory card* instalado no autómato. Para que este armazenamento fosse possível, foi necessário o desenvolvimento de uma aplicação ou rotina específicos, para realização de registos em formato de folha de cálculo do tipo xls.

	A	B	C	D	E	F
1	QGBT(kWh)	QGE(kWh)	QTCE(kWh)			
2	34323	20593,8	13729,2			
3	36130	21678	14452			
4	37937	22762,2	15174,8			
5	39744	23846,4	15897,6			
6	41551	24930,6	16620,4			
7	43358	26014,8	17343,2			
8	45165	27099	18066			
9	46972	28183,2	18788,8			
10	48779	29267,4	19511,6			

Figura 41 Recorte Datalog consumos elétricos gerais

6.3. CONTAGEM DE ÁGUA

6.3.1. CONFIGURAÇÃO

A configuração do sistema será semelhante à contagem de energia elétrica uma vez que o equipamento responsável por estes pedidos será o autómato na qualidade de servidor e o contador de impulsos na qualidade de cliente, a responder aos pedidos realizados. A lógica de armazenamento de dados como registos por parte do contador de impulsos é semelhante à central multimedida, diferindo no número dos registos solicitados.



Figura 42 Contador de impulsos PCD7.H104D[22]

Parâmetros de configuração da comunicação:

- Velocidade de comunicação: 9600kb/s;
- Paridade de comunicação: NONE;
- Bit de Stop de comunicação: 1;
- Endereço: 1-255;

Definido o endereço da interface do contador de impulsos e ajustadas as configurações de comunicação no autómato, este encarregar-se-á de realizar pedidos, obtendo assim os valores pretendidos para processamento, registo e publicação em interface gráfica dedicada.

6.3.2. CONFIGURAÇÃO MODBUS RTU

Os registos de leitura e os dados devolvidos por estes, servirão de informação crucial ao processamento dos impulsos gerados pelos contadores. Depois de tratados e processados os dados da contagem, o utilizador passará a interpretá-los num formato perceptível.

A figura seguinte pretende ilustrar os registos que deverão ser trabalhados, isto é, solicitados e processados.

24	X		Modbus Address	1-99
25	X		Not used	will give a «0»
26	X		Not used	will give a «0»
27	X		Not used	will give a «0»
28-29	X	X	Counter S01	Ex: Counter S01 High = 13. Counter S01 Low = 60383 13 x 65536 + 60383 = 912351 = 912351 Counter S01: 912351/2000 = 456.2 kWh

Figura 43 Registos Modbus Saia PCD7.H104D[22]

Servirá de exemplo o registo de dimensão de 2 palavras 28 e 29, que devolverá os impulsos contabilizados pela interface e que serão alvos de processamento para obtenção do valor final. De uma forma simplista, cada kWh será representado por 2000 impulsos, o que implica o processamento de uma operação de divisão do valor em registo (912351) como dividendo pelo valor de 2000 como divisor. O resultado desta operação será o valor real da contagem efetuada, isto é, 456.2 kWh. Para se processar corretamente o consumo de água, será necessário fazer corresponder 1000 impulsos a 1 m³ de água.

6.3.3. REGISTOS DE CONSUMO

A possibilidade de registar o consumo dos diferentes contadores numa folha de cálculo, permite ao utilizador final tratar os dados da forma que quiser. É uma oportunidade para estudar o perfil de consumo da instalação, contribuindo para um comportamento cada vez mais consciente da utilização dos recursos hídricos da instituição. É possível acompanhar o consumo da instituição e até prever a fatura mensal de consumo de água.

A folha de registos ou *Datalog* seguinte, traduz o consumo hídrico diário do edifício. Os registos em formato de folha de cálculo, estarão disponíveis e totalmente acessíveis via rede local *LAN*, em memória do autómato.

	A	B	C	D	E	F
1	Entrada Rede(m3)	Entrada ULDM CB1(m3)	Hospital(m3)	CB1(m3)	Rega(m3)	Reserva(m3)
2	15873	0	15850	0	23	0
3	15899,24	0	15873,24	0	26	0
4	15925,48	0	15896,48	0	29	0
5	15951,72	0	15919,72	0	32	0
6	15977,96	0	15942,96	0	35	0
7	16004,2	0	15966,2	0	38	0
8	16030,44	0	15989,44	0	41	0
9	16056,68	0	16012,68	0	44	0
10	16082,92	0	16035,92	0	47	0

Figura 44 Recorte Datalog consumos hídricos

6.4. CONTROLO DALI

6.4.1. CONFIGURAÇÃO

A configuração de um sistema de DALI, assenta numa base de auto endereçamento realizada por um equipamento na qualidade de servidor, que é o autómato. No caso de estudo, o autómato em conjunto com a carta de comunicação PCD7.F2610 será responsável por esta operação. A utilização de blocos de comunicação do tipo *Dali configuration Manager*, permite a execução de uma pesquisa de equipamentos de tecnologia DALI no bus da instalação, o que retornará a quantidade de elementos na rede. O autómato é responsável pela atribuição de endereços a todos os balastros existentes na rede DALI. Uma vez endereçados os equipamentos, cada um guardará esse endereço na sua própria memória interna, característica da tecnologia dali. Uma vez detetados os equipamentos e guardados os seus endereços em memória do autómato, dever-se-á através de blocos de comunicação específicos, particularidade do tipo de programação utilizada pela *Saia-Burgess controls AG*, atribuir os endereços aos diferentes grupos. É possível criar até sessenta e quatro grupos num total de sessenta e quatro equipamentos instalados. A atribuição destes grupos ficará também guardada em memória do autómato, pois é o equipamento responsável por toda esta gestão. Definida a estrutura de comunicação e finalizada a associação de endereços a grupos, será possível o ajuste de diversas variáveis de trabalho tais como:

- Atribuição de horários;
- Tempos de regulação de fluxo;
- Definição de mínimos e máximos para percentagem de fluxo;
- Controlo ON/OFF;

6.4.2. UTILIZAÇÃO

A imagem seguinte ilustra a interface de controlo técnico sobre as luminárias do piso 0. É possível operar manualmente e forçar valores se necessário, para cada um dos circuitos. São definidos horários e valores de fluxo para o modo automático. A visualização do fluxo de trabalho definido, em gráfico de barra, permite uma melhor compreensão da percentagem de utilização dos recursos das luminárias. Adicionar informação acerca do desenvolvimento da interface.

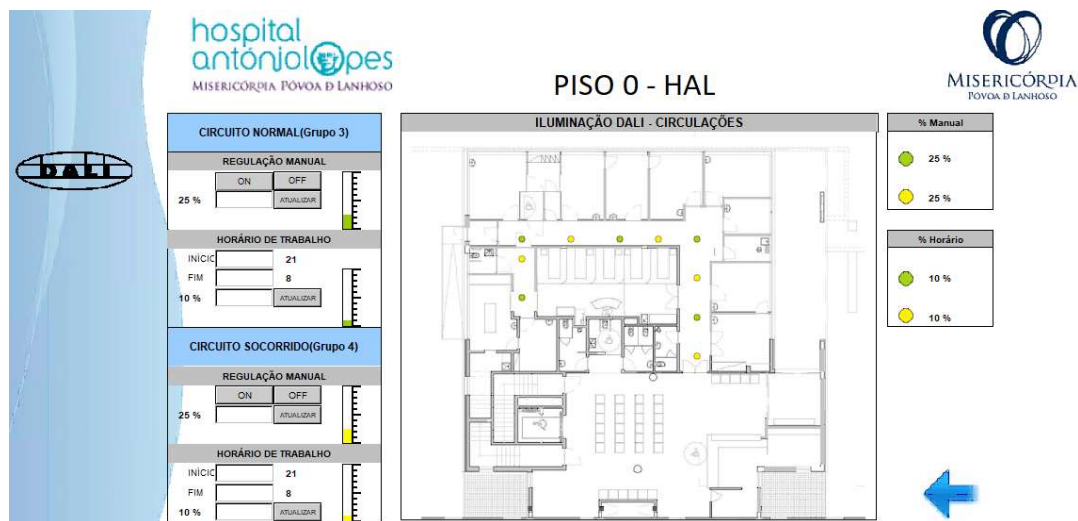


Figura 45 Página controlo iluminação

6.5. CONTROLO CENTRAL DE BOMBAGEM

6.5.1. CONFIGURAÇÃO

A configuração da rede distribuição do edifício é simples e com uma lógica de funcionamento estável. O abastecimento terá origem na distribuição pública de águas ou numa central localizada noutro edifício pertencente ao mesmo proprietário, que no caso de uma falha por parte do abastecimento publico, entrará em auxílio do hospital fornecendo água. Este cenário será classificado como “Emergência”, o que implicará um rápido ajuste nos comportamentos de quem gere o hospital e mantendo em funcionamento os sistemas prioritários. Esta gestão será supervisionada pelos responsáveis técnicos da instituição. De seguida é apresentado o esquema princípio de distribuição de águas, para que melhor se possa compreender o funcionamento do edifício.

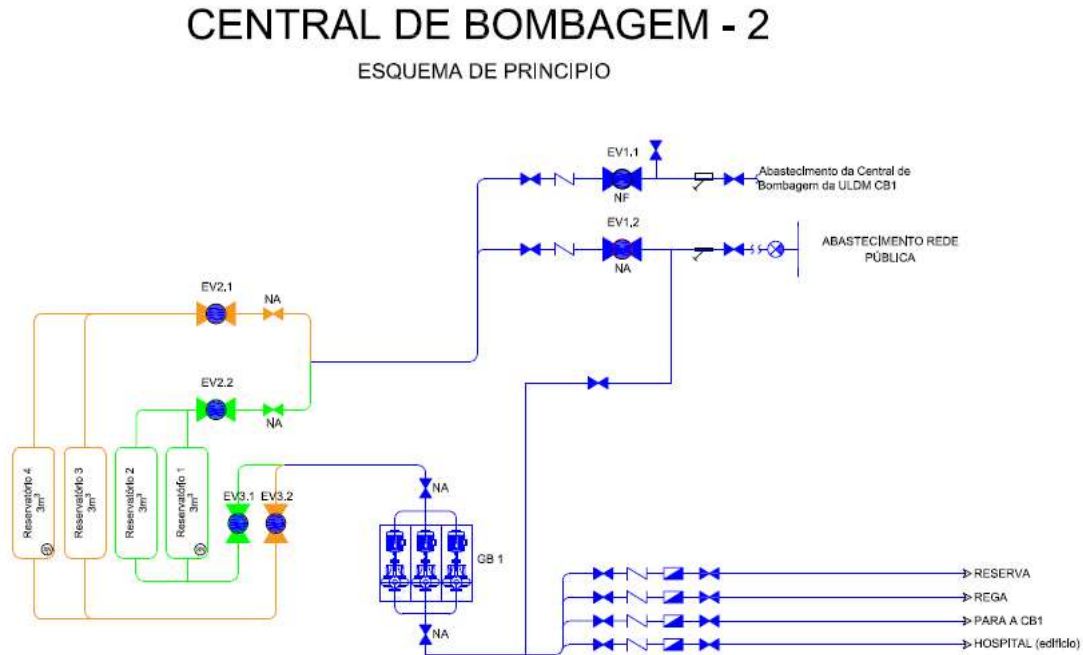


Figura 46 Esquema princípio – Central Bombagem de Águas (Anexo IV)

A instalação contará com quatro depósitos de 3m³ cada, para que se possa garantir alguma reserva em situações de elevados consumos em simultâneo. A reserva prevista foi sobredimensionada para garantir o funcionamento em pleno do hospital em caso de falha de fornecimento, dando tempo aos técnicos para prepararem a instalação para uma emergência e rapidamente perceberem a causa da eventual falha.

6.5.2. CONTROLO ELECTROVÁLVULAS

O controlo das electroválvulas será realizado através de sinais digitais de +24V temporizados, isto é, o completo movimento do eixo da electroválvula, quer seja de abertura ou fecho, necessita de aproximadamente 30 segundos para completar o seu movimento de rotação.

Características de trabalho electroválvula JJ L85:

Tensão funcionamento: 12 ou 24V DC ou AC;

Tempo de operação(90°): 30 segundos;

Ângulos de funcionamento: 90°(180° ou 270° opcional)

Binário máximo: 90 Nm;

Binário de funcionamento: 85 Nm;

LED indicador do estado de funcionamento da electroválvula;

Cada electroválvula necessita de quatro saídas distintas de +24V, isto é, serão necessários dois sinais temporizados para abertura e fecho respetivamente, assim como dois sinais que acompanharão o estado da temporização. Terminada a temporização e posicionamento da electroválvula a saída associada à posição da electroválvula ativará o led indicador de posição através de um sinal contínuo de +24V.

