



## Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

**SGTC – Sistema de Gestão Técnica Centralizada**

Ruben Tomás Camilo Cipriano

Leiria, Março de 2015





## Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

### **SGTC – Sistema de Gestão Técnica Centralizada**

Ruben Tomás Camilo Cipriano

Relatório de Estágio de Mestrado realizado sob a orientação do doutor Eliseu Ribeiro, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação do Técnico Fernando Jorge e do Engenheiro Luís Dias.

Leiria, Março de 2015



## **Agradecimentos**

Gostaria de dirigir os meus sinceros agradecimentos aos meus orientadores, Fernando Jorge e Luís Dias das empresas Jorinstel – Instalações elétricas, Lda e Domebus - Instalação e Comércio de Sistemas Inteligentes, Lda que me acolheram durante o período de estágio e que, a todos os níveis, muitos ensinamentos me transmitiram.

Um agradecimento, não menos importante, a todos os elementos das duas empresas, destacando-se o Artur Jorge, Carlos Ferreira, Martinho Lopes, o Fernando Duque, o Bruno Estrela, Paulo Lopes e Ricardo Ferreira.

Ao Instituto Politécnico de Leiria e, em especial, à Escola Superior de Tecnologia e Gestão por me ter proporcionado a aquisição de conhecimento ao longo de todo o período letivo.

Ao Coordenador do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, Professor Doutor Luís Neves, agradeço a oportunidade e o privilégio que tive ao frequentar este Mestrado, que muito contribuiu para o enriquecimento da minha formação académica e científica.

Ao Professor Doutor Eliseu Ribeiro, expresseo o meu profundo agradecimento pela orientação e apoio incondicionais que muito elevaram os meus conhecimentos científicos e, sem dúvida, muito estimularam o meu desejo de querer, sempre, saber mais e a vontade constante de querer fazer melhor. Agradeço também a oportunidade que me deu de me integrar as duas empresas, com gratidão, não só a confiança que em mim depositou, desde o início, mas também, o sentido de responsabilidade que me incutiu em todas as fases do Projeto.

À Minha Família, em especial aos meus pais, aos meus irmãos e à minha namorada, um enorme obrigado por acreditarem sempre em mim. Espero que esta etapa, que agora termino, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que, constantemente, me oferecem.



## Resumo

O presente relatório surge na sequência do trabalho desenvolvido, durante um período de estágio, efetuado na empresa Jorinstel em conjunto com a Domebus no âmbito da implementação de um sistema de gestão técnica centralizada num edifício multifuncional na zona de Fátima.

A Jorinstel é uma empresa da área das instalações elétricas, concebendo toda a eletrificação dos equipamentos do sistema, assim como a eletrificação dos respetivos quadros elétricos. A Domebus é uma empresa dedicada à programação e comercialização de Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) com tecnologia Distech Controls, e à integração dos vários equipamentos existentes no edifício de forma a criar um controlo estável, eficiente e apelativo ao utilizador apresentando interfaces gráficas de acordo com o sistema implementado.

Foi tida sempre uma participação ativa em todas as atividades desenvolvidas na empresa, conseguindo-se assim estar sempre a par das inovações tecnológicas e aprofundar os conhecimentos adquiridos durante o percurso académico de uma forma prática.

As ações, efetuadas durante o estágio, incidiram-se, numa primeira fase, em obter informação dos tipos de equipamentos instalados num sistema de gestão técnica, contendo os equipamentos de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado, assim como todos os constituintes destes equipamentos. Numa segunda fase foi calculada a distribuição dos módulos de controlo da Distech Controls de acordo com os equipamentos apresentados em projeto de execução. Por fim numa terceira e última fase foi elaborada uma programação dos módulos controladores e realização do ambiente gráfico para a interação do utilizado.

Palavras-chave: Instalações elétricas, AVAC, SGTC, Programação, interface gráfica, distech controls.



## **Abstract**

This technical report is about the work developed in the phase done in the company Jorinstel together with Domebus about the implementation of a system of centralized technical management in a multifunctional building around Fátima

The Jorinstel is a company in the area of electric installations that builds all system equipments electrification as also as switchboards. The Domebus is a company that is all about technical Building Management Systems (BEMS) and also system equipments integration in order to offer an stable, reliable and appellative system to the user offering it graphical interfaces according to the implement system.

It was always taken a serious participation in all company activities, that allowed to be always informed about the technological inovations and to solidify the acquired knowledge during all academic record in a pratical way.

One of the goals of all the actions during the phase was to get knowledge about all types of equipment installed on a technical management system, like heating equipments, ventilation and air conditioning and all its components. Another goal was to calculate Distech Controls's modules distribution according to the equipments in the implementation project. At last, but not least, was prepared the programming of the controller modules and the execution of the graphical environment in order to get an user interaction.

Key-words: Electrical installations HVAC, GTC, programming, graphical interface distech controls.



## Índice de figuras

Figura 1 – Diagrama de um sistema de climatização.....	1-3
Figura 2 - Sistema VRV com uma unidade exterior e 9 unidades interiores [1].....	1-4
Figura 3 - Sistema Multi-Split de ar condicionado [1]. ....	1-4
Figura 4 – Chiller, equipamento da Daikin [2] .....	1-5
Figura 5 – Caldeira a gás. [3].....	1-5
Figura 6 - Desenho de uma UTAN com a localização dos respetivos equipamentos .....	1-6
Figura 7 – Unidade de ventiloconvetor de aplicação em tetos [4] .....	1-8
Figura 8 – Piso radiante aplicado a uma sala de estar [6]. ....	1-9
Figura 9 - Analisador de energia para instalação fixa em portas de quadros elétricos.....	1-10
Figura 10 – Arquitetura de um sistema centralizado único.....	2-12
Figura 11 – Arquitetura de um sistema distribuído hierarquicamente .....	2-13
Figura 12 – Arquitetura de um sistema integrado .....	2-13
Figura 13 - Esquema de ligação dos diferentes tipos de comunicação .....	5-24
Figura 14 - Navegação através dos pisos do edifício .....	5-26
Figura 15 - Visualização de uma das zonas do piso.....	5-27
Figura 16- página de visualização e controlo da central térmica .....	5-29
Figura 17 - identificação das zonas da central térmica .....	5-29
Figura 18 - página de visualização e controlo de uma UTAN .....	5-31
Figura 19 - página de visualização e controlo de uma VAN .....	5-32
Figura 20 - página de visualização e controlo dos ventiladores.....	5-33
Figura 21 - página de visualização de uma unidade de VRV .....	5-34
Figura 22 - página de visualização e controlo dos poços pluviais .....	5-35
Figura 23 - página de visualização dos consumos de energia.....	5-36
Figura 24 - página de visualização detalhada da informação de um analisador de energia .....	5-37
Figura 25 - página de visualização navegação de uma zona de um piso do edifício .....	5-38
Figura 26 - simbologia utilizada na sinalização dos registos corta-fogo .....	5-38
Figura 27 – Diagrama de mestre/escravo da comunicação ModBus .....	7-47
Figura 28 – Estrutura do Byte de BACNet [15].....	7-50
Figura 29 – Módulo ECL-203 [16].....	7-53
Figura 30 - Módulo ECL – 300 (esquerda) e ECL – 350 (direita) [17] .....	7-54
Figura 31 - Módulos da gama ECL [17].....	7-54
Figura 32 - Módulos ECL-600 (esquerda), ECL-610 (centro) e ECL-650 (direita) [18].....	7-55
Figura 33 - Módulos ECL-600 (esquerda), ECL-610 (centro) e ECL-650 (direita) [19].....	7-56
Figura 34 - Módulo EC-LSI.....	7-57
Figura 35 - Módulo EC-BOS (Webserver) [20] .....	7-57
Figura 36 - Imagem de localização da opção de conversão de blocos.....	7-62
Figura 37 - ligação e organização dos blocos .....	7-62
Figura 38 – Link para diagnóstico e visualização do valor de saída do bloco .....	7-63
Figura 39 - Link do valor do bloco para uma variável.....	7-63
Figura 40 - Pagina de notas de apoio a logica de controlo.....	7-64
Figura 41 - Bloco com informação disponível do módulo de programação .....	7-65
Figura 42 - Calendário de programação horária .....	7-66
Figura 43 - Criação de link de linguagem LonWorks de entre os equipamentos instalados.....	7-67
Figura 44 - Ações disponíveis nos pontos criados .....	7-67
Figura 45 - Janela de visualização do utilizador .....	7-68
Figura 46 - Px arquivo no Editor de Texto(px source file), Editor de Px(edit px), e Px Visualizador(view px) .....	7-70
Figura 47 - Visão geral da plataforma de EC-Bos .....	7-71
Figura 48 - Vista do menu da “Application Director” .....	7-72
Figura 49 - Vista dos ficheiros DIST que estão disponíveis pelo distribuidor.....	7-72
Figura 50 - Vista de configuração de u modulo GPRS .....	7-73
Figura 51 - Vista de informação dos parâmetros de uma plataforma .....	7-74
Figura 52 - Janela de atualização dos módulos do sistema .....	7-74



## Lista de siglas

ANACOM - Autoridade Nacional de Comunicações  
ASCII - American Standard Code for Information Interchange  
ANSI - American National Standards Institute  
AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado  
AQS - Água Quente Sanitária  
BRAQS – Bomba de Retorno de Água Quente Sanitária  
CCTV - Closed-Circuit Television (Circuito Fechado de Televisão)  
CDI – Central de Detecção de Incêndios  
GTC – Gestão Técnica Centralizada  
HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning  
IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento  
QAI - Qualidade do Ar Interior  
PLC – Programmable Logical Controlers (Controladores Lógicos Programáveis)  
PME – Pequenas e Médias Empresas  
RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios  
RTIEBT – Regulamento Técnico de Instalações Elétricas de Baixa Tensão  
RTU – Remote Terminal Unit  
SGM – Sistema de Gestão de Manutenção  
SGTC – Sistema de Gestão Técnica Centralizada  
UE – Unidade Exterior  
UI – Unidade Interior  
UTA - Unidade de Tratamento de Ar  
UTAN - Unidade de Tratamento de Ar Novo  
VC – Ventiloinvetor  
VEX – Ventilador de Extração  
VRF - “*Variable refrigerant flow*” (refrigerante de fluxo variável)  
VRV – “*variable refrigerant volume*” (refrigerante de volume variável)



# Índice

Agradecimentos .....	I
Resumo .....	III
Abstract.....	V
Índice de figuras.....	VII
Lista de siglas.....	IX
Índice .....	XI
Capítulo 1 - Introdução.....	1-1
1.1 - Considerações gerais .....	1-1
1.2 - Organização do relatório .....	1-1
1.3 - Princípios teóricos .....	1-2
Equipamento de Controlo e Monitorização .....	1-9
Capítulo 2 - Sistema de Gestão Técnica Centralizada .....	2-11
Capítulo 3 - Características do edifício .....	3-15
3.1 - Enquadramento .....	3-15
3.2 - Requisitos da instalação .....	3-16
Capítulo 4 - Apresentação das empresas.....	4-19
4.1 - Apresentação das Jorinstel.....	4-19
4.2 - Apresentação da DomeBus.....	4-19
Capítulo 5 - Tarefas desenvolvidas .....	5-21
5.1 - Instalações elétricas .....	5-21
5.2 - Gestão Técnica Centralizada .....	5-23
5.2.1 Protocolos de comunicação .....	5-23
5.2.2 Módulos Utilizados .....	5-25
5.2.3 Programas utilizados .....	5-25
5.2.4 Controlo desenvolvido.....	5-25
Navegação.....	5-25
Central Térmica .....	5-28
UTAN .....	5-31
VAN.....	5-32
VEX .....	5-32
VRV .....	5-33
Poços de bombagem .....	5-34
Energia.....	5-36

Registos corta-fogo .....	5-37
Capítulo 6 - Conclusões .....	6-39
Capítulo 7 - Bibliografia.....	7-40
ANEXOS .....	7-43

## **Capítulo 1 - Introdução**

### **1.1 - Considerações gerais**

O presente documento encontra-se inserido no âmbito do estágio de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, no ramo de Energia e Automação, do Instituto Politécnico de Leiria.