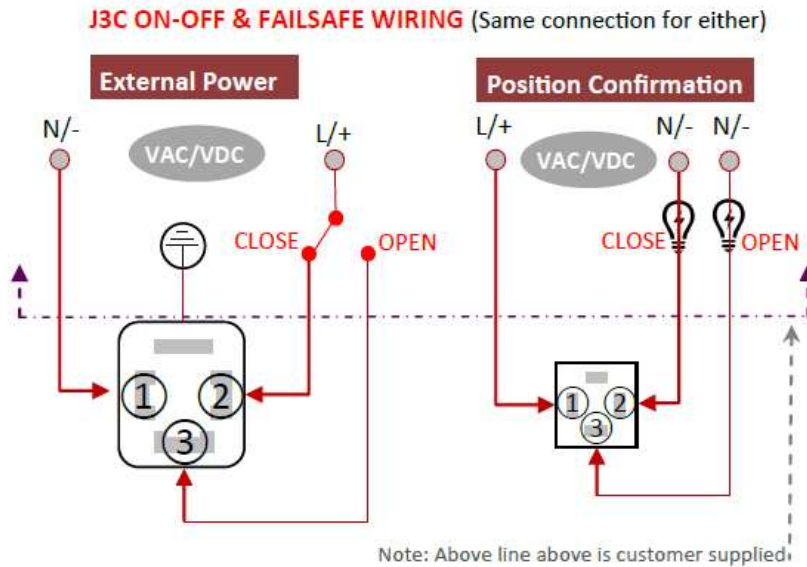


Figura 47 Esquema de ligação da electroválvula tipo J3C modelo L85[16]

A electroválvula está equipada com duas fichas de conexão. Cada ficha terá uma função distinta, sendo que, a de maior dimensão representa os terminais para comando temporizado de posição, e a de menor dimensão representa o estado de posição da válvula por indicação luminosa dos LED's sinalizadores de estado.

6.5.3. DEMONSTRAÇÃO DE CONTROLO

À semelhança do esquema principio de funcionamento da central de bombagem de águas, será apresentado o “print” do esquema desenhado virtualmente na ferramenta de programação de ambiente gráfico designado *PG5-Saia Web Editor*. Foi reproduzido no ambiente um esquema de controlo do sistema, onde é possível visualizar o estado de cada electroválvula, isto é, o círculo verde representará o estado da válvula como aberta e o vermelho como fechada. A capacidade dos depósitos, será também preenchida com uma coloração verde, que indicará a capacidade de cada, através do sinal analógico recebido de um sensor ultrassónico ainda em fase de estudo, mas que cumprirá a função de medir com um elevado grau de exatidão, o volume de água contido nos depósitos. O funcionamento deste sensor é baseado em tempo de resposta, ou seja, resulta do tempo entre o envio, reflexão e receção do sinal emitido. Definidos os valores máximo e mínimo de capacidade do depósito, garantindo reserva de segurança, servirá de universo

de medição do sensor ultrassónico. Este equipamento de campo devolverá a sua leitura através de sinal analógico compreendido entre 4 e 20mA.

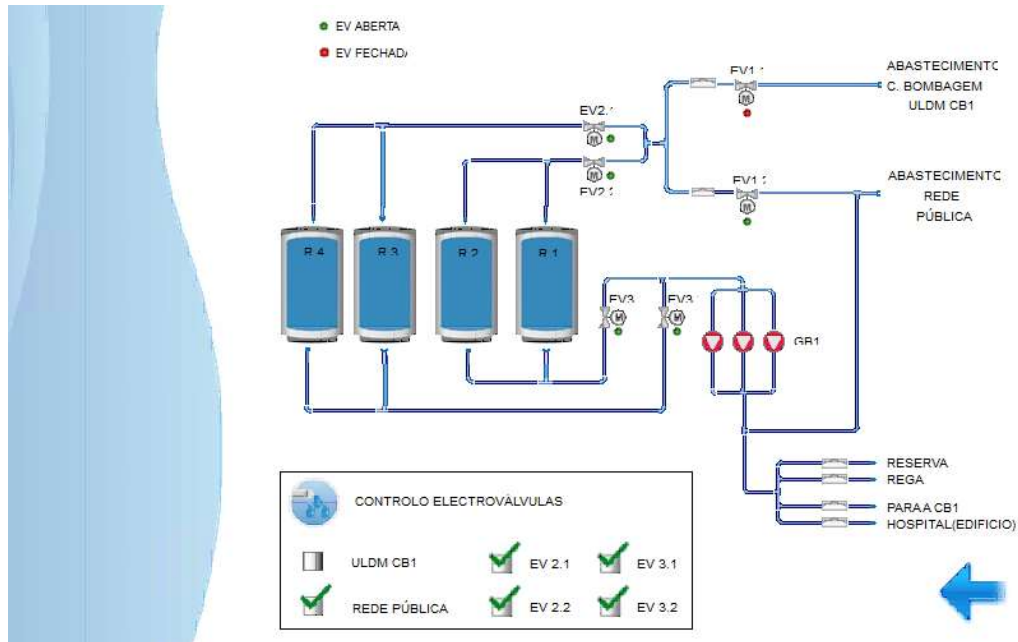


Figura 48 Representação gráfica central bombagem

A imagem apresentada, reflete o controlo do sistema totalmente em modo manual, pelo que é possível controlar cada electroválvula de forma individual. Em modo automático o autómato fará a gestão de admissão de água em alternância, dando sempre prioridade ao enchimento do grupo de depósitos com menor quantidade de água acumulada. A gestão do fornecimento de água à instalação será sempre em função do depósito que tiver maior volume de água acumulada. A lógica de admissão aos depósitos ou fornecimento à instalação não está diretamente relacionada, mas partilham de uma mesma variável de controlo, proveniente do sensor ultrassónico a ser instalado no topo de cada grupo de dois depósitos.

6.6. COMUNICAÇÃO COM GRUPO GERADOR

6.6.1. CONFIGURAÇÃO

O módulo de comunicação rs485 da Himoinsa, será mais um equipamento a fazer parte da rede modbus em contínuo crescimento e que interliga diferentes sistemas. O autómato como servidor, solicitará informações ao cliente módulo CCrs485 através dos registos previamente disponibilizados pelo fabricante do grupo. Os registos a serem trabalhados serão de diferentes formatos, desde binários (0 ou 1) para estados de alarmes ou contactos auxiliares e inteiros com diferentes dimensões (16 ou 32bit), para diversas temporizações, número de arranques, nível de bateria, entre outros equipamentos que fazem parte de um único sistema designado de grupo gerador de emergência.

Configuração de fábrica do módulo de comunicação CCrs485:

- Velocidade de comunicação: 9600kb/s;
- Paridade de comunicação: NONE;
- Bit de Stop de comunicação: 1;
- Endereço: 57H ou 87(Dec);

Dada a quantidade de equipamentos que fazem já parte da rede de modbus, começa a ser necessário otimizar os pedidos efetuados pelo autómato, solicitando apenas o necessário para o ótimo funcionamento do sistema. A realização desta otimização resultará em pedidos efetuados em simultâneo e uma resposta mais rápida dos equipamentos ou clientes, não sobrecarregando o autómato com pedidos desnecessários e não saturando a rede modbus com respostas pouco uteis.

6.6.2. REGISTOS COMUNICAÇÃO RS485

Os registos disponibilizados em documento que acompanha o módulo de comunicação, estão divididos em 8 funções de leitura/registo:

- 01 Read Coil Status;
- 02 Read input Status;
- 03 Read Holding register;
- 04 Read input register;
- 05 Force single coil;
- 06 Preset single register;
- 16 (10 Hex) Write multiple registers;
- 17 (11 Hex) Report slave ID;

É apresentado de seguida, um recorte do documento, onde é possível visualizar o numero de registo em decimal para os estados das *coil* do controlador CEA7 ou *coil status*. Estas *coil* representam a alarmística visível na consola que permite controlar o grupo.

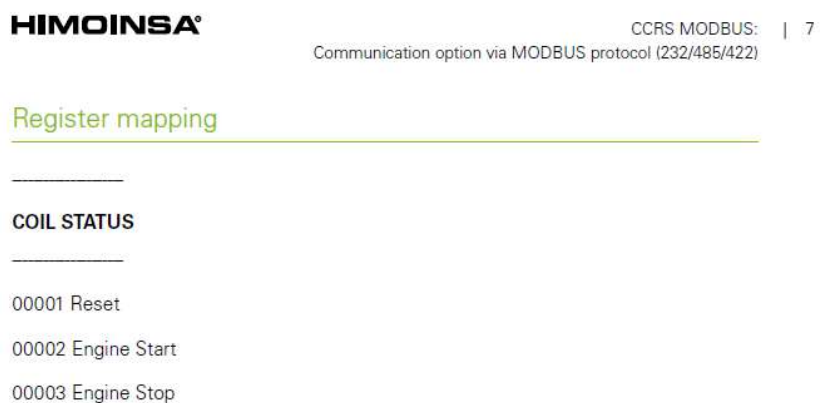


Figura 49 Recorte registos *coil status* [23]

Os registos ilustrados servirão de referência para melhor compreender a lógica de comunicação para registos do tipo *coil status*. Para obter o estado do registo será

necessário realizar um pedido do tipo binário, que em regra e após correta configuração dos parâmetros de comunicação entre autómato e cliente devolverá um 0 se estiver desativo e um 1 se ativo. Para o exemplo do registo “00002” e no caso do grupo ter arrancado, o controlador CEA7 devolverá o valor de 1 para o pedido efetuado a este registo. Trabalhando estes valores em sintonia com o desenvolvimento de um ambiente gráfico adequado, é possível transportar a imagem real do controlador para uma imagem virtual de um sistema de gestão técnica.

6.6.3. DEMONSTRAÇÃO DE VISUALIZAÇÃO

A interface gráfica desenvolvida apresenta-se semelhante ao equipamento de controlo(CEA7) que faz parte do grupo gerador. A melhor forma de representar os estados de funcionamento da máquina, será duplicar os led’s indicadores de estado representados na consola. O objetivo principal passou por criar uma imagem de visualização praticamente igual à realidade, simulando a interação direta homem-máquina entre operador e grupo gerador.

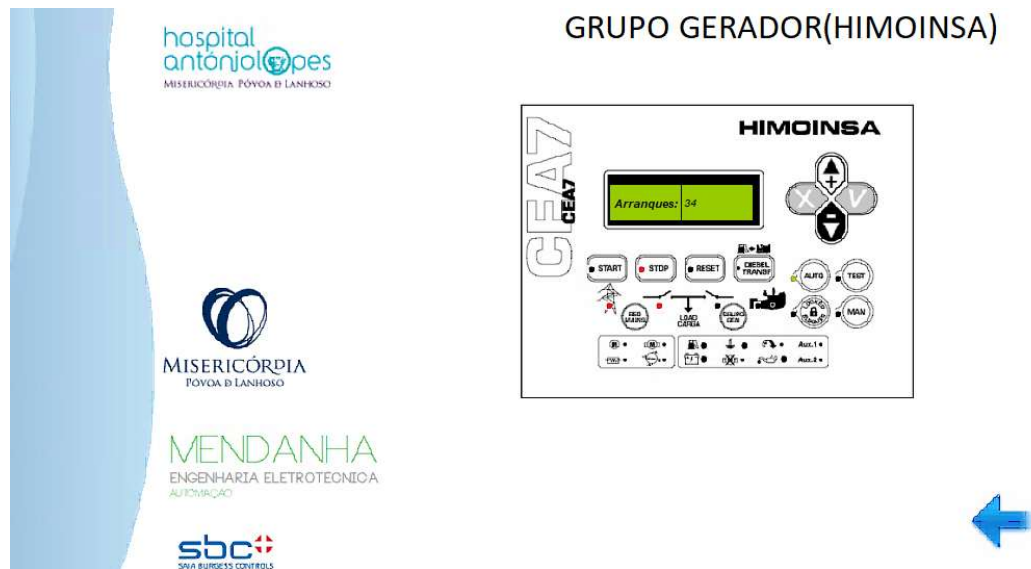


Figura 50 Consola virtual CEA7(aplicação Webeditor PG5 Software)[17]

De forma a melhor se perceber o tipo de variáveis ou estados que a consola permite interpretar é apresentada e explicada a simbologia que a compõe.