Com o desenvolvimento deste trabalho é pretendida a implementação de um sistema de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) ou do inglês HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*) e respetiva gestão técnica de um edifício partilhado por várias organizações, sendo estas um convento, um lar de idosos e uma zona de Spa/clinica. Numa primeira fase são calculados e implementado os respetivos quadros elétricos, e posteriormente, numa segunda fase, será realizada a implementação do SGTC (Sistema de Gestão Técnica Centralizada). Apesar deste sistema de AVAC ter grande parte de projeto de mecânica e outra grande parte de projeto elétrico, neste relatório apenas será desenvolvido a parte do projeto elétrico, tendo em conta o projeto mecânico disponibilizado por uma entidade competente, que teve em atenção ao cálculo das condutas, dos níveis de ventilação, potência dos motores a utilizar e a constituição das várias componentes das unidades de tratamento de ar.

Este tema foi escolhido por vários motivos. É um assunto interessante, aliciante e sobretudo atual, pois nos dias que decorrem, a climatização de espaços passou a ser um requisito mínimo quanto a edifícios particulares. No que diz respeito a edifícios públicos já é mesmo requisito obrigatório, não propriamente pela climatização, mas pela ventilação, pois é necessário garantir a qualidade do ar e a renovação do mesmo. Este tema contempla na perfeição os conhecimentos adquiridos ao longo do período curricular, pois numa primeira análise contém a projeção de diferentes quadros elétricos e posteriormente uma programação dos diversos módulos do sistema de gestão técnica centralizada que integra os equipamentos existentes no edifício.

### **1.2 - Organização do relatório**

Este relatório encontra-se dividido em 7 partes sendo que o presente capítulo diz respeito à introdução.

O capítulo II será dedicado à apresentação de um SGTC, assim como as várias possibilidades de conceção/arquiteturas deste.

O capítulo III será dedicado ao enquadramento e à apresentação do edifício, indicando o que será previsto e todas as partes que serão de carácter específico por parte do requerente da obra/edifício.

No capítulo IV será uma breve apresentação das entidades acolhedoras deste estágio, assim como as principais tarefas concebidas por estas.

No capítulo V estará uma descrição das tarefas desenvolvidas, estando estas divididas em duas partes, elétrica e programação. Na primeira são referidos os equipamentos utilizados, assim como as principais regras de elaboração de quadros elétricos que foram seguidas. Na segunda parte é explanado todo o SGTC, em que é exposto o tipo de programação, os programas utilizados e a programação utilizada para controlo dos diversos equipamentos.

No capítulo VI será apresentada uma discussão dos resultados.

No capítulo VII será realizada uma conclusão final e um balanço de todo o trabalho desenvolvido inclusive a nível pessoal.

### **1.3 - Princípios teóricos**

Ao longo do dia, em cada momento e em cada espaço o ar existente é submetido a uma carga térmica correspondente<sup>1</sup>, que lhe vai provocar a alteração de temperatura e de concentração de humidade. A carga térmica<sup>2</sup> é derivada de fatores tais como a ocupação, a iluminação, o tipo de equipamentos que se encontram no local entre outros. De forma a controlar o ar existente no espaço a nível de temperatura, humidade e qualidade do ar é necessário a implementação de um sistema de AVAC.

O sistema de AVAC são sistemas que poderão desempenhar três funções principais que se relacionam entre si, sendo estas o aquecimento, a ventilação e o ar condicionado. A junção destas três funções tendem a proporcionar conforto térmico e uma QAI (Qualidade do Ar Interior) desejáveis, sendo que a eficácia destes sistemas afetam o desempenho, a produtividade e a saúde dos utilizadores desse espaço. Os sistemas de AVAC fornecem ventilação e mantêm as relações de pressão nos espaços. Nos edifícios podem estar integrados um ou mais sistemas de AVAC.

O sistema de AVAC é constituído por dois grandes grupos, produção térmica e transferência de energia, como se pode ver na Figura 1.

---

<sup>1</sup> Carga térmica correspondente ao espaço, devido a sua arquitetura e equipamentos constituintes.

<sup>2</sup> Carga Térmica – É a quantidade de energia térmica por unidade de tempo que entra ou é gerada num ambiente/espaço.

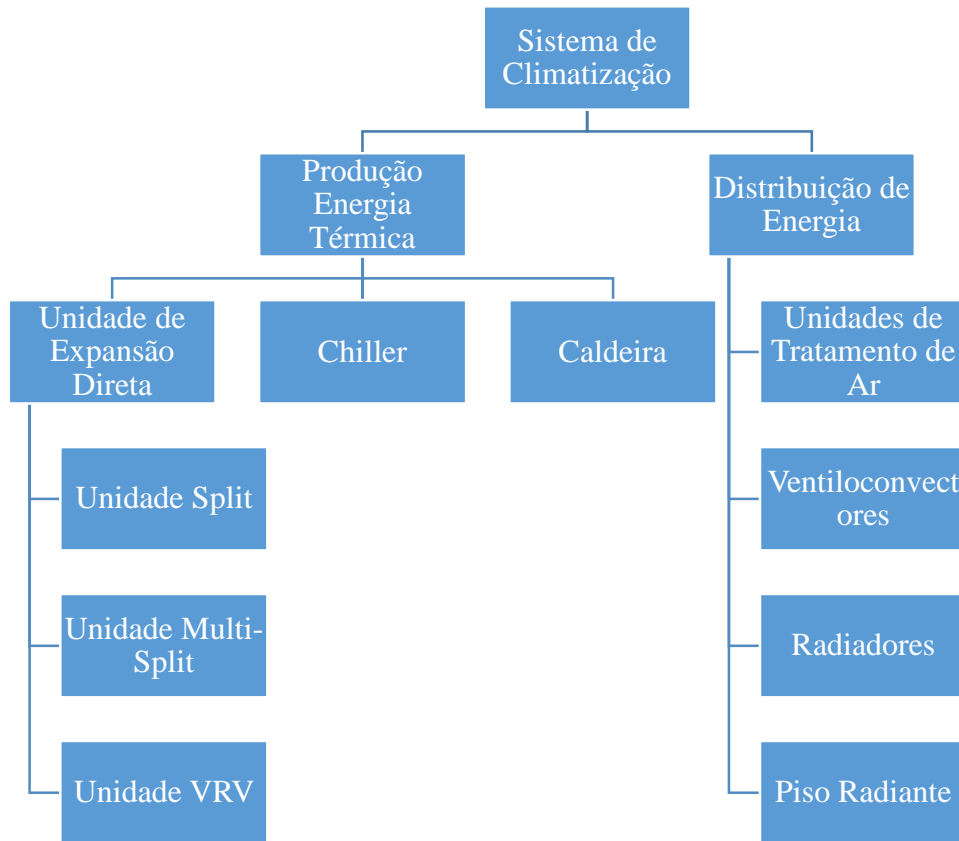


Figura 1 – Diagrama de um sistema de climatização.

### Produção energia térmica

No grupo da produção térmica estão inseridos todos os equipamentos que, de algum modo, fazem parte da fonte de energia térmica e sendo que está dividido em três subgrupos: expansão direta, chiller e caldeira:

#### Expansão direta

Nas unidades de expansão direta os equipamentos funcionam com os níveis de pressão e temperatura de um gás utilizando uma unidade condensadora e uma, ou mais, unidades evaporadoras.

Estes sistemas são denominados por sistemas de Fluxo de Refrigerante Variável “*Variable refrigerant flow*” (VRF) também conhecido como VRV (*variable refrigerant volume*) e permitem uma configuração do sistema de ar-condicionado, onde há uma unidade de condensação exterior e uma ou várias unidades interiores evaporadoras. O termo “fluxo de refrigerante variável” refere-se à capacidade do sistema para controlar a quantidade de refrigerante que flui para os múltiplos evaporadores (unidades internas), permitindo o uso de vários evaporadores de capacidades e configurações ligados a uma única unidade de condensação. O sistema prevê um controlo individualizado de aquecimento ou arrefecimento simultâneo, o que indica que umas zonas podem estar em aquecimento e outras em arrefecimento, todas estas ligadas ao mesmo sistema.

Os sistemas de VRV funcionam com o princípio da expansão direta, o que significa que o calor é transferido diretamente por circulação do refrigerante para evaporadores. O controlo do fluxo deste refrigerante é a chave para muitas das vantagens.

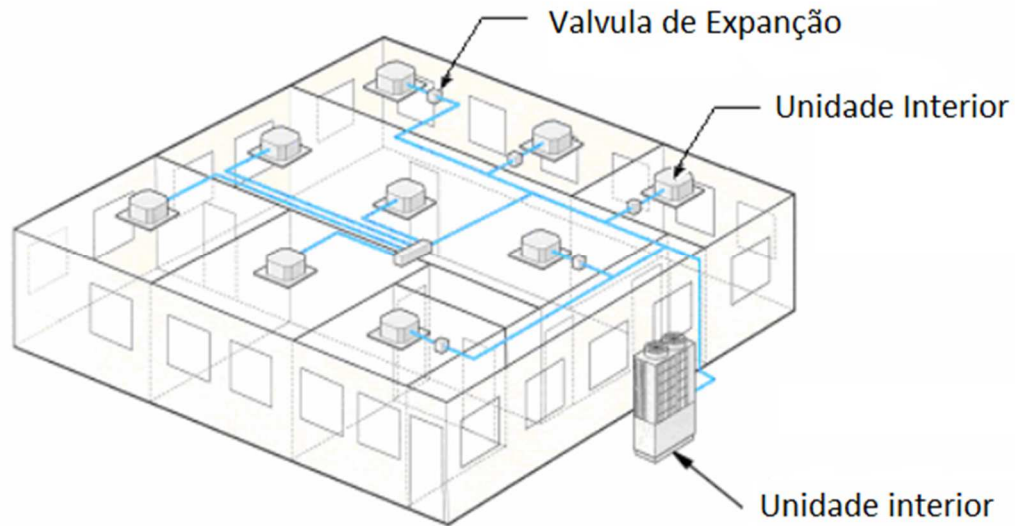


Figura 2 - Sistema VRV com uma unidade exterior e 9 unidades interiores [1].

Existem também unidades denominadas por unidade split e multi-split. As unidades split são sistemas de ar condicionado de “um para um” o que significa que existe apenas uma máquina interior ligada a uma máquina exterior. Um sistema multi-split de ar condicionado funciona com os mesmos princípios que um sistema do tipo ar condicionado split no entanto, neste caso, estes são "múltiplas" unidades evaporadoras ligadas a uma unidade condensadora externa.