São possíveis quatro modos de funcionamento da máquina, sendo que, o modo ativo é sinalizado por meio de led indicativo. Os estados de funcionamento da máquina são devolvidos na rede modbus pelos registos compreendidos entre 00004 e 00007 em decimal.





	Modo automático. A central monitoriza o estado da instância e gere o seu funcionamento e o das entradas programáveis.	LED fixo: modo ativo.
	Modo teste. A central arranca o motor a tempo de monitorizar e gerir o seu funcionamento	LED intermitente: bloqueio do modo ativo (modo automático e manual).
	Modo bloqueado. A central monitoriza o estado da instalação, mas condena o arranque do motor.	LED apagado: modo não ativo.
	Modo manual. A central é comandada pelo utilizador.	

Figura 51 Modos de funcionamento seleccionáveis na consola[17]

A visualização do estado de funcionamento do motor quando seleccionado modo manual é possível através dos botões de *start*, *stop* e *reset*. Os registos compreendidos entre 00001 e 00003 devolvem o estado de funcionamento da máquina.




	Botão de pressão de arranque de motor (apenas no modo manual). Gere o arranque com uma única pressão. Led fixo: motor a arrancar
	BOTÃO DE PRESSÃO DE PARAGEM DO MOTOR (apenas modo manual). A primeira pressão para o motor, a que se segue um ciclo de arrefecimento. A segunda pressão para o motor imediatamente. Led fixo: motor a parar (com ou sem arrefecimento)
	Botão de pressão de RESET DE ALARMES. Permite a notificação de alarmes por parte do utilizador. LED intermitente: alarmes pendentes de notificação. Led fixo: alarmes ativos.

Figura 52 Estados de funcionamento em modo manual[17]

Na parte inferior da consola é possível visualizar os estados de sensores, níveis, estados e alarmes dos equipamentos que garantem o correto funcionamento do grupo. Os endereços ou registos responsáveis pela divulgação desta informação estão compreendidos entre 10001 e 100038. A gama de endereços divulgada não só comporta esta informação como outra não necessária para a totalidade dos sinais indicadores da consola. Há a necessidade de filtrar a informação útil e desejada.




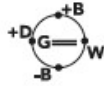






	Motor arrancado	Fixo: motor arrancado detetado. Apagado: motor parado.
	Pré-aquecimento	Fixo: ativado o pré-aquecimento do motor. Apagado: desativado o pré-aquecimento do motor.
	Arranque do motor	Fixo: ativado o arranque do motor. Apagado: desativado o arranque do motor.
	Estado do alternador da carga da bateria	Fixo: com o motor arrancado, deteta-se a tensão do alternador da carga da bateria. Apagado: motor parado ou motor arrancado sem tensão do alternador da carga da bateria.
	Reserva de combustível	
	Nível da bateria	
	Alta temperatura	Fixo: alarme por sensor analógico
	Falha do arranque	Intermitente: alarme por sensor digital
	Sobrevelocidade	Apagado: sem alarme
	Baixa pressão do óleo	
Aux.1	Auxiliar 1	
Aux.2	Auxiliar 2	

Figura 53 Estados e Alarmística do grupo [17]

Em conclusão, de toda a sinalização que faz parte da consola, a que mais merece atenção é o modo de funcionamento do grupo, que deverá estar seleccionado em automático. É o principal modo de operação, colocando-o em análise constante relativamente ao estado da rede elétrica. O grupo gerador é um equipamento em constante prontidão de arranque no caso da falha de fornecimento de energia por parte do distribuidor. É possível visualizar na consola o estado da rede elétrica, que normalmente abastece o edifício com indicação do led sinalizador e respetivo contacto

de rede ativos. Na eventualidade de haver uma falha de abastecimento, por parte do distribuidor, o gerador entrará em funcionamento comutando o contacto e sinalizando o fornecimento de energia por parte do grupo. O símbolo do grupo conta com dois leds sinalizadores devido ao correto funcionamento do motor e respetivo alternador designado o conjunto de grupo gerador.

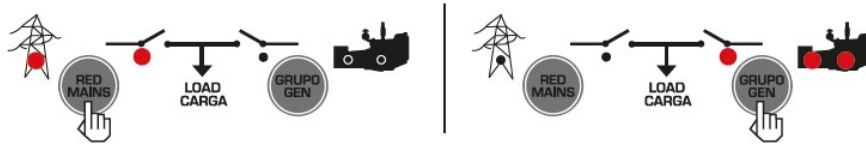


Figura 54 Sinalização das fontes de energia na consola CEA7[17]

7. ANÁLISE DA SOLUÇÃO

Desenvolvida e implementada a solução de acordo com os requisitos de cliente, estão agora criadas as condições para a realização de uma estimativa de potencial poupança e retorno de investimento. A solução envolve um total de investimento na ordem dos 30.000€ (Anexo V). Este valor é o resultado da instalação de dois quadros de gestão técnica, cablagens de comunicação e equipamento de campo. Uma vez que o principal objetivo deste projeto, é a poupança de energia sob várias formas, será dada ênfase à redução dos consumos utilizando as potencialidades do sistema desenvolvido.

Dado que se irá racionalizar a utilização das luminárias, conferindo-lhes uma redução nas horas de trabalho sempre que possível e de forma automática, espera-se também um incremento do seu tempo de vida útil. Foram estimados quatro cenários de trabalho, isto é, dois cenários, 1 e 2, sem qualquer regulação, e dois cenários, 3 e 4, com regulação a 50% e 100% da potência instalada, respetivamente. O cenário 3, representa a poupança possível de alcançar com a utilização de 50% da potência instalada e regulada a 50% da sua capacidade. O cenário 4, representa o potencial de poupança para 100% da potência instalada, com 50% de regulação. Serão consideradas duas fases de poupança, uma atual, denominada fase 1, para 38 unidades instaladas, e uma fase 2 para 90 un instaladas, sendo que, a instalação cresce continuamente. São graficamente apresentados

estes cenários, de forma a melhor compreender a poupança que se consegue obter utilizando um sistema de controlo e regulação de fluxo, tecnologia Dali e uma interface apropriada. (Anexo VI).

Cenários de utilização da Iluminação:

Utilização diária - cenário 1 sem regulação		Utilização diária - cenário 3 com regulação	
Circuito Normal	Circuito Socorrido	Circuito Normal	Circuito Socorrido
12h - OFF	12h - 100%	12h - OFF	12h - 50%
12h - 100%	12h - OFF	12h - 50%	12h - OFF

Utilização diária - cenário 2 sem regulação		Utilização diária - cenário 4 com regulação	
Circuito Normal	Circuito Socorrido	Circuito Normal	Circuito Socorrido
12h - 100%	12h - 100%	12h - 50%	12h - 50%
12h - 100%	12h - 100%	12h - 50%	12h - 50%

Tabela 3 – Cenários de utilização da iluminação

Poupança estimada para 38 luminárias instaladas (Fase 1):

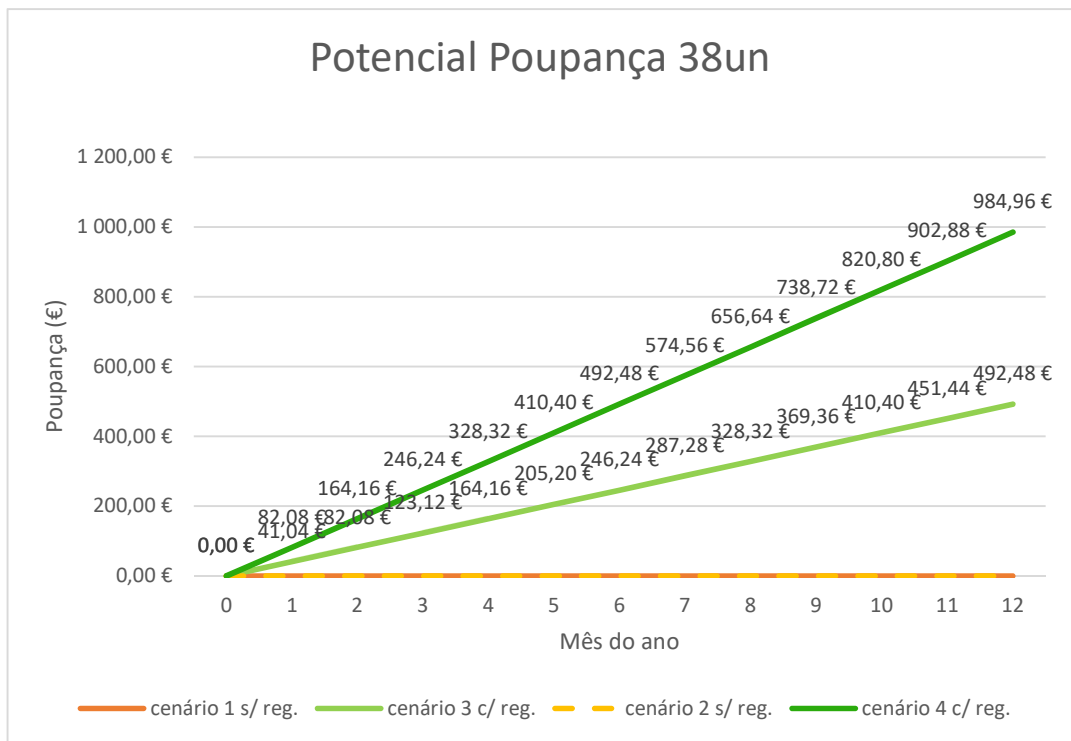


Figura 55 Gráfico estimativa poupança DALI(38un)

Estimativa gasto diário (38)	PtotalW (nxP)	kWh diário (Ptotalxh/1000)	kWh mensal (kWhx30)	Custo mensal (kWh mensalexPreço kWh)	Poupança anual(Poupança consumox12meses)
cenário 1	456	10,944	328,32	82,08 €	0,00 €
cenário 3	228	5,472	164,16	41,04 €	492,48 €
cenário 2	912	21,888	656,64	164,16 €	0,00 €
cenário 4	456	10,944	328,32	82,08 €	984,96 €

Preço médio kWh	0,25 €
-----------------	--------

Amortização anual	3,26%
-------------------	-------

Tabela 4 – Tabela de cálculos de poupança para 38 unidades

No cenário 3 da fase 1, com regulação a 50% de um dos circuitos e cumprindo todas as condições de trabalho para o edifício, é possível obter uma poupança mensal de 41,4€, só em iluminação de circulação. Assumindo que utilizarão este cenário durante um ano, a poupança poderá chegar aos 492,48€ (Anexo VI).

No cenário 4 da fase 1, atualmente em uso no edifício, com regulação a 50% de ambos os circuitos, é possível obter uma poupança mensal de 82,8€ só em iluminação de circulação. Assumindo a utilização deste cenário durante um ano, a poupança poderá chegar aos 984,96€ (Anexo VI).

Os valores apresentados, são comparados com a utilização da iluminação nas mesmas condições, sem qualquer tipo de regulação e sem controlo automático em plataforma dedicada, o que implica o gasto e a dedicação de um técnico de manutenção atento e responsável pelo comando manual diário destes circuitos.