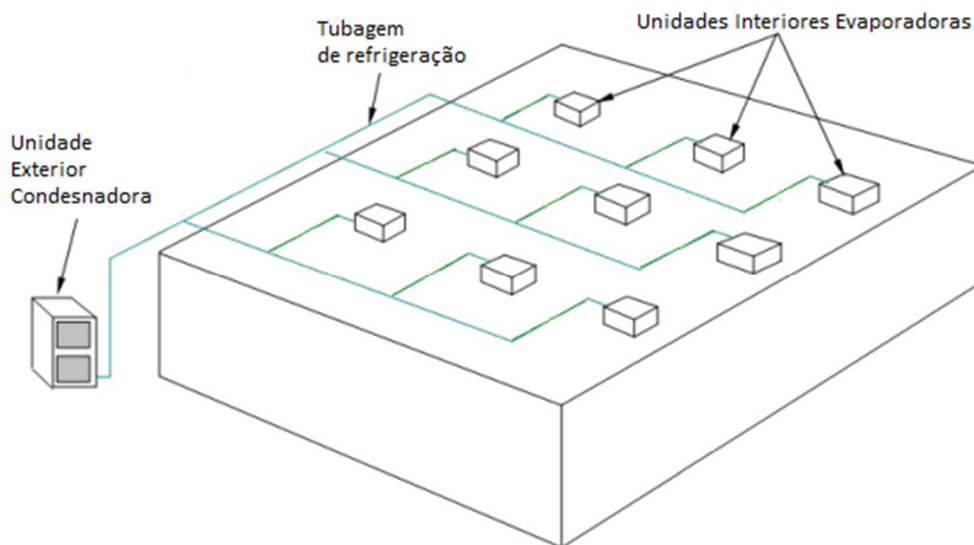


Figura 3 - Sistema Multi-Split de ar condicionado [1].

## Chiller

O Chiller é um equipamento com funcionamento idêntico aos sistemas de expansão direta, mas este equipamento é destinado a climatizar a água para ser usada em permutadores térmicos compostos por alhetas. Esta unidade poderá produzir água quente ou fria dependendo do seu ciclo de funcionamento.



Figura 4 – Chiller, equipamento da Daikin [2]

## Caldeira

As caldeiras podem ser de diversos tipos e com diversas fontes de combustão, destinando-se sempre a produzir apenas água quente para que a temperatura desta seja utilizada para climatização de espaços através de permutadores de alhetas.



Figura 5 – Caldeira a gás. [3]

## Distribuição de energia térmica

No grupo da distribuição de energia térmica estão inseridos todos os equipamentos que, de algum modo, fazem parte de um ponto terminal responsável pela permuta da

energia térmica para o espaço destinada, que, na maioria dos casos, será a permuta direta com o ar. Neste podem ser identificados os seguintes equipamentos:

## UTAN

A UTAN (Unidade de Tratamento de Ar Novo) é usada para o condicionamento de ar e a sua circulação, como parte de um sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado. Em norma, a UTAN consiste em uma caixa metálica que contém no seu interior: ventiladores mecânicos, elementos de aquecimento e/ou arrefecimento, elementos de filtragem, equipamento de medição e grelhas de admissão.

A UTAN é aconselhada em todas as situações que exigem um rigoroso controlo das condições do ar, nomeadamente temperatura, humidade, filtragem e higiene.

Em norma uma UTAN consiste em duas condutas de ar sobrepostas, sendo que uma serve para insuflação de ar para o interior do edifício e a outra para extrair o ar do interior do edifício, como mostra a Figura 6.

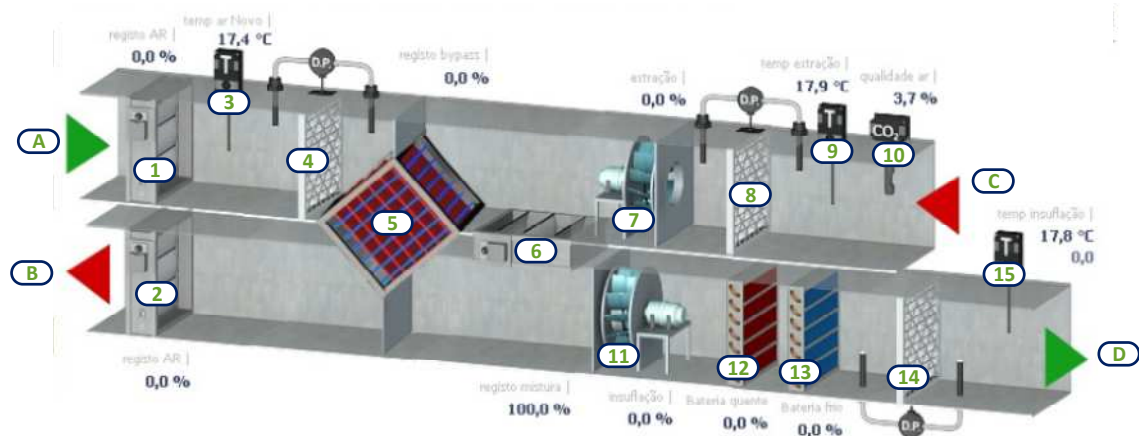


Figura 6 - Desenho de uma UTAN com a localização dos respetivos equipamentos

O ponto “A” sendo um dos extremos da conduta de ar está diretamente em contacto com o exterior e é por este que entra o ar novo. No ponto “B” o ar, considerado que não tem qualidade necessária, será rejeitado para o exterior. O ponto “C” contém ainda o ar que é extraído do edifício ou do espaço que esta UTAN está a climatizar e, no ponto “D”, o ar que será insuflado no edifício ou no respetivo espaço.

### Ventiladores mecânicos

Os ventiladores mecânicos são os representados nos pontos “7” e “11” sendo estes o ventilador de extração e o ventilador de insuflação, respetivamente. Estes ventiladores têm a função de forçar a circulação do ar pelas condutas, sendo que o ventilador de insuflação força o ar a entrar no edifício e o ventilador de extração força o ar a “sair” do edifício.

### Elementos de aquecimento e arrefecimento

Como elementos de aquecimento e/ou arrefecimento, a UTAN dispõe de uma ou duas baterias (“12” e “13”), estando estas associadas ao aquecimento ou arrefecimento respetivamente. Em períodos de calor, que se pretende arrefecimento, é usado a bateria de arrefecimento, e vice-versa, isto para sistemas que disponibilizam em simultâneo água quente e água fria. Em alguns sistemas é optado por colocar apenas uma das baterias,

sendo que o que define o modo de aquecimento é a temperatura da água que passa pela bateria, pelo que de verão será água fria e de inverno água quente. Na primeira situação em que são instaladas as duas baterias, tem-se a possibilidade de efetuar a desunificação através de um aquecimento e de um arrefecimento simultâneos.

Ainda como elemento de aquecimento/arrefecimento, por vezes é usado um permutador de fluxos cruzados (“5”). Este equipamento serve para permutar a temperatura entre o ar extraído e o ar insuflado. Assim pode ser utilizada grande parte da energia do ar rejeitado, fazendo uma pré-climatização ao ar novo.

### **Elementos para filtrar**

Para evitar impurezas insufladas para o espaço a ser climatizado, são aplicadas na UTAN também elementos de filtragem, sendo estes os que estão representados nos pontos “4”, “8” e “14” correspondendo ao filtro de ar novo, filtro de extração e filtro de insuflação, respetivamente. O primeiro, também denominado por pré-filtro, tem uma grande importância pois este faz a filtragem de impurezas do exterior. O segundo filtra as impurezas que poderão, por algum motivo, vir de dentro do espaço a climatizar e, por fim, o último que, por vezes também denominado filtro absoluto, é o que filtra as mais pequenas impurezas, impedindo-as de ir para o espaço a climatizar.

### **Elementos de medição**

Como elementos de medição podemos ter sensores de temperatura nas diversas partes da conduta, sensores de humidade do ar, assim como sensores de qualidade do ar, podendo medir o nível de CO<sub>2</sub>.

Três sensores de temperatura são aplicados na UTAN, sendo que um mede a temperatura que entra do exterior “3” para que se tenha a informação de se essa temperatura terá de ser muito compensada ou não. Outro sensor (“9”) é aplicado na extração do ar do espaço, de forma a saber se esse ar tem a temperatura desejada para passar pelo permutador de fluxos cruzados (“5”). Ainda outro sensor, não menos importante, é o colocado na insuflação (“15”) para que se tenha a informação da temperatura que está a ser insuflada no espaço a climatizar, desta forma pode controlar-se a abertura da bateria para que não seja insuflada uma temperatura desconfortante para o espaço.

Dependendo da qualidade do ar extraído, medido pelo sensor de qualidade do ar (“10”) pode ser climatizado e insuflado de novo no espaço, quando em boas condições, ou rejeitado para o exterior. Quando rejeitado passa pelo permutador e quando aproveitado passa através do registo de mistura (“6”).

### **Grelhas de admissão**

. Nestas duas extremidades encontram-se dois registos de ar (“1” e “2”), servindo estes para fechar as condutas quando os ventiladores não estiverem em funcionamento, para evitar perda de energia térmica, ou para quando estes estiverem a efetuar ventilação, que apenas recirculam o ar existente no espaço, não introduzindo ar novo nem rejeitando ar.

Ainda na UTAN é aplicado um registo de mistura (“6”) que serve para controlar a passagem do ar extraído do edifício para ser novamente insuflado, sendo que este ar extraído pode ser misturado com ar novo, dependendo da qualidade do ar medido com o sensor (“10”).

## Ventiloconvetor

O ventiloconvetor é um equipamento idêntico a uma UTAN, sendo que normalmente a UTAN é aplicada em vários espaços, enquanto o ventiloconvetor é usado em um espaço apenas. O ventiloconvetor não tem troca de ar direto com o exterior, mas sim com as condutas do edifício usadas por diversos ventiloconvetores. O ventiloconvetor é um emissor térmico que basicamente é composto por um permutador e um ventilador, que climatiza um determinado espaço forçando o ar a circular pelo permutador, aquecendo-o ou arrefecendo-o e depois forçando esse ar a circular pelo espaço a climatizar.



*Figura 7 – Unidade de ventiloconvetor de aplicação em tetos [4]*

## Piso Radiante

O piso radiante é montado segundo uma malha de geometria pré-definida e serve para proporcionar o aquecimento do ambiente a baixas temperaturas.

O sistema é constituído por uma rede de tubos que está distribuído de forma uniforme debaixo do pavimento, por onde circula a água, conseguindo-se desta forma uma temperatura ambiente homogénea e confortável.

O aquecimento das águas ocorre a temperaturas relativamente baixas entre os 35°C e os 40°C, quando comparado com a temperatura que é necessária utilizar para aquecer uma habitação através de outros sistemas de climatização (60°-80°C). Ao distribuir-se o calor pelo chão, consegue-se uma estratificação da temperatura ideal para o corpo humano.

Na mesma instalação de piso radiante que irá servir para aquecimento, pode-se também efetuar uma refrigeração do ambiente nas estações mais quentes, fazendo a circulação da água a uma temperatura de aproximadamente 17°C, que absorverá o excesso de calor da habitação, dando assim uma sensação de frescura aos utilizadores da habitação [5].

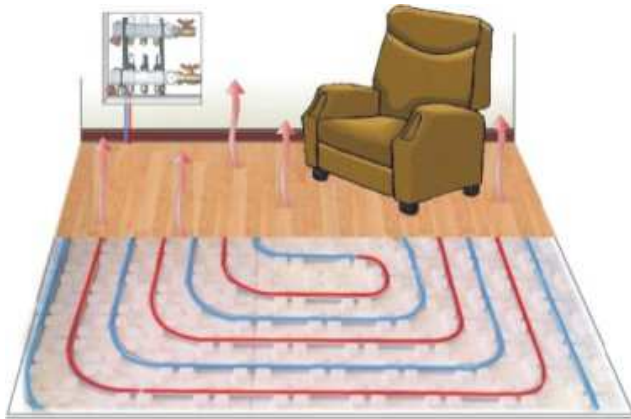


Figura 8 – Piso radiante aplicado a uma sala de estar [6].

O piso radiante é uma técnica cada vez mais usada na construção, fazendo cair em desuso os radiadores.