Cenário de poupança para 90 luminárias instaladas (Fase 2):

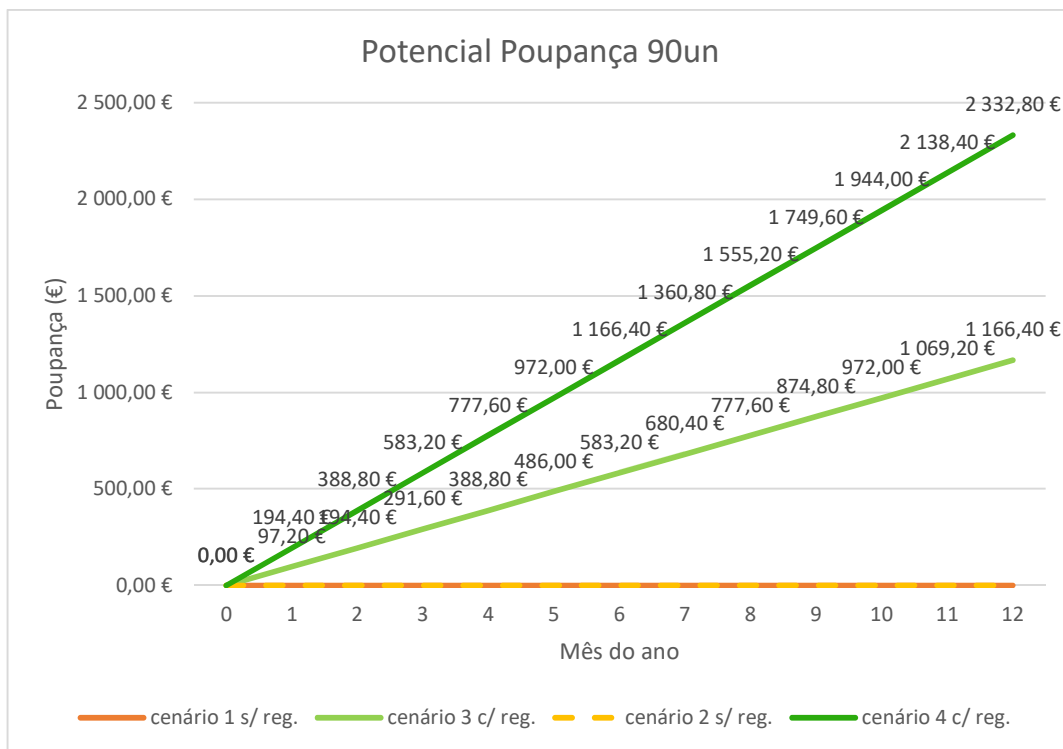


Figura 56 Gráfico estimativa poupança DALI(90un)

Estimativa gasto diário (90)	PtotalW (nxP)	kWh diário (Ptotalxh/1000)	kWh mensal (kWhx30)	Custo mensal (kWh mensalexPreço kWh)	Poupança anual(Poupança consumox12meses)
cenário 1	1080	25,92	777,6	194,40 €	0,00 €
cenário 3	540	12,96	388,8	97,20 €	1 166,40 €
cenário 2	2160	51,84	1555,2	388,80 €	0,00 €
cenário 4	1080	25,92	777,6	194,40 €	2 332,80 €

Preço médio kWh	0,25 €	Amortização anual	7,71%
-----------------	--------	-------------------	-------

Tabela 5 – Tabela de cálculos de poupança para 90 unidades

No cenário 3 da fase 2, poderemos alcançar uma poupança mensal de 97,20€ e anual de 1166,40€. No cenário 4 da fase 2, mais exigente, é possível obter uma poupança total na ordem dos 2332,80€ (Anexo VI).

Em resumo, é possível um contributo de amortização anual na ordem dos 3,26% para trinta e oito luminárias e futuramente 7,71% para as noventa (Anexo VI).

Demonstrado o potencial direto de poupança na componente de controlo da iluminação, apresenta-se agora a análise relativa às componentes de monitorização de consumos de energia elétrica e de água. Será tomada como base, a mesma instalação, mas sem qualquer SGTC instalado. O estímulo de comportamentos de consumo mais conscientes, só será possível analisando o perfil de consumo da instalação.

De acordo com os objetivos do cliente, numa primeira fase, este compromete-se em reduzir em 5 pontos percentuais o seu consumo energético não contabilizando a poupança direta possível por tecnologia Dali. Definiremos esta fase, como de adaptação. Dado que grande parte dos fabricantes de soluções de gestão técnica anunciam reduções até 30% nos consumos de energia, no caso de estudo, foi optado por avançar com números mais reais, facilmente alcançáveis e de acordo com a instalação.

Dado que a fatura mensal de energia elétrica, em média, aproxima-se dos 12000€, valor anunciado pelo cliente após remodelação e aumento das instalações, será possível estimar uma poupança no mesmo período, de 600€, o que se traduzirá numa poupança anual de 7200€, para a fase de adaptação (Anexo VI).

A utilização das potencialidades do SGTC e a análise dos registos de consumo, permitirá ao cliente realizar ajustes nos comportamentos, assim como o rastreamento de invulgares picos de consumo.

A poupança no consumo de água, numa fase inicial, não é de fácil previsão, no entanto, a instalação está equipada com um elevado potencial de controlo e monitorização da central de bombagem, o que se traduzirá em facilidade nos acessos aos dados de consumo e de que forma se poderá trabalhar para impulsionar reduções de consumo futuras. A base de dados de estudo está criada e em crescimento.

Apresentados os indicadores de poupança, com dados colhidos na instalação, estão criadas as condições para o estudo do retorno de investimento.

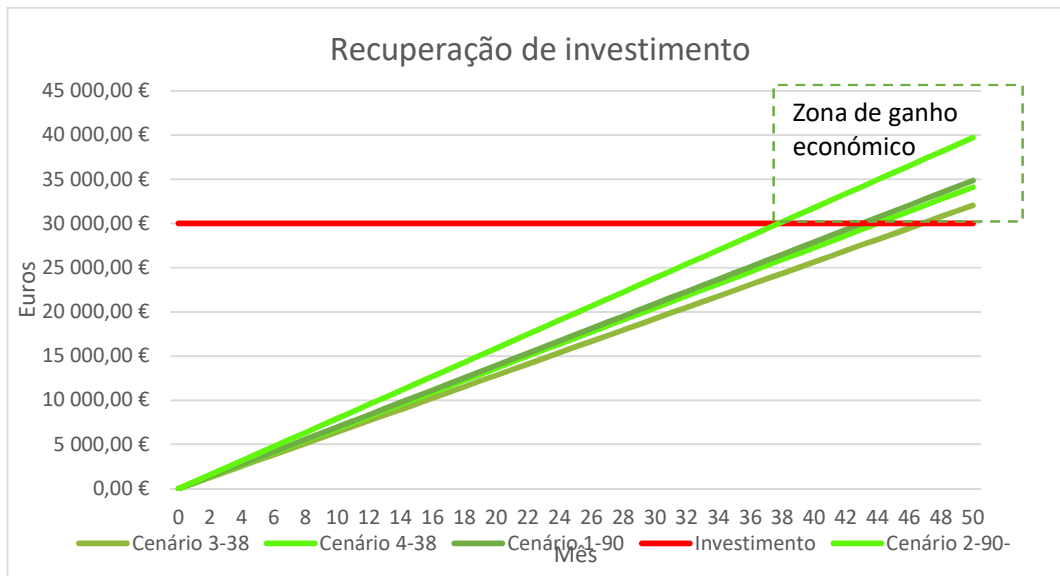


Figura 57 Gráfico Recuperação de investimento

Payback (5% - 38):

Equacionando a utilização do cenário 3, para a iluminação composta por 38 equipamentos reguláveis e uma meta de redução no consumo de energia em 5%, poderemos obter uma poupança anual de 7692,48€, que traduz um Retorno de investimento de aproximadamente 4 anos (Anexo VI).

Payback (5% - 38):

Considerando a utilização do cenário 4, para a iluminação composta por 38 equipamentos reguláveis e uma meta de otimização dos consumos em 5%, poderemos obter uma poupança anual de 8184,96€, que traduz um retorno de investimento de 3,7 anos (Anexo VI).

Payback (5% - 90):

Admitindo o aumento da instalação para a fase 2 e o cenário 3, composto por 90 equipamentos de iluminação com tecnologia DALI e mantendo a meta de redução de 5%, o retorno de investimento anual é de 8366,40€, o que compreende um retorno de investimento em 44 meses (Anexo VI).

Payback (5% - 90):

Este último é mais adequado, uma vez que a instalação continua em crescimento, compreende 90 equipamentos de iluminação com tecnologia DALI, utilização no cenário 4 de trabalho e mantendo a meta dos 5%. O retorno de investimento anual passa a ser de 9532,80€, garantindo um retorno de investimento em 39 meses (Anexo VI).

Foram apresentados alguns indicadores de poupança possíveis e respetiva previsão de retorno de investimento, no entanto, existem outras componentes de redução e otimização de gastos, como é o caso do aumento de vida útil dos equipamentos, otimização dos recursos humanos e melhoria na supervisão de sistemas e controlo remoto. Todos estes fatores são impulsionadores da redução de custos e rápido retorno de investimento.

O contínuo crescimento do hospital é algo que exige investimento por parte dos financiadores, no entanto, e dadas as condições criadas com a solução, o potencial de retorno passa a ser diretamente proporcional.

8. DISCUSSÃO/CONCLUSÃO

O desenvolvimento de uma solução dedicada, tendo em conta a eficiência energética e a otimização dos processos de manutenção do edifício, permitirão analisar dados registados e que refletem o seu perfil de consumo. Compreender a pegada ecológica, é uma vantagem na gestão de qualquer instalação, que quando supervisionada por pessoas devidamente qualificadas, elevam a otimização dos recursos energéticos e controlo de custos a um patamar ainda hoje inacessível à grande maioria das entidades gestoras. É importante saber aliar a eficiência energética à tecnologia atual.

São ainda reduzidas, as soluções de gestão técnica sem um posto de supervisão dedicado e sem o custo acrescido pela utilização de um software de supervisão. Quebrar a barreira de comunicação em diferentes protocolos, limita vários fabricantes, seja por estratégia comercial ou outros, o que compromete ainda nos dias de hoje alguma capacidade de resposta e preço de solução. A solução estudada, desenvolvida e até agora implementada elimina o custo de utilização, pois não necessita de licença. Como elemento central de controlo, utilizou-se um autómato, dotado de capacidade de processamento e com a possibilidade de trabalhar como servidor de automação. Elimina centrais concentradoras de dados, como é o caso da contagem de energia elétrica e de água, concentrando estes dados numa única plataforma, simplificando-se o acesso e a compreensão dos mesmos por utilizadores menos experientes. O acesso à informação

em qualquer computador via *web browser*, simplifica a utilização e evita a alocação de uma máquina dedicada ao controlo e visualização. Criada uma plataforma, onde é possível acompanhar o estado de funcionamento dos sistemas e equipamentos considerados vitais ao funcionamento do edifício, como o caso da iluminação, do grupo gerador e central de bombagem de águas, auferir ao corpo técnico de manutenção informação muito útil e que poderão utilizar como preparação de uma primeira abordagem em caso de avaria. A capacidade e qualidade da resposta em caso de emergência é significativamente melhorada, dotando os responsáveis técnicos de informação útil sem qualquer deslocação prévia ao local.

O desafio de trabalhar com novas ferramentas, formas de comunicação e interação entre equipamentos, despertará uma grande curiosidade na área da gestão técnica de edifícios, em busca de soluções inovadoras e económicas. Compreender as várias formas de comunicação e como estas se processam, define uma diferente forma de visualizar o mundo das soluções de gestão técnica. É uma tecnologia de braço dado com a eficiência energética, onde cada caso poderá implicar novas abordagens e desafios. A capacidade de retorno de investimento é elevada e pode ser continuamente melhorada. A utilização de equipamentos com comunicação em protocolo é uma realidade e a contribuição destes para rentabilização da solução torna-se cada vez maior. O estudo de formas de otimização de consumos é agora possível, uma vez que os registos estão em crescimento e disponibilizam informação muito importante para se delinearem estratégias de redução.

Prevê-se um contínuo crescimento da instalação, o que implica melhorias contínuas e o consequente aumento do potencial de poupança. A solução apresentada permitirá no futuro integrar soluções de KNX, uma vez o cliente pretende colocar o controlo da iluminação do bloco operativo, através de comandos por rádio frequência em protocolo KNX. Da mesma forma, a central de gases medicinais, exige a alocação de alguém responsável pelo controlo do estado das garrafas e sua troca. Fica em aberto a possibilidade de integrar ou desenvolver uma forma de monitorizar o estado destas garrafas, utilizando as propriedades do autómato.

Dotar a instalação de uma ferramenta, que permite o aumento da segurança das instalações e equipamentos, confere aos utentes um conforto superior e aos técnicos

uma capacidade de resposta melhorada, representando um fator diferenciador ao edifício e diminuição do tempo de resposta em situações de emergência.

Referências

- [1] Schneider Electric - Guia de soluções de Eficiência Energética - EEFED108010PT – 05/2009
- [2] ENERGY EFFICIENCY INDICATORS Highlights, International Energy Agency, (2016 edition)
- [3] SAIA BURGESS CONTROLS AG 26
215_EN11_ChA0130_AutomationStations_PCD2;
- [4] <<http://www.m-bus.com/default.php>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2017;
- [5] LON Communication protocol manual – 1MRK 511 305-UEN May 2014 Revision 2.0;
- [6] <<https://www.knx.org/knx-en/index.php>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2017;
- [7] <https://www.osram.com/osram_com/news-and-knowledge/light-management-systems/technologies/dali/>. Acesso em 16 de fevereiro de 2017;
- [8] <<http://www.rtaautomation.com/technologies/profibus/>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2017;
- [9] <<http://www.bacnet.org/>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2017;
- [10] <https://www.ieee.org/about/ieee_history.html>. Acesso em 22 de fevereiro de 2017;
- [11] Shengwei W, 2010, Intelligent Buildings and Building Automation (2^a ed.) (Spon Press);
- [12] MEASUREMENT, METERING & DISPLAY VIA, E.COMMUNICATION, EB10118, Junho 2011;
- [13] Vossloh Schwabe - Led Drivers Wiring_EN7/10 – 01/2017;
- [14] BMETERS - 943_GMDM_ver0116;
- [15] <<https://www.iso.org>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2017;
- [16] JJ AUTOMATION - J3CL85-2015Rev.0 Jan 2015;

- [17] MANUAL DE INSTRUÇÕES PROFISSIONAL V_1.0 CENTRAL DIGITAL
CEA7 – abril 2015;
- [18] LAPP GROUP – Lapp Cable Guide 04/11 91110492;
- [19] Product information ÖLFLEX® CLASSIC 110PN 0456 / 02_03.16;
- [20] Product information UNITRONIC® LiYCY (TP) PN 0456 / 02_03.16;
- [21] EMDX3 Multifunction Meter Cat No. 046 76 - Modbus Table LGR EN v1.01;
- [22] Saia PCD® S0 pulse metersP+P26/567 EN03, 02. 2014;
- [23] HIMOINSA ELECTRONICS - P0_10_MODBus_v1.6_ES_2016;
- [24] SBC - SystemCatalogue, PP 26_215,06_2016;
- [25] Mahbouba Karimaa, Hasim Altanb, Interactive building environments: A case study university building in UAE, International High- Performance Built Environment Conference – A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series (SBE16), iHBE 2016;
- [26] Saeed Kamali1, a, Golrokh Khakzar2, b Soolmaz Abdali HajiAbadi3, c, Effect of Building Management System on Energy Saving, January 2014;
- [27] German Osmaa*, Laura Amadoa, Rodolfo Villamizara, Gabriel Ordoñez, Building automation systems as tool to improve the resilience from energy behavior approach, Procedia Engineering 118 (2015) 861 – 868;
- [28] Introduction to the LonWorks® Platform, revision 2 – 078-0183-01B, 2009;
- [29] Manual I/O-modules for PCD1_PCD2 series, Document 27/600; Release EN02, 2014-08-06;
- [30] Manual for the PCD2.M5_ series, Document 26 / 85, Version EN 03, 2009-10-01;
- [31] Manual PCD2.F2610 & PCD3.F26, Document 27-606; Edition EN0, 2015-01-20;

Anexos

Anexo I - DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO E MONITORIZAÇÃO;

Anexo II – ARQUITECTURA DA SOLUÇÃO DE GESTÃO TÉCNICA;

Anexo III – ESQUEMA UNIFILAR AUTÓMATO Q.GTC.F1;

Anexo IV – ESQUEMA CENTRAL DE BOMBAGEM;

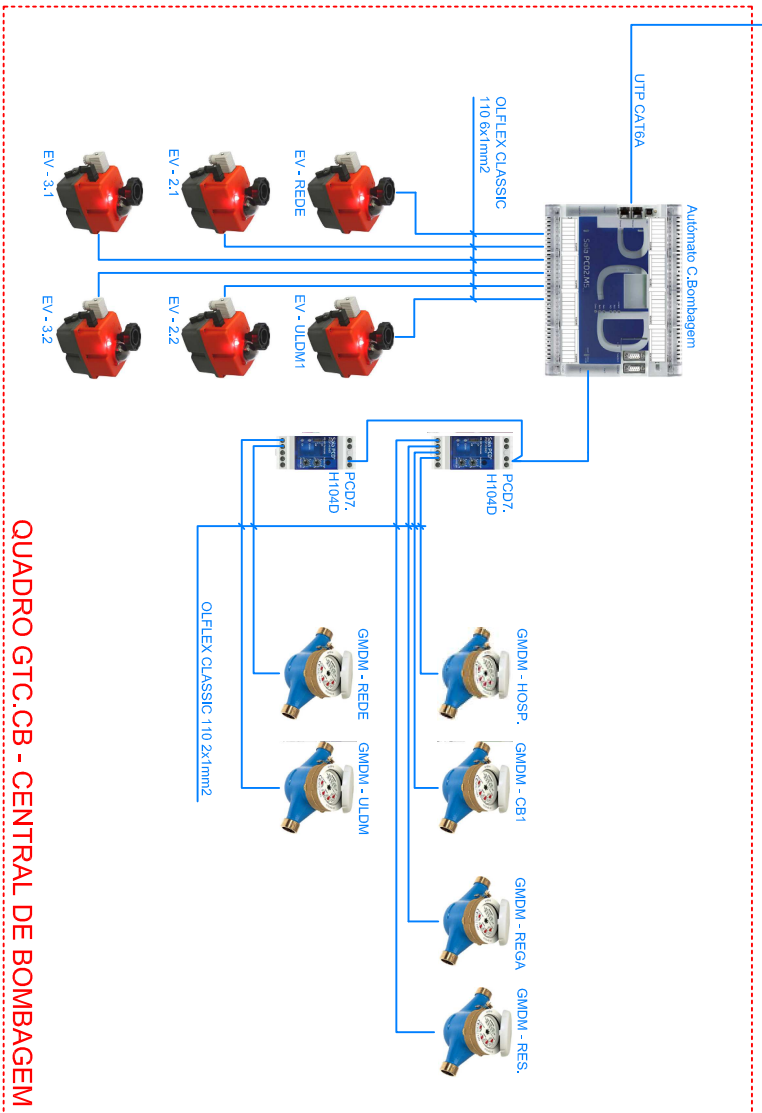
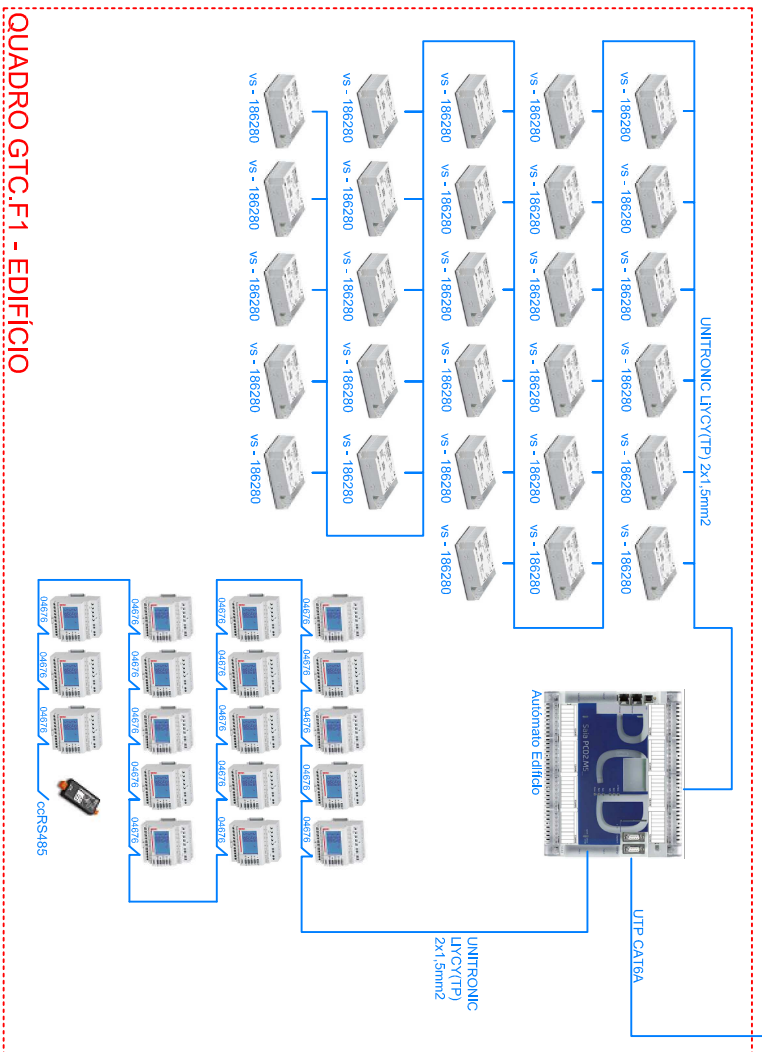
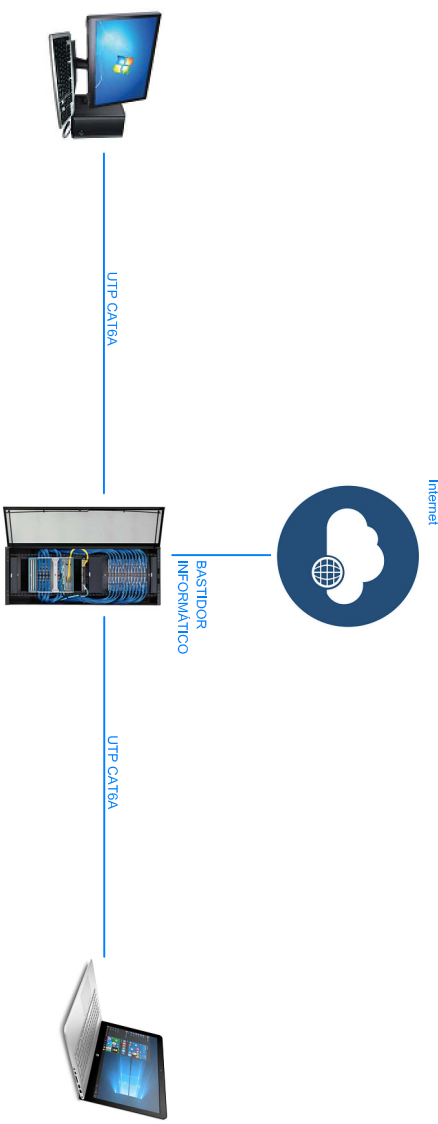
Anexo V – ORÇAMENTO SOLUÇÃO GESTÃO TÉCNICA;

Anexo VI – ESTUDO FINANCEIRO;