### **Equipamento de Controlo e Monitorização**

Para além dos equipamentos de produção e dos equipamentos terminais de distribuição de energia térmica, o sistema de AVAC é constituído também por equipamentos de campo responsáveis por disponibilizar informações tais como:

- Sondas de temperatura e humidade exterior – disponibilizam informação da temperatura e humidade exterior de forma ao sistema poder calcular a diferença de temperatura (temperatura desejada interior e a temperatura exterior)

- Sensores de pressão – disponibilizam a informação da diferença de pressão e/ou da existência de pressão no interior de uma conduta para a circulação de ar.

- Contadores de energia elétrica – disponibilizam os detalhes de consumo de um determinado equipamento de AVAC de forma a poder rentabiliza-lo ao máximo.

- Contadores de entalpia – disponibilizam a informação do consumo/produção de energia térmica de um determinado equipamento de AVAC de forma a poder monitorizar e rentabilizar o sistema.

- Analisador de energia elétrica - Um analisador de energia elétrica é um equipamento que permite medir um conjunto de parâmetros que definem um sistema elétrico. Estes analisadores de energia elétrica permitem registos dos valores instantâneos, médios e máximos em intervalos de tempo definidos, relativos às tensões, correntes, fatores de potência ( $\cos \phi$ ), potências ativas, reativas e aparentes, e consumos quer por fase quer entre fases [7]. Como exemplo temos o analisador de energia, para montagem em quadros elétricos, ilustrado na figura que se segue:



*Figura 9 - Analisador de energia para instalação fixa em portas de quadros elétricos*

A implementação de um sistema de monitorização e controlo de energia possui uma série de vantagens entre as quais se destacam a análise de consumos de energia - que permite quantificar o uso de energia de uma zona assim como permite também a coleta dos respetivos custos, a deteção de anomalias nos consumos - podendo eliminar ou minimizar as situações de gastos excessivos de energia por avaria, falha, desconhecimento ou má utilização de recursos [8].

## Capítulo 2 - Sistema de Gestão Técnica Centralizada

No âmbito da eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios, foi aplicado em particular o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), coloca um conjunto de novas exigências ao nível da gestão da energia e da gestão da manutenção das instalações. Para os edifícios novos a instalação de sistemas de regulação e controlo é obrigatória em qualquer sistema de climatização, ou sistema de monitorização e de gestão de energia a partir de um limite de potência térmica de 100kW.

A gestão técnica dos edifícios assenta em dois subsistemas principais [9]:

- Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC), responsável pelo controlo e supervisão dos sistemas tecnológicos, nomeadamente dos subsistemas de iluminação, de ventilação e ar condicionado, de controlo de acessos, de emergência, etc.
- Sistema de Gestão da Manutenção (SGM) das infraestruturas e equipamentos técnicos, no âmbito do qual são planeadas, executadas e controladas as intervenções de manutenção preventivas, corretivas e de beneficiação das instalações.

O SGTC é tipicamente um sistema de controlo com elevado nível de automatização, em que o próprio sistema consegue ajustar-se para maximizar os benefícios, enquanto o SGM apenas sinaliza o estado dos equipamentos para que possam prosseguir com operações de manutenção executadas por técnicos.

O sistema de gestão de energia e de ambiente em meios fechados é concebido com metas de conforto para os ocupantes e sempre de forma a minimizar os consumos de energia e por consequente os custos associados ao edifício. Desta forma, passa também por criar um desenvolvimento sustentável no sentido das estratégias e técnicas passivas para maximização do uso da energia solar.

Nos anos 70, com a crescente divulgação dos sistemas eletrónicos baseados em microprocessadores, a automação dos edifícios avança para um novo nível. Surgem os sistemas centralizados em que, num único ponto, era possível saber o estado dos equipamentos do edifício e exercer controlo sobre eles.

Existem assim vários tipos de arquitetura para os sistemas de gestão técnica centralizada.

Sistema centralizado único - sistemas centralizados em que, num único ponto, era possível saber o estado dos equipamentos do edifício e exercer controlo sobre eles. Estes sistemas possuem uma quantidade enorme de cabos que interligam os sensores e os atuadores a uma unidade de controlo. Esta é, normalmente, constituída por um módulo de processamento e por vários módulos de entrada/saída. O grau de autonomia/decisão destes sistemas é reduzido, sendo comum a existência de grandes painéis sinópticos e a presença de pessoal especializado que assegura a supervisão das instalações.

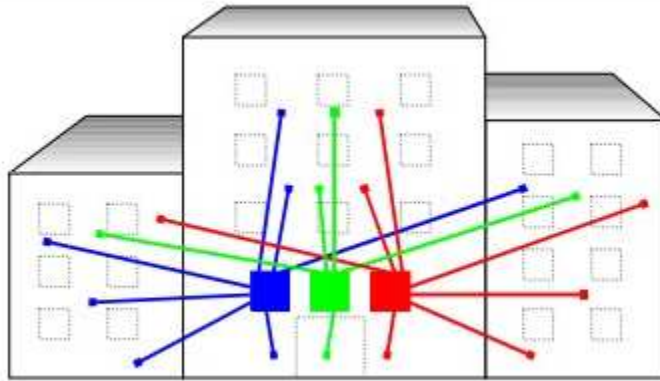


Figura 10 – Arquitetura de um sistema centralizado único

Sistemas centrais especializados – Estes sistemas possuem uma arquitetura centralizada, com grande utilização de cabos a interligar os vários sensores e atuadores à respetiva unidade de controlo. Estes sistemas controlam os quadros de baixa tensão e monitorizam consumos, sistema que fazem deteção de incêndio, sistemas que controlam os equipamentos de climatização, etc.

Sistemas distribuídos hierarquicamente - de arquiteturas puramente centralizadas evoluiu-se para arquiteturas distribuídas com controlo hierárquico. Este tipo de arquitetura permite poupanças significativas ao nível da cablagem e introduz o processamento local, isto é, processamento realizado por um equipamento periférico que está associado a um conjunto específico de atuadores e/ou sensores e que está localizado na proximidade destes. Este sistema reúne inúmeras vantagens sendo que se destacam as seguintes:

- Redução de cablagens;
- Capacidade de processamento local;
- Maior confiabilidade (ao facto de a arquitetura evitar que uma falha num único componente possa colocar todo o sistema inoperacional);
- Maior capacidade de controlo (quer a nível do número de pontos controlados, quer a nível das funções desempenhadas, dos algoritmos usados e da rapidez de execução);
- Maior capacidade computacional
- Maior flexibilidade (para se adaptar ao edifício e para adicionar novos pontos de entradas e saídas caso o edifício seja ampliado);
- Melhores capacidades de interação com o utilizador (de referir, em particular, a generalização das interfaces gráficas);
- Melhor relação funcionalidade/custo.

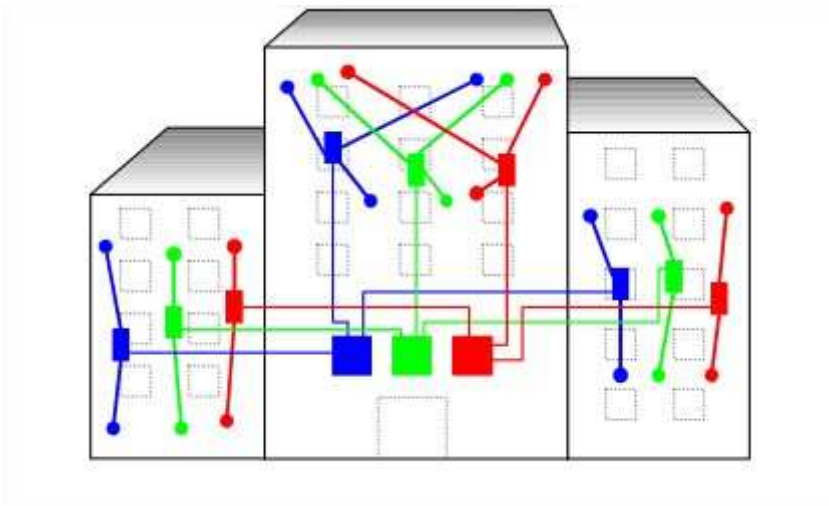


Figura 11 – Arquitetura de um sistema distribuído hierarquicamente

**Sistemas integrados** - Essa solução consiste na introdução de um equipamento, que corresponde a um nível adicional de controlo, destinado a supervisionar e coordenar os vários sistemas específicos de automação do edifício. Esse equipamento gere a troca de informação entre os vários sistemas e concentra a tomada de decisões. Esta solução oferece também a vantagem de os operadores poderem aceder a qualquer dos sistemas através de uma interface única [10].

Um sistema de gestão técnica centralizada é importante para quando se trata de um edifício, sendo este de uma única ou de várias organizações. No caso de um edifício ser partilhado por várias organizações, faz também todo o sentido ter um único sistema de gestão técnica centralizado, pois torna mais fácil de gerir os serviços comuns e de efetuar uma melhor gestão de forma a economizar recursos. Através de contadores e de analisadores de consumo de energia (elétrica e/ou térmica) podem ser distribuídos os respetivos custos.

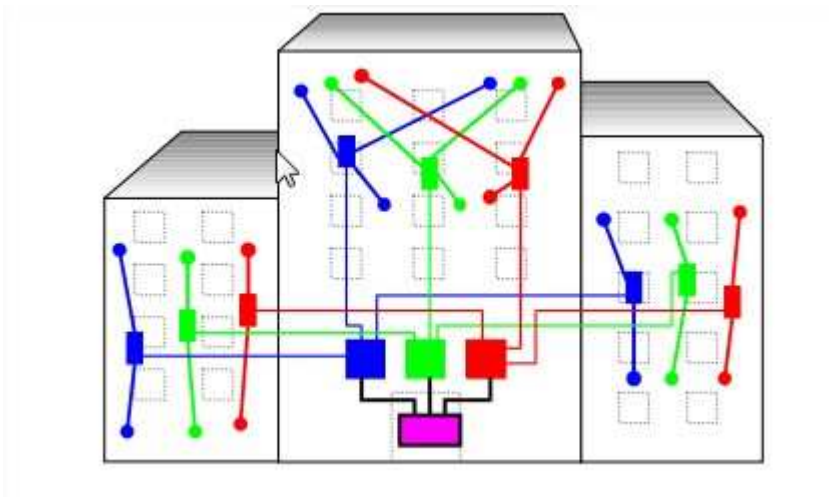


Figura 12 – Arquitetura de um sistema integrado



## Capítulo 3 - Características do edifício

Neste capítulo são definidos os conceitos associados à conceção e construção do edifício multifuncional que serviu de base para este trabalho.

### 3.1 - Enquadramento

Este edifício está localizado em Fátima, uma região de grande importância turística da população da religião católica. Este edifício é constituído por três zonas, sendo uma destas dedicada à prestação de serviços a idosos (lar), outra zona dedicada a convento e a terceira zona com prestação de serviços de SPA.

#### Zona do Lar de Idosos

A zona do lar está distribuída por três pisos, sendo o piso -1, rés-do-chão e o piso 1. Nestes encontram-se os seguintes espaços:

- 35 Quartos
- Salas de atividades
- Salas de apoio
- Salas de estar
- Instalações sanitárias
- Cabeleireiro
- Vestiários
- Rouparia
- Gabinete médico
- Zona de preparação de medicamentos
- Sala de refeições
- Receção
- Gabinete de administração
- Economato
- Arrumos
- Sala polivalente

#### Zona do Convento

A zona do convento está distribuída por três pisos, sendo o piso -1, rés-do-chão e o piso 1. Nestes três pisos encontram-se os seguintes espaços:

- Sala de estar
- 30 Quartos
- Cozinha
- Refeitório
- Biblioteca
- Instalações sanitárias
- Gabinetes
- Vestiários
- Oratório

- Capela
- Economato
- Arrumos
- Lavandaria
- Capela velar

#### Zona do SPA

A zona do SPA está localizada no piso inferior (-1) e dispõe de vários serviços tais como:

- Hidromassagem
- Eletroterapia
- Duche a jato
- Duche Vichy
- Gabinetes médicos
- Ginásio
- Banho turco
- Instalações Sanitárias
- Sauna
- Zona aquática (piscina e wellmax)
- Sala polivalente

Ainda existe uma zona técnica que se encontra na cobertura e que é responsável por toda a distribuição de água quente para todas as zonas do edifício.