ANEXO I - DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO

ANEXO II – ARQUITECTURA DO SISTEMA

REDE INFORMÁTICA - ACESSO

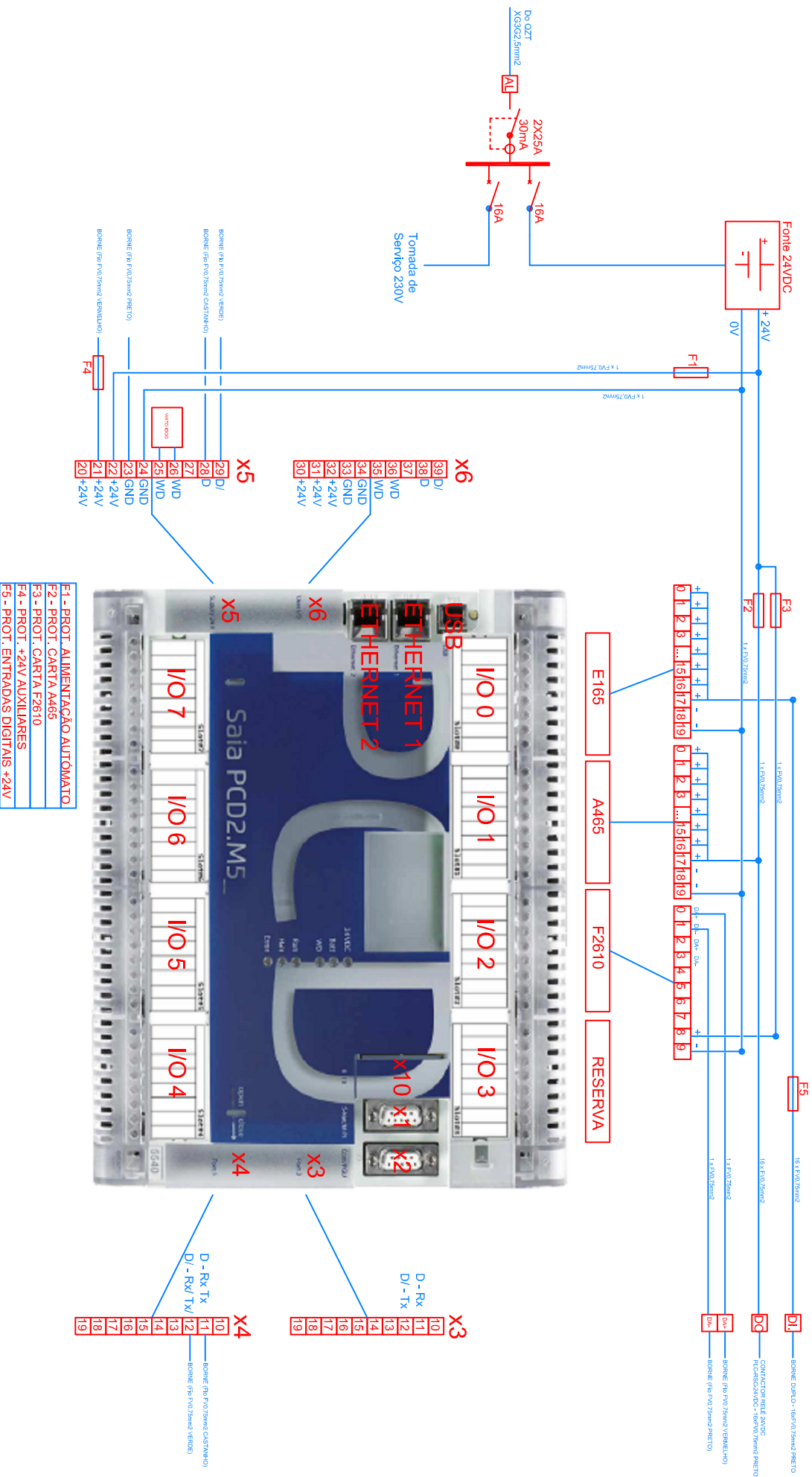


QUADRO GTC.F1 - EDIFÍCIO

QUADRO GTC.CB - CENTRAL DE BOMBAGEM

ANEXO III - ESQUEMA UNIFILAR AUTÓMATO

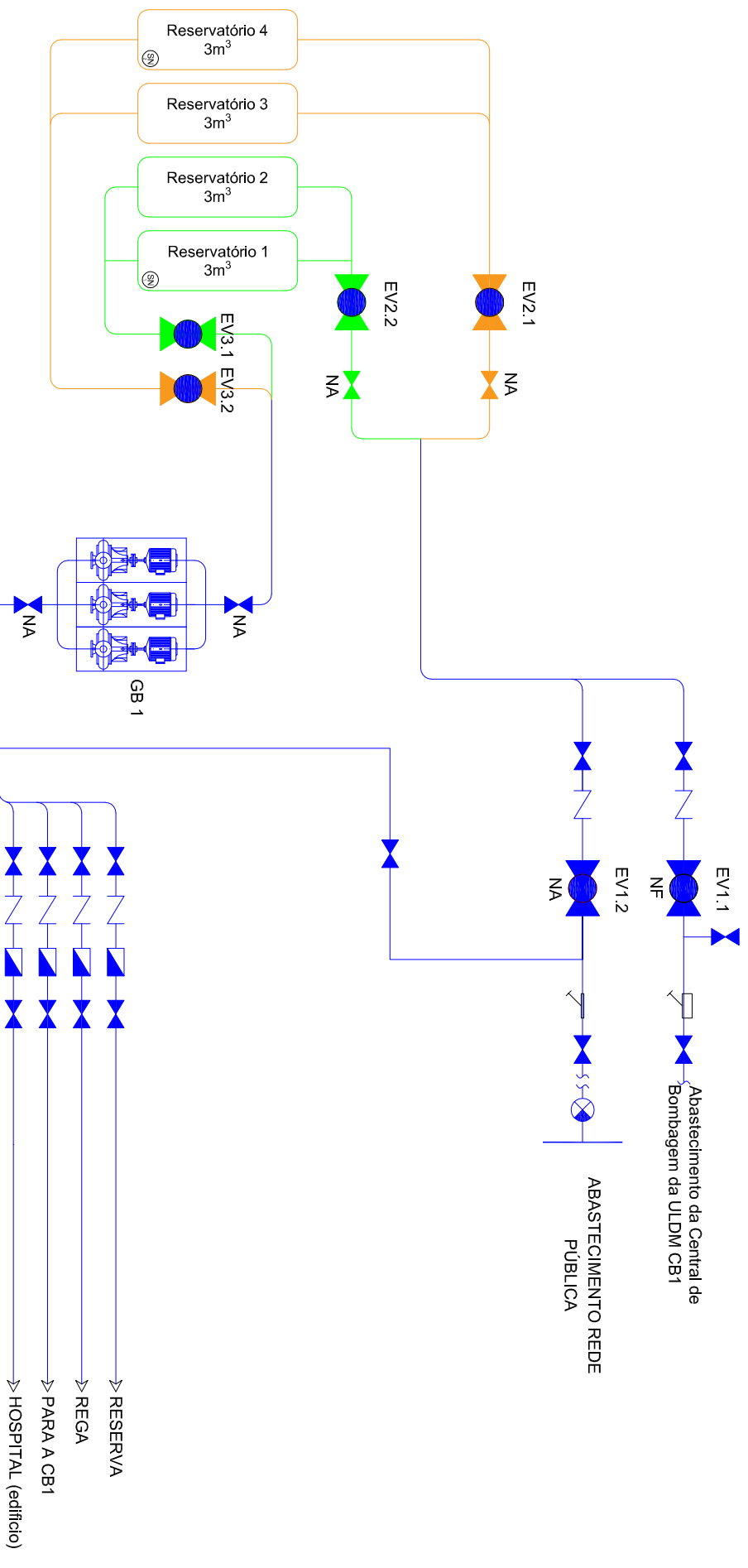
ESQUEMA UNIFILAR AUTÔMATO EDIFÍCIO



ANEXO IV - ESQUEMA DE BOMBAGEM

CENTRAL DE BOMBAGEM - 2

ESQUEMA DE PRINCIPIO - Hospital A. Lopes



ANEXO V - ORÇAMENTO



ORÇAMENTO N.º0190/2017

Obra: Gestão Técnica Hospital

Exmos Senhores:

ISEP

Pos.	Designação	Un	Qt.	P. Unit. Euros	T. Parciais Euros
1	Solução Gestão Técnica Hospital				
1.1	Cablagens				
1.1.1	Cabo tipo Olflex 2x1,5mm2	ml	600,00	0,80 €	480,00 €
1.1.2	Cabo tipo Olflex 5x1,5mm2	ml	300,00	1,22 €	366,00 €
1.1.3	Cabo tipo Liycy(TP) 2x1,5mm2	ml	500,00	0,87 €	435,00 €
1.1.4	Cabo tipo UTP CAT6	ml	210,00	0,40 €	84,00 €
1.2	Quadro Gestão - QE.GTC.F1				
1.2.1	Fonte de alimentação 24VDC 7A	un	1,00	92,00 €	92,00 €
1.2.2	Autómato PCD2_M5	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
1.2.3	Módulo Comunicação PCD7.F150S	un	1,00	150,00 €	150,00 €
1.2.4	Carta Comunicação DALI PCD2.F2610	un	1,00	295,00 €	295,00 €
1.2.5	Carta 16 saídas PCD2.A465	un	1,00	120,00 €	120,00 €
1.2.6	Carta 16 entradas PCD2.E165	un	1,00	115,00 €	115,00 €
1.2.7	Caixa de Quadro Schneider	un	1,00	100,00 €	100,00 €
1.2.8	Proteção diferencial 2x25A 30mA	un	1,00	47,00 €	47,00 €
1.2.9	Disjuntor magnetotermico 16A	un	3,00	27,00 €	81,00 €
1.2.10	Bornes duplos(entradas analógicas)	un	16,00	0,90 €	14,40 €
1.2.11	Bornes duplos(Saídas comunicação)	un	3,00	0,90 €	2,70 €
1.2.12	Relés saídas digitais tipo PLC 24VDC	un	16,00	6,00 €	96,00 €
1.2.13	Bornes com proteção fusível	un	5,00	2,50 €	12,50 €
1.2.14	Travão para borne	un	8,00	0,55 €	4,40 €
1.2.15	Tomada energia de serviço	un	1,00	3,60 €	3,60 €
1.2.16	Eletrificação Quadro eléctrico	cj	1,00	336,00 €	336,00 €
1.3	Quadro Gestão - QE.GTC.CB				
1.2.1	Fonte de alimentação 24VDC 7A	un	2,00	92,00 €	184,00 €
1.2.2	Autómato PCD2_M5	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
1.2.3	Módulo Comunicação PCD7.F150S	un	1,00	150,00 €	150,00 €
1.2.4	Carta 16 saídas PCD2.A465	un	2,00	120,00 €	240,00 €
1.2.5	Carta 16 entradas PCD2.E165	un	1,00	115,00 €	115,00 €
1.2.6	Caixa de Quadro Schneider	un	1,00	145,00 €	145,00 €
1.2.7	Proteção diferencial 2x25A 30mA	un	1,00	47,00 €	47,00 €
1.2.8	Disjuntor magnetotermico 16A	un	3,00	27,00 €	81,00 €
1.2.9	Bornes duplos(entradas e saídas)	un	48,00	0,90 €	43,20 €



ORÇAMENTO N.º0190/2017

Obra: Gestão Técnica Hospital

Exmos Senhores:

ISEP

Pos.	Designação	Un	Qt.	P. Unit. Euros	T. Parciais Euros
1.2.10	Bornes duplos(Saídas comunicação)	un	3,00	0,90 €	2,70 €
1.2.11	Relés saídas digitais tipo PLC 24VDC	un	32,00	6,00 €	192,00 €
1.2.12	Bornes com proteção fusível	un	5,00	2,50 €	12,50 €
1.2.13	Travão para borne	un	8,00	0,55 €	4,40 €
1.2.14	Tomada energia de serviço	un	1,00	3,60 €	3,60 €
1.2.15	Eletrificação Quadro eléctrico	ej	1,00	392,00 €	392,00 €
1.3 Equipamento de campo					
1.3.1	Central Analisadora Legrand Ref.04676	un	18,00	320,00 €	5 760,00 €
1.3.2	Contador de impulsos PCD7.H104	un	2,00	155,00 €	310,00 €
1.3.2	Módulo comunicação CCRS485	un	1,00	480,00 €	480,00 €
1.3.2	Balastro DALI Ref.186280 VS	un	30,00	45,00 €	1 350,00 €
1.3.2	Terminador para comunicação RS485	un	2,00	125,00 €	250,00 €
1.4 Engenharia de programação					
Desenvolvimento de software de processamento(Engenharia de					
1.4.1	processamento)	un	1,00	4 000,00 €	4 000,00 €
Desenvolvimento de software de ambiente					
1.4.2	gráfico(Engenharia de ambiente gráfico)	un	1,00	3 500,00 €	3 500,00 €
1.4.3	Comissionamento e formação	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
TOTAL C/IVA					30 254,31 €

Observações:

- Esta proposta é válida por 30 dias; - IVA não incluído;
- Excluídos quaisquer trabalhos de construção civil, ou o fornecimento de qualquer material alheio à nossa especialidade.

ANEXO VI - ESTUDO FINANCEIRO

Simulação poupança energética iluminação - 38un

Piso	Luminárias Circuito N	Luminária Circuito S	Potência luminária	Instalado Circuito N(W)	Instalado Circuito S(W)
-1	5	5	24	120	120
0	6	6	24	144	144
1	8	8	24	192	192

Total Instalado Circuito N(W)	Total Instalado Circuito S(W)
456	456

Utilização diária - cenário 1 sem regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - OFF	12h - 100%
12h - 100%	12h - OFF

Utilização diária - cenário 3 com regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - OFF	12h - 50%
12h - 50%	12h - OFF

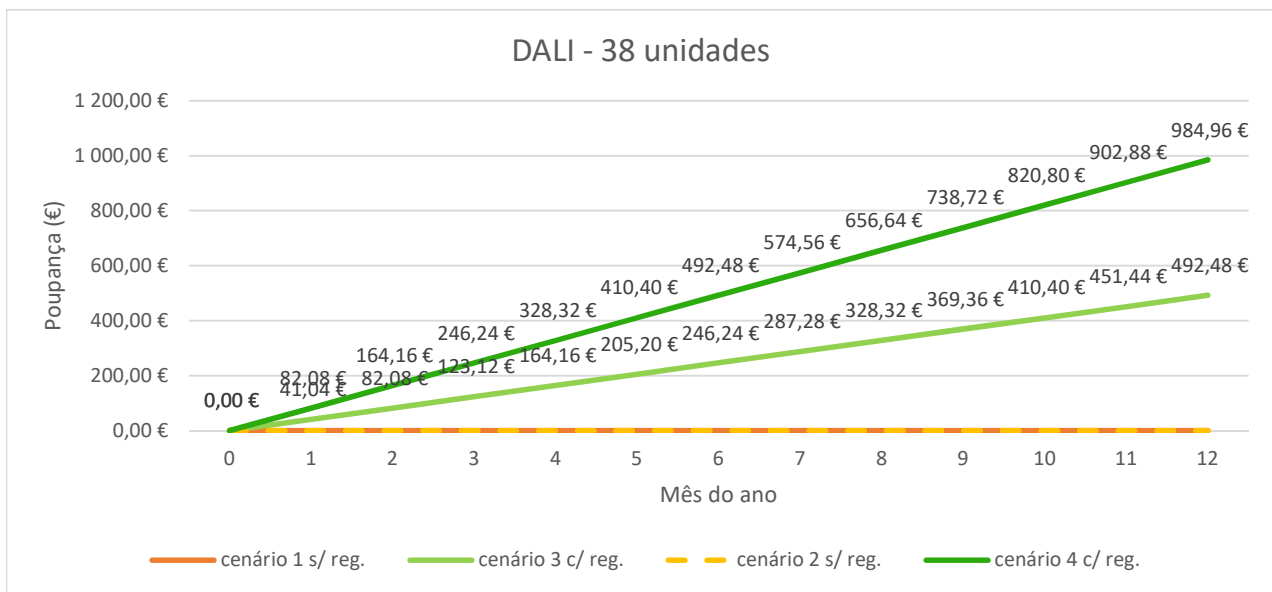
Utilização diária - cenário 2 sem regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - 100%	12h - 100%
12h - 100%	12h - 100%

Utilização diária - cenário 4 com regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - 50%	12h - 50%
12h - 50%	12h - 50%

Preço kWh
0,25 €

Estimativa gasto diário	Potência total(W)	consumo kWh diário(24H)	consumo kWh mensal(30 dias)	Custo mensal(€)	Poupança anual(€)
Utilização diária - cenário 1 sem regulação	456	10,944	328,32	82,08 €	0,00 €
Utilização diária - cenário 3 com regulação	228	5,472	164,16	41,04 €	492,48 €
Utilização diária - cenário 2 sem regulação	912	21,888	656,64	164,16 €	0,00 €
Utilização diária - cenário 4 com regulação	456	10,944	328,32	82,08 €	984,96 €

Mês	cenário 1 s/ reg.	cenário 3 c/ reg.	cenário 2 s/ reg.	cenário 4 c/ reg.
0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1	0,00 €	41,04 €	0,00 €	82,08 €
2	0,00 €	82,08 €	0,00 €	164,16 €
3	0,00 €	123,12 €	0,00 €	246,24 €
4	0,00 €	164,16 €	0,00 €	328,32 €
5	0,00 €	205,20 €	0,00 €	410,40 €
6	0,00 €	246,24 €	0,00 €	492,48 €
7	0,00 €	287,28 €	0,00 €	574,56 €
8	0,00 €	328,32 €	0,00 €	656,64 €
9	0,00 €	369,36 €	0,00 €	738,72 €
10	0,00 €	410,40 €	0,00 €	820,80 €
11	0,00 €	451,44 €	0,00 €	902,88 €
12	0,00 €	492,48 €	0,00 €	984,96 €



Simulação poupança energética iluminação - 90 un

Piso	Luminárias Circuito N	Luminária Circuito S	Potência luminária	Instalado Circuito N(W)	Instalado Circuito S(W)
-1	15	15	24	360	360
0	15	15	24	360	360
1	15	15	24	360	360

Total Instalado Circuito N(W)	Total Instalado Circuito S(W)
1080	1080

Utilização diária - cenário 1 sem regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - OFF	12h - 100%
12h - 100%	12h - OFF

Utilização diária - cenário 3 com regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - OFF	12h - 50%
12h - 50%	12h - OFF

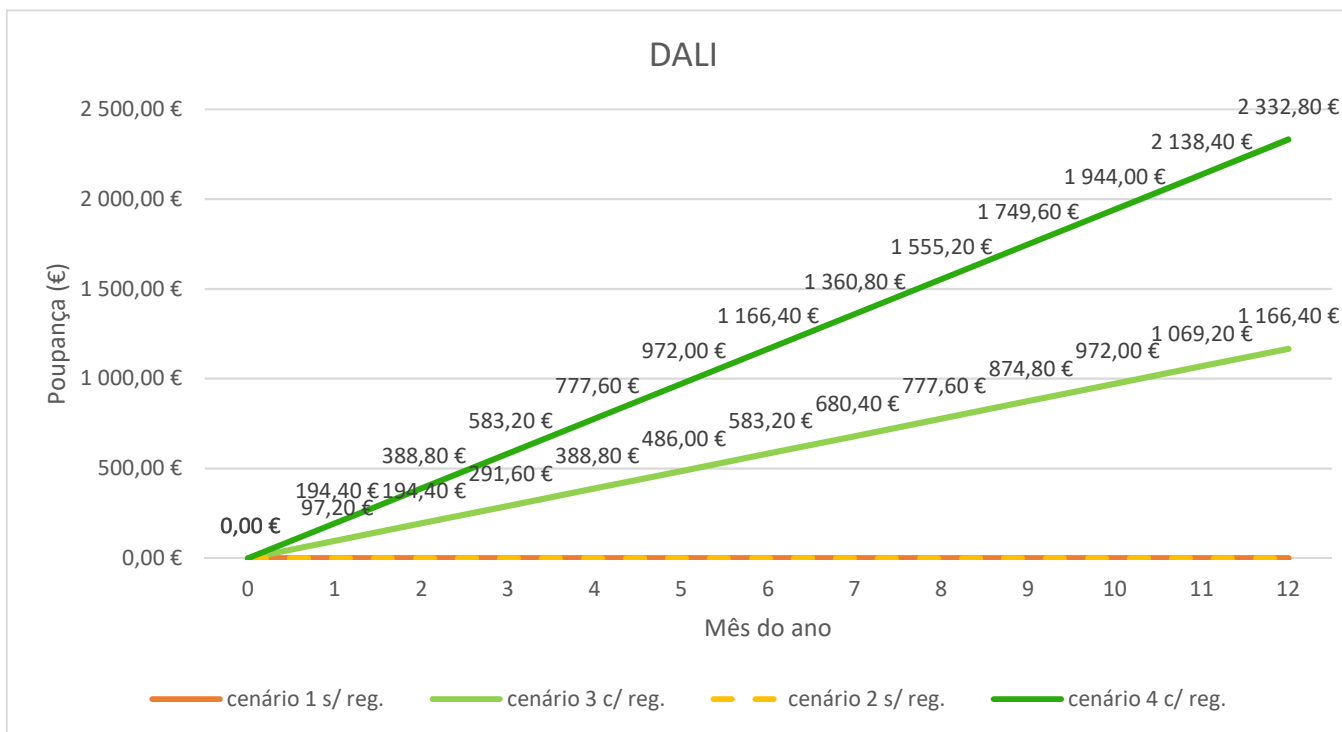
Utilização diária - cenário 2 sem regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - 100%	12h - 100%
12h - 100%	12h - 100%

Utilização diária - cenário 4 com regulação	
Circuito N	Circuito S
12h - 50%	12h - 50%
12h - 50%	12h - 50%

Preço kWh
0,25 €

Estimativa gasto diário	Potência total(W)	consumo kWh diário(24H)	consumo kWh mensal(30)	Custo mensal(€)	Poupança anual(€)
Utilização diária - cenário 1 sem regulação	1080	25,92	777,6	194,40 €	0,00 €
Utilização diária - cenário 3 com regulação	540	12,96	388,8	97,20 €	1 166,40 €
Utilização diária - cenário 2 sem regulação	2160	51,84	1555,2	388,80 €	0,00 €
Utilização diária - cenário 4 com regulação	1080	25,92	777,6	194,40 €	2 332,80 €

Mês	cenário 1 s/ reg.	cenário 3 c/ reg.	cenário 2 s/ reg.	cenário 4 c/ reg.
0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1	0,00 €	97,20 €	0,00 €	194,40 €
2	0,00 €	194,40 €	0,00 €	388,80 €
3	0,00 €	291,60 €	0,00 €	583,20 €
4	0,00 €	388,80 €	0,00 €	777,60 €
5	0,00 €	486,00 €	0,00 €	972,00 €
6	0,00 €	583,20 €	0,00 €	1 166,40 €
7	0,00 €	680,40 €	0,00 €	1 360,80 €
8	0,00 €	777,60 €	0,00 €	1 555,20 €
9	0,00 €	874,80 €	0,00 €	1 749,60 €
10	0,00 €	972,00 €	0,00 €	1 944,00 €
11	0,00 €	1 069,20 €	0,00 €	2 138,40 €
12	0,00 €	1 166,40 €	0,00 €	2 332,80 €



Investimento

30 254,31 €

% amortização anual:

7,71%

Poupança anual:

10972,8

Payback:

2,757

14400

Estimativa gasto diário (38)	PtotalW (nxP)	kWh diário (Ptotalxh/1000)	kWh mensal (kWhx30)	Custo mensal (kWh mensalexPreço kWh)	Poupança anual(Poupança consumox12meses)
cenário 1	456	10,944	328,32	82,08 €	0,00 €
cenário 3	228	5,472	164,16	41,04 €	492,48 €
cenário 2	912	21,888	656,64	164,16 €	0,00 €
cenário 4	456	10,944	328,32	82,08 €	984,96 €

Preço médio kWh	0,25 €
-----------------	--------

Amortização anual	3,26%
-------------------	-------

Estimativa gasto diário (90)	PtotalW (nxP)	kWh diário (Ptotalxh/1000)	kWh mensal (kWhx30)	Custo mensal (kWh mensalexPreço kWh)	Poupança anual(Poupança consumox12meses)
cenário 1	1080	25,92	777,6	194,40 €	0,00 €
cenário 3	540	12,96	388,8	97,20 €	1 166,40 €
cenário 2	2160	51,84	1555,2	388,80 €	0,00 €
cenário 4	1080	25,92	777,6	194,40 €	2 332,80 €