### **3.2 - Requisitos da instalação**

Tendo em atenção as diversas zonas do edifício é necessário fazer a climatização dos espaços. O projeto, dimensionamento e localização dos equipamentos de climatização foram disponibilizados pelo projetista, sendo apenas necessário proceder à alimentação elétrica dos equipamentos e elaboração do quadro elétrico com o corte, proteção e comando dos respetivos equipamentos.

Foram consideradas, pelo projetista, unidades de VRV para a climatização dos quartos e de espaços comuns.

Foram também considerados ventiladores de extração para efetuar a extração de odores das casas de banho e ventiladores de insuflação de ar novo para a compensação do ar extraído desses mesmos espaços.

Para a produção de água quente foi projetada uma central térmica. Esta central térmica é constituída de um sistema de produção térmica solar que integra quatro grupos de painéis solares térmicos, duas caldeiras com potência térmica total de 400Kw e três depósitos de inércia com 3 mil litros cada, para manter a água quente. Esta central térmica tem como função o aquecimento de água para utilização nas Águas Quentes Sanitárias (AQS) de todo o edifício, para a bateria de uma UTAN e para o piso radiante existente apenas na capela.

Analísadores de energia eléctrica foram instalados de forma a poder monitorizar os consumos de energia, estando presentes nos seguintes locais:

1. **Quadro da Central Térmica** – para monitorização e cálculo dos custos associados a produção de água quente. Para este nível de controlo foram aplicados neste quadro um EC-Bos e dois controladores ECL 600;
2. **Quadro de AVAC do Convento** – para monitorização e cálculo dos consumos utilizados pelo sistema de AVAC na zona do convento. Para este nível de controlo foram aplicados neste quadro dois controladores ECL 600 e um controlador ECC 520;
3. **Quadro de AVAC do Lar** – para monitorização e cálculo dos consumos utilizados pelo sistema de AVAC na zona do lar. Para este nível de controlo foram aplicados neste quadro dois controladores ECL 600 e um controlador ECC 520;
4. **Quadro Geral** - para monitorização dos consumos da parte de instalações eléctricas foi instalado um analisador de energia eléctrica no quadro geral que alimenta todo o edifício;
5. **Quadro Parcial das Instalações Eléctricas Lar** – para monitorização e cálculo dos consumos utilizados pelas instalações eléctricas da zona do lar;
6. **Quadro Parcial das Instalações Eléctricas Convento** – para monitorização e cálculo dos consumos utilizados pelas instalações eléctricas da zona do convento;
7. **Quadro Iluminação Geral** - para monitorização e cálculo dos consumos utilizados para toda a iluminação;
8. **Quadro Iluminação Espaços Comuns** - para monitorização e cálculo dos consumos utilizados pela iluminação em espaços comuns como é o caso do corredor, da receção entre outros;
9. **Quadro dos poços de bombagem** – para monitorização e controlo das bombas foram utilizados três quadros idênticos em que cada um continha um ECL 600 e um ECC 520.

Para uma análise de energia térmica foram instalados três contadores de entalpia para monitorizar a produção de energia térmica do sistema solar térmico e de cada uma das caldeiras. Com estes contadores de entalpia pode-se analisar o rendimento deste sistema assim como a produção de água quente deste comparado com a necessidade de água quente do edifício.

De forma a distribuir custos e monitorizar consumos de água, foram instalados vários contadores volumétricos de água. Estes contadores volumétricos estão instalados nos circuitos de água fria para cada uma das zonas (lar, convento e spa), desta forma pode saber-se o consumo de água fria em cada uma das zonas. Para além desta contabilização, está também a ser contabilizada a água quente sanitária de cada uma destas zonas, assim como o seu retorno<sup>3</sup>, o que calculando a diferença obtém-se o consumo de água quente de cada uma das zonas.

Três contadores foram instalados para monitorizar a água fria de entrada da rede, a água transferida para o tanque do sistema de incêndio e o último monitoriza a água consumida pelo sistema de rega (maioritariamente das águas pluviais).

---

<sup>3</sup> Retorno da água quente sanitária existe porque periodicamente é feita uma circulação de água na tubagem para que esta se mantenha sempre quente.

De forma a usufruir ao máximo das águas da chuva, foram projetados dois reservatórios subterrâneos que armazenam as águas pluviais e que posteriormente servirá para o sistema de rega e para um espelho de água existente à entrada do edifício. Estes dois reservatórios estão equipados com duas bombas de água, o que é necessário efetuar a sua alimentação e controlo para que os depósitos não atinjam o nível máximo.

Registos corta-fogo também foram instalados nas condutas de forma a evitar a propagação de um incêndio de uma zona para outra através das condutas de ar, pois estes registos corta-fogo foram previstos para serem interpolados nas redes de condutas de ventilação ou de climatização, quando estas atravessam zonas de incêndio distintas. A sua função é o seccionamento automático, em caso de incêndio de forma a evitar a propagação do incêndio, a outras zonas do edifício. Instalam-se nos elementos de construção que fazem a separação dos diversos compartimentos. [11]

## **Capítulo 4 - Apresentação das empresas**

### **4.1 - Apresentação das Jorinstel**

A Empresa Jorinstel surgiu no mercado em 1992, direcionando a sua atividade para a prestação de serviços no âmbito das instalações elétricas e telecomunicações. No entanto, ao longo dos anos tem acompanhado as evoluções tecnológicas nesta área, oferecendo atualmente uma solução integrada de serviços técnicos.

O empenho da empresa em acompanhar as exigências do mercado, as alterações às imposições legais e as evoluções tecnológicas, levam a empresa a uma constante adaptação dos seus recursos técnicos e humanos, efetuando os investimentos necessários e apostando na formação dos seus quadros.

A Jorinstel integra nos seus quadros um elemento pertencente à Comissão Técnica Nacional de Normalização Eletrotécnica CT209 / CT215 que tem por entidade coordenadora a ONS ICP – ANACOM.

Além do Estatuto PME Líder, a empresa é reconhecida em 2010 e 2011 como PME Excelência, pelo IAPMEI, no âmbito do programa FINCRESCCE.

A estratégia de crescimento da Jorinstel passa pela aposta em soluções integradas, pela qualidade dos seus serviços, acompanhamento a nível de obra, conhecimentos técnicos e parcerias com outras empresas a fim de prestar um serviço completo nas áreas em que a empresa atua.

Decorridos 22 anos de atividade, a Jorinstel continua a apostar na qualidade dos seus serviços, apresentando-se assim muitas vezes, como uma vantagem competitiva, fidelizando os seus clientes. [12]

Como principais serviços desempenhados pela Jorinstel destacam-se:

- Instalações elétricas em baixa tensão
- Execução de quadros elétricos certificados
- Instalação de sistemas de gestão técnica centralizada
- Iluminação
- Redes de telecomunicações
- Sistemas de receção terrestre e satélite
- Sistemas de sinalização e segurança
- Sistemas de desenfumagem
- Energias renováveis
- Certificação (quadros elétricos, ited, redes de telefones, radio e televisão)
- Planos de manutenção preventiva

### **4.2 - Apresentação da DomeBus**

A DomeBus, Lda. Presta serviços na área da engenharia eletrotécnica. A elaboração de projetos de sistemas inteligentes e a comercialização de produtos inerentes a sistemas de gestão técnica centralizada.

A empresa DomeBus é um representante oficial da marca Distech Controls e opera na área da gestão técnica de edifícios, desde a sua conceção até à sua implementação.

Realizam ainda estudos/projetos de sistemas de gestão técnica, bem como comercializam as soluções.

A Distech Controls oferece soluções inteligentes e completas para AVAC, iluminação, estores, controlo de acessos, CCTV (circuito fechado de televisão), gestão de energia e outras aplicações personalizadas completamente integradas numa plataforma de controlo e monitorização. As soluções são projetadas para atenderem aos mais altos padrões de eficiência e desempenho, possibilitando não só uma vantagem competitiva de hoje, mas também a sustentabilidade de amanhã e depois.

Fundada em 1995, a Distech Controls está sediada no Quebec, Canadá. Como líder global em soluções de automação de edifícios, a Distech Controls concebe e produz sistemas e produtos baseados em protocolos de comunicação abertos e interoperáveis. A empresa oferece tecnologia de “ponta” para a eficiência energética e conforto e proporciona soluções inovadoras que permitem reduzir os custos de instalação e manutenção. [13]

A empresa Distech Controls tem como principais objetivos:

- Construir edifícios eficientes, tendo em consideração as normas ambientais internacionais
- Reduzir os consumos de energia dos edifícios
- Reduzir os custos de instalação e de manutenção
- Reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> dos edifícios
- Fornecer soluções escaláveis por forma a garantir a sustentabilidade dos edifícios
- Garantir o conforto do utilizador final

## Capítulo 5 - Tarefas desenvolvidas

De forma a poder fortalecer ao máximo o estágio as tarefas desenvolvidas foram o mais abrangentes possível, sendo que as tarefas estão divididas em duas partes:

Numa primeira fase as tarefas desenvolvidas estiveram relacionadas com as instalações elétricas (5.1). Estas tarefas foram elaborados os quadros elétricos com todos os equipamentos de corte, proteção e comando das máquinas de AVAC de acordo com as especificações descritas na memória descritiva da obra.

Na segunda fase, foram realizadas as tarefas de programação e desenvolvimento do ambiente gráfico<sup>4</sup> (5.2) de forma a obter uma navegação entre menus de uma forma mais intuitiva quanto possível. Por fim, foram realizadas as tarefas de testes de funcionamento.

### 5.1 - Instalações elétricas

Numa primeira análise foi fornecida uma lista de máquinas que foram utilizadas no sistema de AVAC, assim como a sua localização. Com base nessas informações e nas potências fornecidas foram projetados os quadros elétricos de acordo com o RTIEBT (Regulamento Técnico de Instalações Elétricas de Baixa Tensão), sendo que as principais regras a seguir foram:

#### Secção do condutor neutro

- De acordo com as RTIEBT, quando a secção do condutor neutro for inferior à dos condutores de fase, é necessário prever uma deteção de sobreintensidades no condutor neutro adequada à sua secção, devendo esta deteção provocar o corte dos condutores de fase (RTIEBT 473.3.2.1).
- Os circuitos dos domínios de tensão I e II<sup>5</sup> não devem ser incluídos nas mesmas canalizações elétricas, exceto se cada cabo for isolado para a maior das tensões existentes na canalização ou se for adotada uma das seguintes medidas: cada condutor de um cabo multicondutor for isolado para a maior das tensões existentes no cabo; os cabos forem isolados para a tensão do circuito respetivo e forem instalados num compartimento separado de uma calha ou de uma conduta; os circuitos forem colocados em condutas separadas. (RTIEBT 528.1).

#### Proteção terra

- Quando a ligação equipotencial for realizada por meio de um condutor, este deverá ter a secção mínima de  $2,5\text{mm}^2$ , caso seja protegido mecanicamente (isto é, colocado em condutas ou em calhas isolantes) ou de  $4\text{mm}^2$  se não for protegido mecanicamente e se for fixado diretamente aos elementos da construção (por exemplo, fixado por cima dos rodapés). (RTIEBT ANEXO I Secção 701).

#### Corte geral

- O quadro de entrada deve ser dotado de um dispositivo de corte geral, que corte simultaneamente todos os condutores (RTIEBT 801.1.1.6).

---

<sup>4</sup> O ambiente gráfico é onde os utilizadores monitorizam os estados dos equipamentos em forma de animações.

<sup>5</sup> Os domínios de tensão I e II são consideradas as tensões de alimentação das máquinas (potência) e as tensões de controlo das máquinas (comandos)

- Quando houver um sistema central de aquecimento, de ventilação ou de ar condicionado, a sua alimentação em energia elétrica deve ser feita diretamente a partir do quadro de entrada (RTIEBT 801.2.1.1.10).
- Deve existir um dispositivo de proteção que separe automaticamente da alimentação o circuito ou o equipamento quando surgir um defeito entre uma parte ativa e uma massa. (RTIEBT 413.1.1.1).
- Todos os quadros parciais devem poder ser seccionados em cada um seus dos condutores ativos, com exceção do condutor PEN (condutor de proteção “terra”).
- A corrente estipulada do dispositivo de corte geral deve ser, pelo menos, a correspondente à potência prevista para a instalação, com o mínimo de 16 A. (RTIEBT 801.1.1.6).
- Devem ser previstos dispositivos que, em caso de necessidade, permitam colocar a instalação elétrica do edifício fora de tensão, devendo ser utilizados dispositivos distintos para a interrupção da instalação normal, para a interrupção da instalação de segurança e para a interrupção das eventuais instalações de socorro. Esses dispositivos devem ficar inacessíveis ao público e devem ser facilmente acessíveis a partir da via pública. (RTIEBT 801.2.1.12).

#### **Alimentação das instalações e equipamentos de proteção**

- Quando houver sistema central de aquecimento, de ventilação ou de ar condicionado, a sua alimentação em energia elétrica deve ser feita diretamente a partir do quadro de entrada (RTIEBT 801.2.1.1.10).
- Nas instalações elétricas alimentadas a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão a 230 V - em monofásico - ou a 230/400 V - em trifásico - o esquema de ligações à terra deve ser, em regra, o TT (RTIEBT 801.1.1.3.1).
- Os dispositivos de corte dos circuitos devem ter uma corrente estipulada, que não seja inferior à corrente estipulada do dispositivo de proteção, contra as sobrecargas da canalização a que se encontram ligados, tendo em conta, ainda, as correntes máximas suscetíveis de ocorrerem nos respetivos circuitos. No caso de motores, recomenda-se que a corrente estipulada dos dispositivos de corte respetivos seja selecionada tendo em atenção o seguinte:
  - a) No caso de um único motor: 1,25 vezes o valor da corrente estipulada do motor respetivo;
  - b) No caso de mais de um motor ligado ao mesmo dispositivo de corte: 1,25 vezes o valor da corrente estipulada do motor de maior potência mais o somatório das correntes estipuladas dos restantes motores. (RTIEBT 801.1.1.8).

#### **Estabelecimentos públicos**

- Os circuitos que alimentem os locais não acessíveis ao público devem ser comandados e protegidos por dispositivos independentes dos destinados a protegerem os circuitos que alimentem os locais acessíveis ao público. Esta regra não se aplica:
  - a) Às instalações de aquecimento elétrico, ventilação e condicionamento do ar; (801.2.1.1.1).

A distribuição dos quadros elétricos pelo edifício foi feita de acordo com as zonas existentes no edifício (lar, convento e Spa) sendo que dentro destas zonas foram escolhidos locais de boa acessibilidade e o mais próximo possível dos equipamentos que seriam alimentados por esses quadros elétricos.

Junto aos equipamentos maiores (UTAN's e Poços de bombagem) foi dimensionado um quadro para cada um destes.

## **5.2 - Gestão Técnica Centralizada**

A gestão técnica centralizada obtém-se a partir de sistemas baseados em vários controladores, sendo que entre estes pode haver um ou mais tipos de comunicação ou um dos equipamentos principais conseguir comunicar através de várias linguagens.

Através da comunicação entre os equipamentos e os módulos de comando, os sistemas de gestão técnica centralizada realizam um controlo das variáveis, nomeadamente dos valores de temperatura desejada, qualidade do ar exterior, nível de iluminação entre outras. O módulo principal tem como objetivo o controlo e monitorização das variáveis reunidas por todos os módulos, assim como comunicação com os sistemas de segurança, som, deteção de incêndio, sistemas de rega, etc.

### **5.2.1 Protocolos de comunicação**

Neste projeto, e recorrendo às contingências dos equipamentos, foram utilizados três tipos de comunicação, entre o equipamento principal (EC-BOS que é o web server da distech controls) e os equipamentos instalados ao longo de todo o edifício, sendo estes a comunicação em “ModBus”, “LonWorks” e “BacnetIP”, sendo que esta última utiliza um cabo de “Ethernet” para comunicar e os anteriores apenas necessitam de um cabo de dois condutores trançados revestidos com malha, como se pode ver mais características destes protocolos de comunicação no anexo I.

De forma a poder comunicar com todos os equipamentos, estes foram interligadas como se pode ver na figura que se segue.

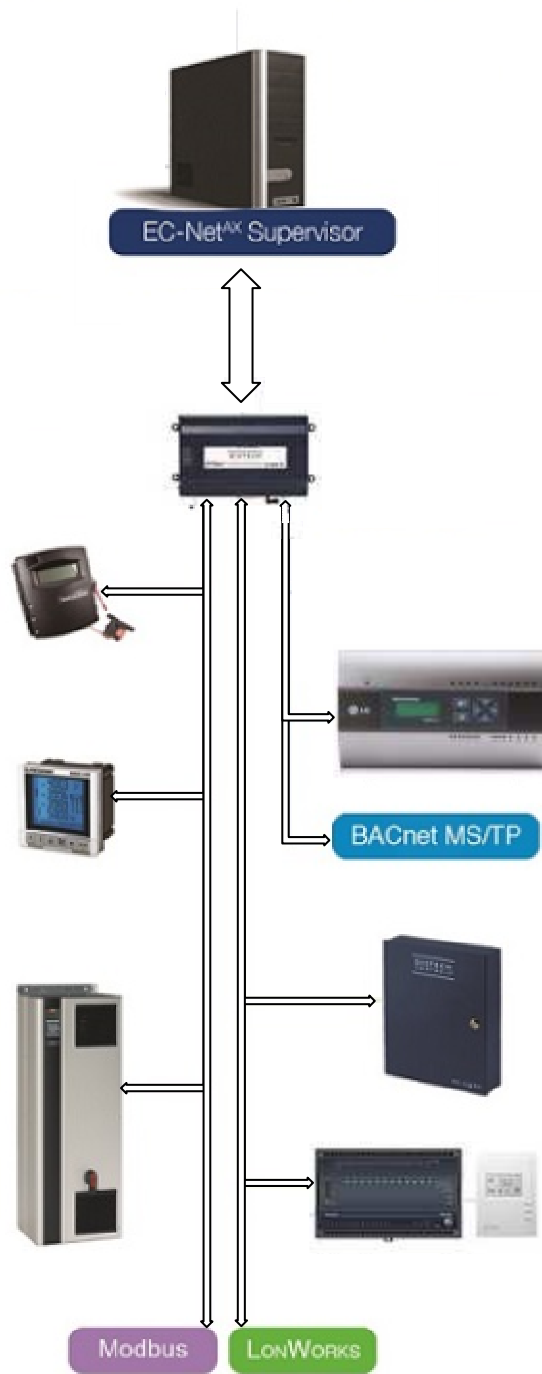


Figura 13 - Esquema de ligação dos diferentes tipos de comunicação

Como se pode verificar na Figura 13, as variáveis dos equipamentos que não comunicam na mesma linguagem, podem por intermédio do equipamento principal, comunicar para que possam em simultâneo criar um melhor e mais estável funcionamento de ambos.

### **5.2.2 Módulos Utilizados**

De forma a obter um bom funcionamento, os módulos de controlo estão dispersos por todo o edifício, colocados próximo dos equipamentos, sendo estes os que oferecem melhor benefício de custo em relação ao custo das cablagens necessárias. Sendo assim, estes módulos são colocados o mais próximo possível dos pontos de comando e dos pontos de aquisição de sinal. Existem vários tipos de módulos, sendo que há diferenças entre estes. Os módulos estão divididos, fundamentalmente, em: ECL, ECC, ECx e EC-LSI, cujas características podem ser encontradas no anexo II.

### **5.2.3 Programas utilizados**

A distech controls utiliza dois softwares para a programação e configuração dos módulos e do seu sistema. Os programas utilizados são o GFX (ver anexo III) que possibilita uma programação a nível dos controladores, em que é possível programar e controlar as entradas e as saídas desses controladores. Por norma estes controladores são os colocados e distribuídos pelo edifício. O outro programa utilizado é o EC-Net-ax (ver anexo III) cuja função é a programação das variáveis que são enviadas entre controladores, assim como a programação de todo o ambiente gráfico, historio e mensagens de erro.

### **5.2.4 Controlo desenvolvido**

De forma a obter um funcionamento mais completo e mais adaptado ao tipo de instalações, e que, em simultâneo, respondesse aos requisitos do cliente, é feita uma programação e um controlo específico para cada um dos módulos programáveis. Numa fase inicial todos os pontos possíveis dos equipamentos são monitorizados e/ou controlados, através das portas de entradas e saídas disponíveis nos módulos explícitos em cima. Numa segunda fase, é elaborada uma programação tendo em conta os pontos disponíveis. Para que o sistema tenha um bom funcionamento, foram programados os módulos que estão responsáveis pelo controlo da “Central Térmica” das “UTANs”, das “VANs” dos “Registos Corta-fogo”, dos “VEXs” e dos “Poços de Bombagem”, assim como a sua respetiva apresentação gráfica para que seja o mais acessível e mais cómodo possível para o utilizador controlar o sistema. Tal como descrito em baixo.

### **Navegação**

De forma a tornar o sistema o mais intuitivo possível para o utilizador, foi criada uma navegação entre as páginas gráficas com a mesma configuração do edifício, ou seja, na página de início o utilizador tem acesso à configuração do edifício, com separação por pisos, tal como é ilustrado na imagem que se segue:

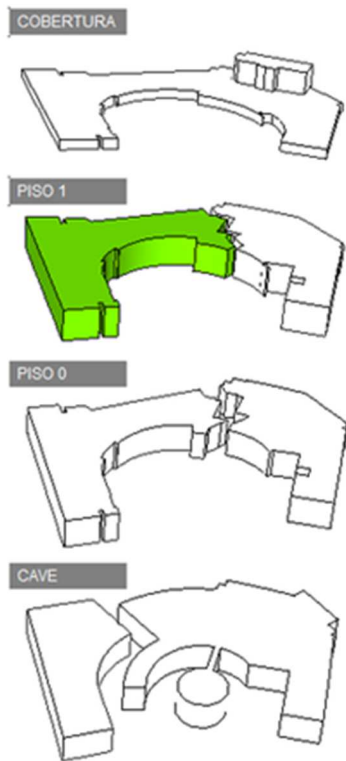


Figura 14 - Navegação através dos pisos do edifício

A partir desta configuração basta o utilizador selecionar o piso/zona pretendida, no qual terá acesso à planta do piso/zona com a respetiva distribuição dos equipamentos, bem como, reencaminhamento para a página de controlo do(s) equipamento(s) contidos em cada zona.