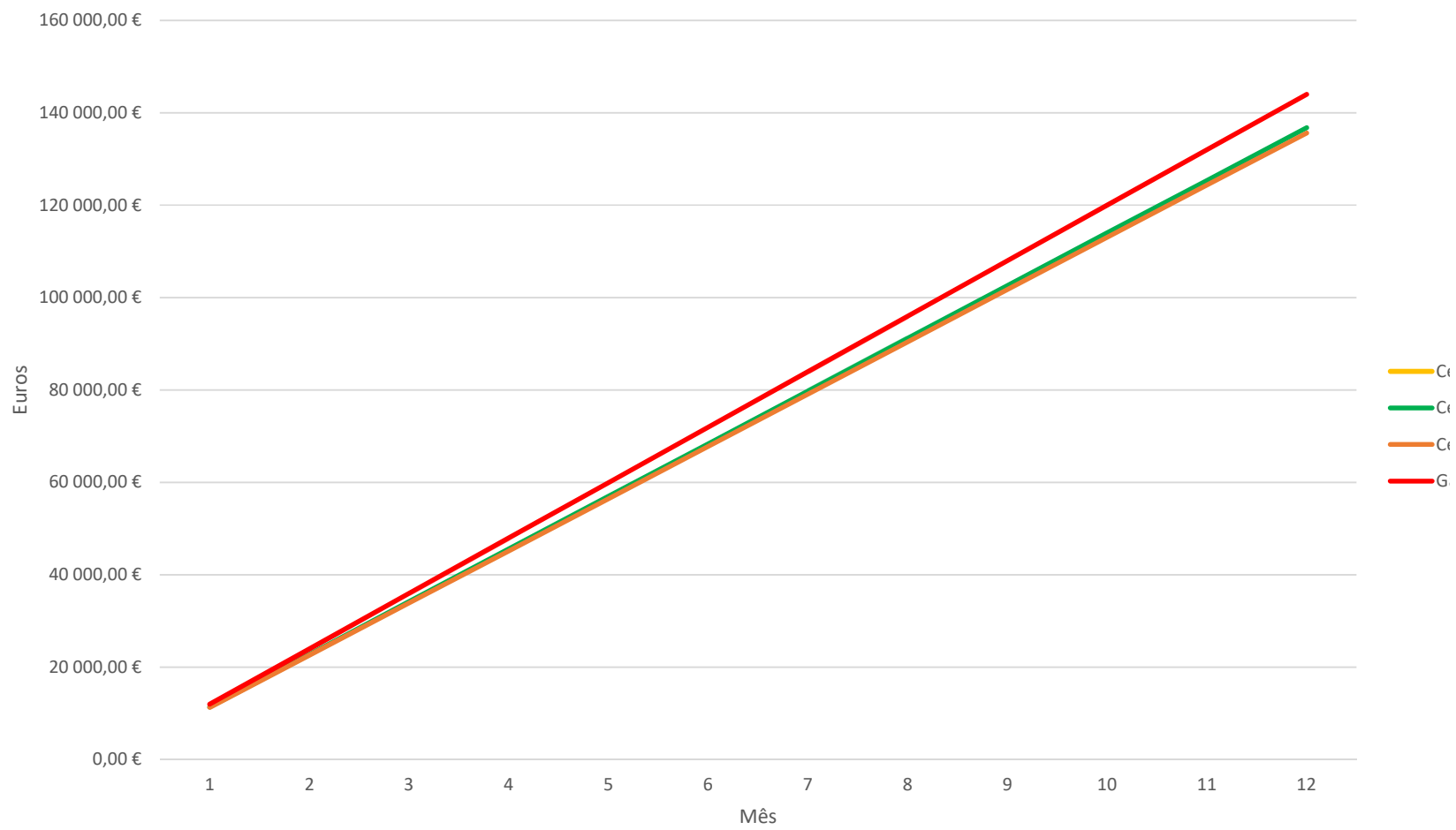
Preço médio kWh	0,25 €
-----------------	--------

Amortização anual	7,71%
-------------------	-------

Mês	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Gasto Actual
0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1	11 400,00 €	11 400,00 €	11 304,00 €	12 000,00 €
2	22 800,00 €	22 800,00 €	22 608,00 €	24 000,00 €
3	34 200,00 €	34 200,00 €	33 912,00 €	36 000,00 €
4	45 600,00 €	45 600,00 €	45 216,00 €	48 000,00 €
5	57 000,00 €	57 000,00 €	56 520,00 €	60 000,00 €
6	68 400,00 €	68 400,00 €	67 824,00 €	72 000,00 €
7	79 800,00 €	79 800,00 €	79 128,00 €	84 000,00 €
8	91 200,00 €	91 200,00 €	90 432,00 €	96 000,00 €
9	102 600,00 €	102 600,00 €	101 736,00 €	108 000,00 €
10	114 000,00 €	114 000,00 €	113 040,00 €	120 000,00 €
11	125 400,00 €	125 400,00 €	124 344,00 €	132 000,00 €
1ºano	136800	136800	135648	144000
13	148 200,00 €	148 200,00 €	146 952,00 €	156 000,00 €
14	159 600,00 €	159 600,00 €	158 256,00 €	168 000,00 €
15	171 000,00 €	171 000,00 €	169 560,00 €	180 000,00 €
16	182 400,00 €	182 400,00 €	180 864,00 €	192 000,00 €
17	193 800,00 €	193 800,00 €	192 168,00 €	204 000,00 €
18	205 200,00 €	205 200,00 €	203 472,00 €	216 000,00 €
19	216 600,00 €	216 600,00 €	214 776,00 €	228 000,00 €
20	228 000,00 €	228 000,00 €	226 080,00 €	240 000,00 €
21	239 400,00 €	239 400,00 €	237 384,00 €	252 000,00 €
22	250 800,00 €	250 800,00 €	248 688,00 €	264 000,00 €
23	262 200,00 €	262 200,00 €	259 992,00 €	276 000,00 €
2ºano	273600	273600	271296	288000
25	285 000,00 €	285 000,00 €	282 600,00 €	300 000,00 €
26	296 400,00 €	296 400,00 €	293 904,00 €	312 000,00 €
27	307 800,00 €	307 800,00 €	305 208,00 €	324 000,00 €
28	319 200,00 €	319 200,00 €	316 512,00 €	336 000,00 €
29	330 600,00 €	330 600,00 €	327 816,00 €	348 000,00 €
30	342 000,00 €	342 000,00 €	339 120,00 €	360 000,00 €

	31	353 400,00 €	353 400,00 €	350 424,00 €	372 000,00 €
	32	364 800,00 €	364 800,00 €	361 728,00 €	384 000,00 €
	33	376 200,00 €	376 200,00 €	373 032,00 €	396 000,00 €
	34	387 600,00 €	387 600,00 €	384 336,00 €	408 000,00 €
	35	399 000,00 €	399 000,00 €	395 640,00 €	420 000,00 €
3ºano	36	410400	410400	406944	432000
	37	421 800,00 €	421 800,00 €	418 248,00 €	444 000,00 €
	38	433 200,00 €	433 200,00 €	429 552,00 €	456 000,00 €
	39	444 600,00 €	444 600,00 €	440 856,00 €	468 000,00 €
	40	456 000,00 €	456 000,00 €	452 160,00 €	480 000,00 €
	41	467 400,00 €	467 400,00 €	463 464,00 €	492 000,00 €
	42	478 800,00 €	478 800,00 €	474 768,00 €	504 000,00 €
	43	490 200,00 €	490 200,00 €	486 072,00 €	516 000,00 €
	44	501 600,00 €	501 600,00 €	497 376,00 €	528 000,00 €
	45	513 000,00 €	513 000,00 €	508 680,00 €	540 000,00 €
	46	524 400,00 €	524 400,00 €	519 984,00 €	552 000,00 €
	47	535 800,00 €	535 800,00 €	531 288,00 €	564 000,00 €
4ºano	48	547200	547200	542592	576000
	49	558 600,00 €	558 600,00 €	553 896,00 €	588 000,00 €
	50	570 000,00 €	570 000,00 €	565 200,00 €	600 000,00 €
	51	581 400,00 €	581 400,00 €	576 504,00 €	612 000,00 €
	52	592 800,00 €	592 800,00 €	587 808,00 €	624 000,00 €
	53	604 200,00 €	604 200,00 €	599 112,00 €	636 000,00 €
	54	615 600,00 €	615 600,00 €	610 416,00 €	648 000,00 €
	55	627 000,00 €	627 000,00 €	621 720,00 €	660 000,00 €
	56	638 400,00 €	638 400,00 €	633 024,00 €	672 000,00 €
	57	649 800,00 €	649 800,00 €	644 328,00 €	684 000,00 €
	58	661 200,00 €	661 200,00 €	655 632,00 €	696 000,00 €
	59	672 600,00 €	672 600,00 €	666 936,00 €	708 000,00 €
5ºano	60	684000	684000	678240	720000

Otimização de Consumos



30000

Investimento	Mês	Cenário 3-38	Cenário 4-38	Cenário 1-90	Cenário 2-90-	Cenário inicial
30000	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
30000	1	641,04 €	682,08 €	697,20 €	794,40 €	0,00 €
30000	2	1 282,08 €	1 364,16 €	1 394,40 €	1 588,80 €	0,00 €
30000	3	1 923,12 €	2 046,24 €	2 091,60 €	2 383,20 €	0,00 €
30000	4	2 564,16 €	2 728,32 €	2 788,80 €	3 177,60 €	0,00 €
30000	5	3 205,20 €	3 410,40 €	3 486,00 €	3 972,00 €	0,00 €
30000	6	3 846,24 €	4 092,48 €	4 183,20 €	4 766,40 €	0,00 €
30000	7	4 487,28 €	4 774,56 €	4 880,40 €	5 560,80 €	0,00 €
30000	8	5 128,32 €	5 456,64 €	5 577,60 €	6 355,20 €	0,00 €
30000	9	5 769,36 €	6 138,72 €	6 274,80 €	7 149,60 €	0,00 €
30000	10	6 410,40 €	6 820,80 €	6 972,00 €	7 944,00 €	0,00 €
30000	11	7 051,44 €	7 502,88 €	7 669,20 €	8 738,40 €	0,00 €
30000	12	7692,48	8184,96	8366,4	9532,8	0
30000	13	8 333,52 €	8 867,04 €	9 063,60 €	10 327,20 €	0,00 €
30000	14	8 974,56 €	9 549,12 €	9 760,80 €	11 121,60 €	0,00 €
30000	15	9 615,60 €	10 231,20 €	10 458,00 €	11 916,00 €	0,00 €
30000	16	10 256,64 €	10 913,28 €	11 155,20 €	12 710,40 €	0,00 €
30000	17	10 897,68 €	11 595,36 €	11 852,40 €	13 504,80 €	0,00 €
30000	18	11 538,72 €	12 277,44 €	12 549,60 €	14 299,20 €	0,00 €
30000	19	12 179,76 €	12 959,52 €	13 246,80 €	15 093,60 €	0,00 €
30000	20	12 820,80 €	13 641,60 €	13 944,00 €	15 888,00 €	0,00 €
30000	21	13 461,84 €	14 323,68 €	14 641,20 €	16 682,40 €	0,00 €
30000	22	14 102,88 €	15 005,76 €	15 338,40 €	17 476,80 €	0,00 €
30000	23	14 743,92 €	15 687,84 €	16 035,60 €	18 271,20 €	0,00 €
30000	24	15384,96	16369,92	16732,8	19065,6	0
30000	25	16 026,00 €	17 052,00 €	17 430,00 €	19 860,00 €	0,00 €
30000	26	16 667,04 €	17 734,08 €	18 127,20 €	20 654,40 €	0,00 €
30000	27	17 308,08 €	18 416,16 €	18 824,40 €	21 448,80 €	0,00 €
30000	28	17 949,12 €	19 098,24 €	19 521,60 €	22 243,20 €	0,00 €
30000	29	18 590,16 €	19 780,32 €	20 218,80 €	23 037,60 €	0,00 €
30000	30	19 231,20 €	20 462,40 €	20 916,00 €	23 832,00 €	0,00 €

30000	31	19 872,24 €	21 144,48 €	21 613,20 €	24 626,40 €	0,00 €
30000	32	20 513,28 €	21 826,56 €	22 310,40 €	25 420,80 €	0,00 €
30000	33	21 154,32 €	22 508,64 €	23 007,60 €	26 215,20 €	0,00 €
30000	34	21 795,36 €	23 190,72 €	23 704,80 €	27 009,60 €	0,00 €
30000	35	22 436,40 €	23 872,80 €	24 402,00 €	27 804,00 €	0,00 €
30000	36	23077,44	24554,88	25099,2	28598,4	0
30000	37	23 718,48 €	25 236,96 €	25 796,40 €	29 392,80 €	0,00 €
30000	38	24 359,52 €	25 919,04 €	26 493,60 €	30 187,20 €	0,00 €
30000	39	25 000,56 €	26 601,12 €	27 190,80 €	30 981,60 €	0,00 €
30000	40	25 641,60 €	27 283,20 €	27 888,00 €	31 776,00 €	0,00 €
30000	41	26 282,64 €	27 965,28 €	28 585,20 €	32 570,40 €	0,00 €
30000	42	26 923,68 €	28 647,36 €	29 282,40 €	33 364,80 €	0,00 €
30000	43	27 564,72 €	29 329,44 €	29 979,60 €	34 159,20 €	0,00 €
30000	44	28 205,76 €	30 011,52 €	30 676,80 €	34 953,60 €	0,00 €
30000	45	28 846,80 €	30 693,60 €	31 374,00 €	35 748,00 €	0,00 €
30000	46	29 487,84 €	31 375,68 €	32 071,20 €	36 542,40 €	0,00 €
30000	47	30 128,88 €	32 057,76 €	32 768,40 €	37 336,80 €	0,00 €
30000	48	30769,92	32739,84	33465,6	38131,2	0

Recuperação de investimento