Ao passar com o rato por cima de cada uma das zonas, estas vão ficar a verde para que o utilizador identifique melhor a zona que pretende. Ao entrar em cada uma destas zonas é mostrado a planta da respetiva zona, na qual está indicada a localização dos equipamentos, assim como a identificação de qual é o equipamento que faz a climatização de cada uma das zonas. Aparecendo uma página gráfica idêntica à encontrada na figura em baixo:

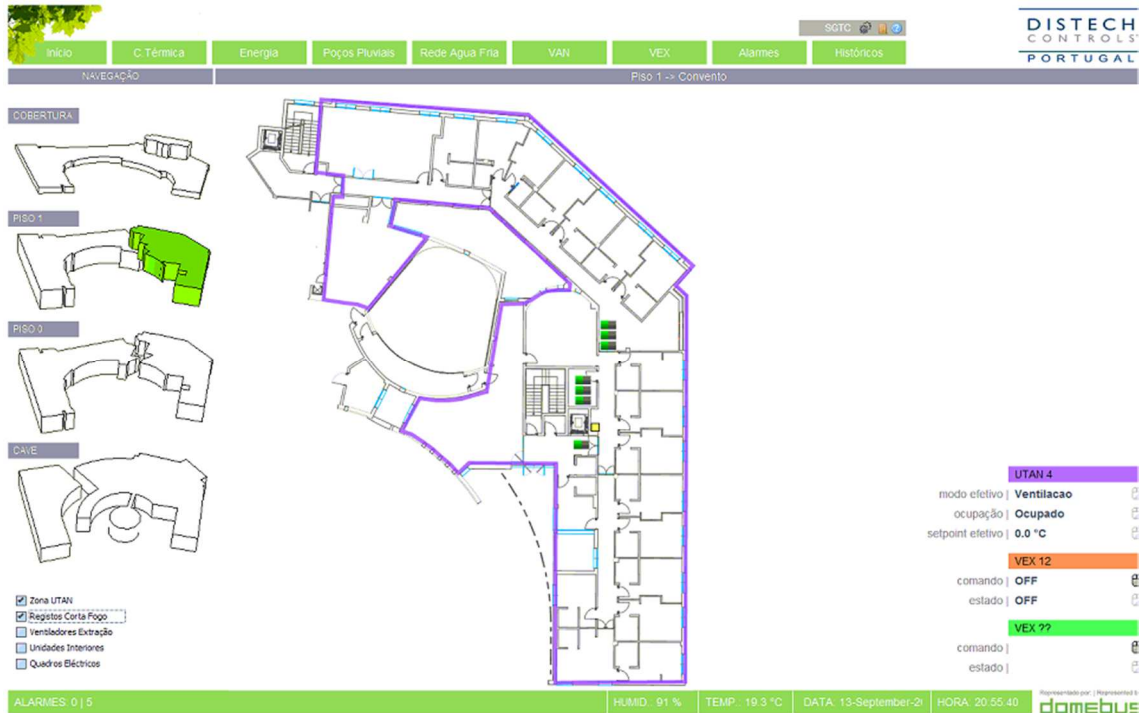


Figura 15 - Visualização de uma das zonas do piso

Tal como a Figura 15 demonstra, ao aceder a respetiva zona é identificada a verde, aparecendo a planta desse mesmo espaço.

Na planta podem ser mostrados quais os espaços climatizados pelas UTANs, a localização dos registos corta-fogo, dos ventiladores de extração, das unidades interiores que funcionam com o sistema de VRV, e a localização dos quadros elétricos. Esta quantidade de informação a ser mostrada na planta é selecionável pelo utilizador, na zona abaixo da configuração do edifício. Na imagem em cima, apenas está mostrado a zona das UTANs e das unidades interiores.

O contorno indica o limite de climatização realizada pela UTAN 4, sendo que também é possível identificar a localização dos registos corta-fogo, assim como saber que os 7 registos encontram-se abertos.

Como alguns sistemas encontram-se separados ao longo do edifício, não faz sentido o utilizador navegar pelo edifício para aceder a esses equipamentos. Desta forma, para além do utilizador poder aceder ao equipamento através da navegação pelas páginas gráficas, foi criada uma barra de separadores que reúnem a informação de alguns equipamentos que estão dispersos pelo edifício, sendo estes os contadores de energia, analisadores de energia, contadores de entalpia, ventiladores de extração, entre outros.

Esta barra de separadores é constituída por hiperligações que direcionam para as respetivas páginas, onde estará reunida toda a informação referente aos equipamentos que a este dizem respeito, sendo que se pode encontrar os seguintes separadores:

Início – hiperligação para voltar para a página que é mostrada por definição quando o utilizador acede ao sistema.

Central Térmica – hiperligação para a central de produção de energia térmica, sendo que terá acesso de monitorização e sobreposição do controlo do algoritmo automático.

Energia – hiperligação para a página de monitorização de todos os analisadores de energia instalados no edifício, assim como todas as informações disponíveis por estes. Monitorização ainda do consumo de água fria e de água quente sanitária por cada uma das zonas do edifício, assim como também possibilita ao utilizador monitorizar a energia térmica produzida por cada um dos sistemas de aquecimento de água (sistema solar térmico, caldeiras).

Poços pluviais – hiperligação para a monitorização dos níveis de água dos poços, assim como monitorização de avarias e de horas de funcionamento de cada uma das bombas dos poços. A alteração de parâmetros de ajuste ao funcionamento também é possível nesta página gráfica.

Rede Água Fria – hiperligação para monitorização de alarmes e de avarias das centrais hidropressoras de água fria, assim como da água a utilizar pelo sistema de extinção de incêndio.

VAN – hiperligação para a página gráfica que permite a monitorização de estados de funcionamento e de avarias ocorridas nos Ventiladores de Ar Novo, assim como a possibilidade de comando e de programação de horas de funcionamento.

VEX – hiperligação para a página gráfica que permite a monitorização de estados de funcionamento e de avarias ocorridas nos Ventiladores de Extração, assim como a possibilidade de comando e de programação de horas de funcionamento.

Alarmes – hiperligação para a monitorização da página que reúne todos os alarmes gerados pelo sistema, assim como a possibilidade do utilizador poder extinguir esses alarmes, dando informação de conhecimento destes.

Histórico – hiperligação para a página gráfica de construção de históricos. Nesta página o utilizador pode construir gráficos com o histórico de uma ou mais variáveis do sistema em simultâneo.

### **Central Térmica**

Esta central é responsável apenas pelo aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS), para o piso radiante e para o recuperador da capela. Ao aceder à central térmica é possível identificar o sistema responsável pela produção de água quente (duas caldeiras e quadro grupos de painéis solares térmicos), bem como, monitorizar estados e alarmes. Existe ainda um armazenamento de água aquecida em três depósitos, sendo a sua distribuição para as águas quentes sanitárias realizada através de duas bombas circuladoras. Estando este sistema encadeado como mostrado na imagem que se segue:

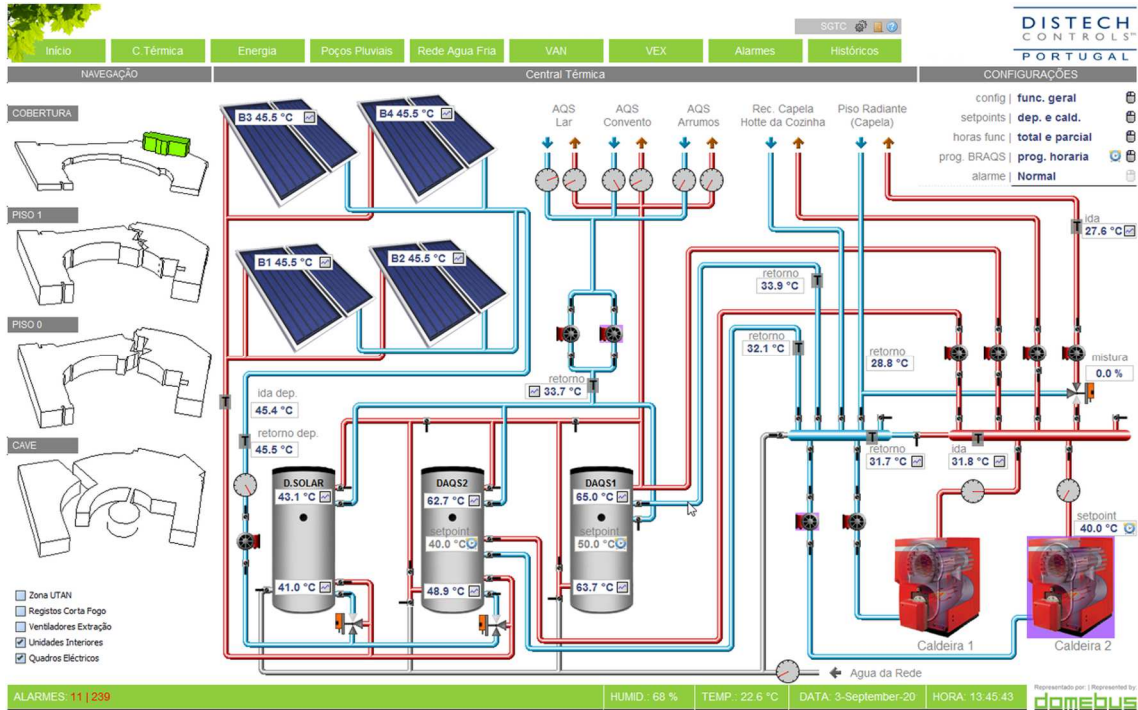


Figura 16- página de visualização e controlo da central térmica

A estes equipamentos existentes na central térmica é possível monitorizar os estados de funcionamento dos equipamentos, e os respetivos alarmes, assim como a monitorização de uma grande quantidade de pontos estratégicos ao longo de toda a tubagem da central térmica.

Esta página da central térmica está implicitamente dividida em 6 zonas, sendo que umas servem apenas de monitorização e outras de comando e controlo, sendo estas zonas as que se mostram na imagem que se segue.

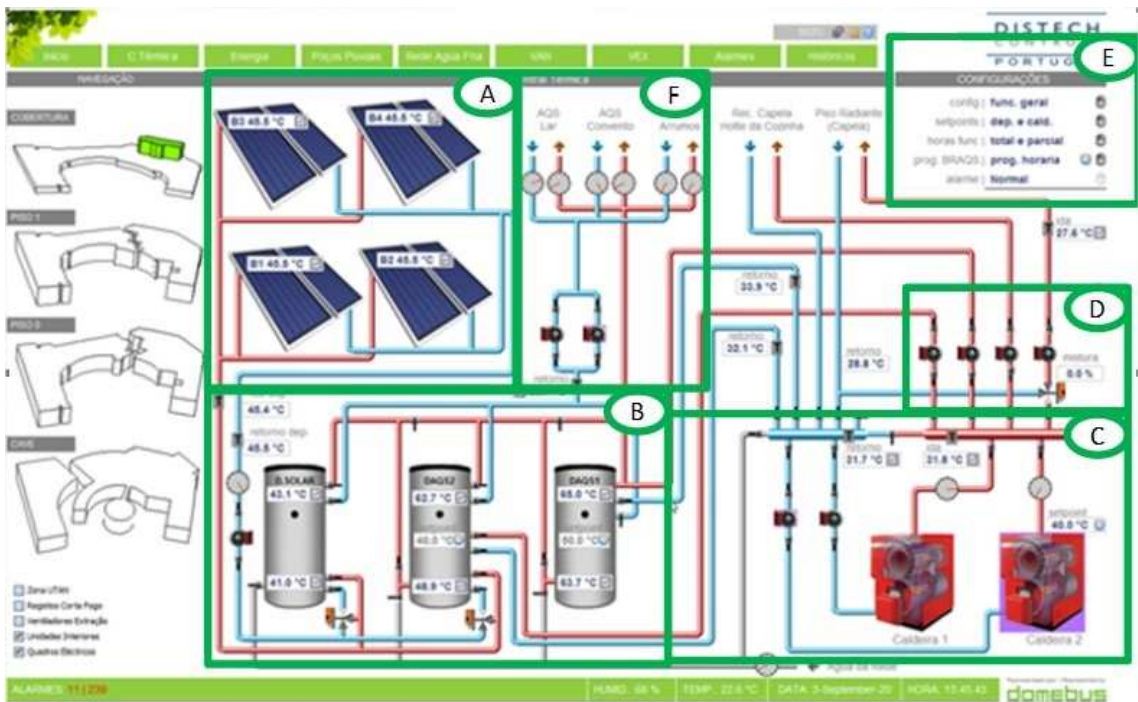


Figura 17 - identificação das zonas da central térmica

“A” – Monitorização dos valores de temperatura relativos a cada um dos grupos dos painéis solares térmicos;

“B” – Monitorização dos valores da temperatura superior e inferior, assim como o comando do setpoint a atingir por cada um dos depósitos de água para as instalações sanitárias;

“C” – Monitorização do estado das caldeiras, das temperaturas dos coletores, e comando das caldeiras com as respetivas bombas circuladoras;

“D” – Monitorização e comando das bombas circuladoras para os circuitos alimentados pelo coletor, sendo estes o piso radiante, a bateria do recuperador da capela, a bateria da compensação da hotte da cozinha e depósitos de águas quentes sanitárias;

“E” – configurações de funcionamento do sistema e monitorização de alarmes.

Func. Geral – as configurações gerais de funcionamento permitem alteração de temperaturas de funcionamento, sendo estas as temperaturas máximas e mínimas que o solar pode colocar nos depósitos, temperaturas para anti-gelo nos painéis solares, entre outros, também é possível alteração de tempos de funcionamento, nomeadamente tempo de desbloqueio, tempo de alternância das bombas circuladoras da água quente sanitária, entre outros;

Setpoints – configurações do setpoint que as caldeiras devem garantir no depósito de água quente sanitária 1 e 2 (DAQS1 e DAQS 2);

Horas func. – monitorização das horas de funcionamento de cada uma das bombas circuladoras existente na central térmica, assim como a monitorização do estado e número de arranques efetuados;

Prog. BRAQS – programação horária semanal dos arranques das bombas de retorno das águas quentes sanitárias;

Alarme – monitorização de alarmes existentes na central térmica.

“F” – monitorização dos consumos de águas quentes sanitárias para cada uma das zonas do edifício, assim como a monitorização do valor dos contadores de ida e de retorno das AQS. Monitorização e comando das bombas circuladoras de AQS.

O sistema solar térmico tem possibilidade de aquecer o depósito DAQS2 e/ou DAQS3. Sempre que existir vantagem térmica entre o sistema solar e um destes depósitos é comutada a electroválvula, dando sempre prioridade ao depósito DAQS2<sup>6</sup>. Quando a vantagem térmica é muito grande<sup>7</sup>, o sistema solar térmico vai aquecer os dois depósitos em simultâneo (DAQS2 + DAQS3). Caso o sistema solar térmico não satisfazer as necessidades de água aquecida, as caldeiras têm um setpoint mínimo definido para garantir água quente no depósito 1 e 2 (DAQS1 e DAQS 2).

As duas caldeiras operam em função dos pedidos do sistema, produzindo água quente para os coletores. Como as caldeiras são de potências térmicas diferentes, estas foram controladas para funcionarem por estágios e não por alternância. Os pedidos do sistema têm pesos diferentes de acordo com o seu consumo energético.

---

<sup>6</sup> Prioridade é sempre dada ao depósito que está mais próximo do local de consumo, que neste caso é a tubagem que vai para dentro do edifício.

<sup>7</sup> É considerada que a vantagem térmica é muito grande quando esta diferença de temperatura ultrapassa a capacidade de permuta das serpentinas interiores dos depósitos.

As bombas circuladoras associadas ao coletor de água quente funcionam de acordo com os pedidos do sistema a que estão ligadas. As bombas associadas às caldeiras funcionam sempre que a caldeira se mantiver a aquecer para forçar a circulação da água. Após a caldeira deixar de aquecer a água, a bomba mantém-se a circular a água para dissipar a energia ainda existente dentro da caldeira. As bombas de retorno de água quente sanitária (BRAQS) funcionam em função da programação horária definida na área “E” e param quando a temperatura de retorno das águas quentes sanitárias atinge uma temperatura configurável (~35°) desta forma garante-se que a água em toda a tubagem está pelo menos á temperatura que chega ao retorno.

## UTAN

O sistema de gestão será responsável por todo o funcionamento da UTAN, quando em modo automático, garantindo o número de renovações de ar das respetivas zonas, de acordo com o projetado. Contudo, ao aceder à página desta unidade o utilizador encontra a constituição e o princípio de funcionamento do equipamento, no qual tem representado a unidade de tratamento de ar com monitorização contínua do estado das variáveis recolhidas pelo sistema (estados e/ou alarmes), assim como, possibilidade de comandar a unidade por intermédio de programações horárias ou por comandos diretos do utilizador através do sistema, tal como está representado na imagem em baixo:



Figura 18 - página de visualização e controlo de uma UTAN

Assim fica disponível a interação do utilizador para sobreposição ao algoritmo automático de funcionamento aplicado e ainda comandos manuais de sobreposição com duração de minutos ou horas, sobre o modo de AVAC, ocupação e setpoints, entre outros comandos.

## VAN

O Ventilador de Ar Novo é um equipamento que faz a insuflação de ar novo para o(s) respetivo(s) espaço(s), sendo que este ar antes de entrar no edifício é climatizado, de forma a tornar o ar confortável e evitar que o espaço seja desclimatizado. Este equipamento não tem retorno, servindo na maioria das vezes para efetuar a compensação do ar extraído das casas de banho, ou mesmo para a compensação da hotte da cozinha.

A página gráfica elaborada é a que se segue, com a visualização dos comandos e estados das “VANS” instaladas no edifício.



Figura 19 - página de visualização e controlo de uma VAN

Desta forma pode identificar-se a bateria de climatização do ar exterior, assim como o ventilador. Esta bateria é controlada por um sistema de VRV independente.

## VEX

Um equipamento “VEX” é um Ventilador de Extração. Este equipamento é utilizado para a extração do ar das casas de banho, nomeadamente dos odores. Este equipamento é composto apenas por um ventilador acoplado à respetiva conduta, tendo apenas um comando ou uma programação horária definida. Na respetiva visualização pode ser observado o estado de funcionamento, assim como a existência de alarme do disparo térmico que protege o motor do ventilador.

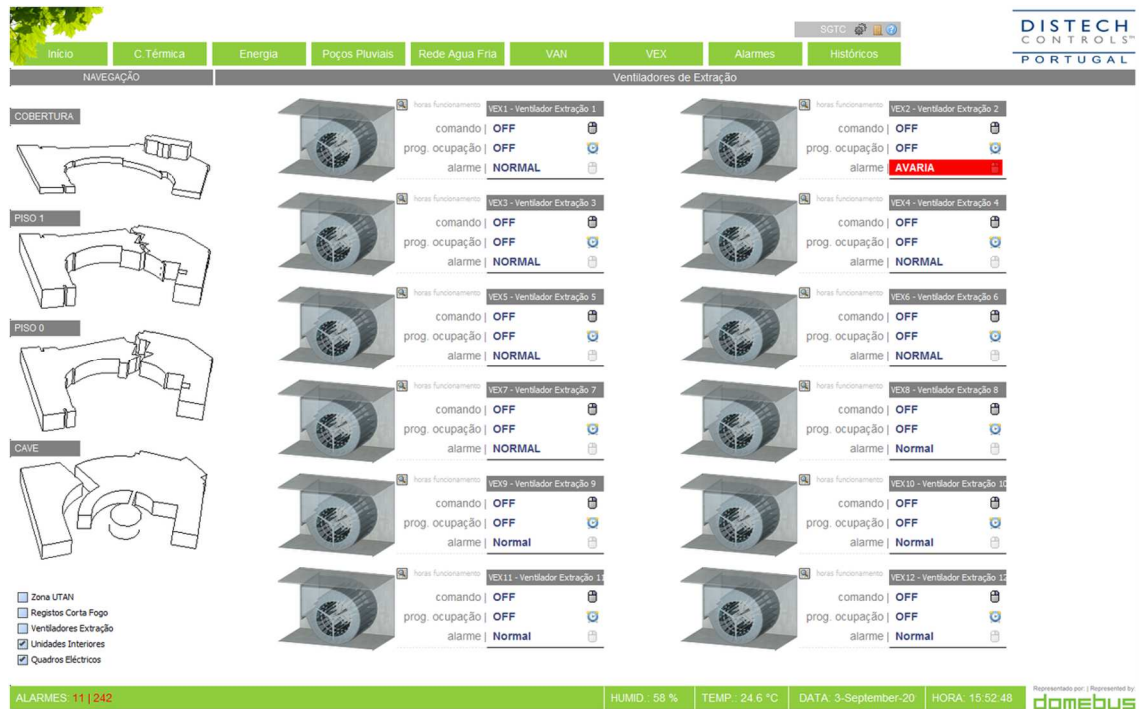


Figura 20 - página de visualização e controlo dos ventiladores

Nesta figura pode ser identificada a monitorização e comando de 12 ventiladores de extração, estando estes dispersos pelo edifício, sendo que pode ser identificado no exemplo do ventilador “VEX 2 – Ventilador de Extração 2” um alarme do disparo térmico. Como a página gráfica é animada, no caso de os ventiladores estarem a funcionar, estes são animados com movimento circular nas pás do ventilador.

Cada um dos ventiladores existentes tem o seu respetivo campo de programação e monitorização, sendo estes campos os seguintes:

**Comando** – função de comando, envia ordem de funcionamento para o ventilador. Este valor será sobreposto ao valor definido na programação.

**Prog. ocupação** - programação horária semanal do funcionamento do respetivo ventilador.

**Alarme** – indicação de alarme do respetivo ventilador, este alarme pode ser gerado devido a ter um estado diferente do comando, ou por disparo do disjuntor motor instalado no respetivo quadro elétrico.

No ícone das horas de funcionamento é indicado as horas de funcionamento de cada um dos ventiladores individualmente, assim como o número de arranques totais e parciais.

## VRV

O sistema de VRV é um sistema integrado, ou seja, este sistema foi um sistema instalado pelo fabricante, sendo que apenas são disponibilizadas variáveis de monitorização e controlo. Este sistema está instalado em todas as máquinas de ar condicionado interiores (salas de estar, quartos, etc), tendo um controlador local para o comando destas máquinas.

Para a integração deste sistema, foi representado em cada um dos espaços o equipamento instalado, com a monitorização do estado e algum controlo deste no ambiente gráfico. Nesta página gráfica pode ser monitorizado o estado, a temperatura a que se encontra o espaço, a temperatura de setpoint, assim como a velocidade a que está o ventilador, como se pode identificar na imagem que se segue:



Figura 21 - página de visualização de uma unidade de VRV

Para além da monitorização nesta página gráfica, é possível também definir o modo de funcionamento, fazer uma programação horária para ligar e desligar o equipamento, e fazer o bloqueio total ou parcial ao comando local, inibindo o utilizador local de alterar certos parâmetros. O bloqueio do on/off permite inibir o utilizador local de ligar ou desligar o equipamento, assim como o bloqueio do modo inibe de alterar o modo de funcionamento, e de igual forma para as velocidades do ventilador.

Na parte inferior pode ser visualizada a programação horária definida para o presente dia do modo de funcionamento, setpoint e on/off do equipamento, tendo o utilizador acesso a alterar esta programação.

### **Pocos de bombagem**

De forma a rentabilizar ao máximo as águas pluviais para usar no sistema de rega, esta água é depositada em tanques subterrâneos (poços). Na página gráfica, demonstrada na figura abaixo, é possível monitorizar e comandar as bombas de cada um destes poços, sendo que é possível a monitorização das horas de funcionamento de cada uma das bombas.

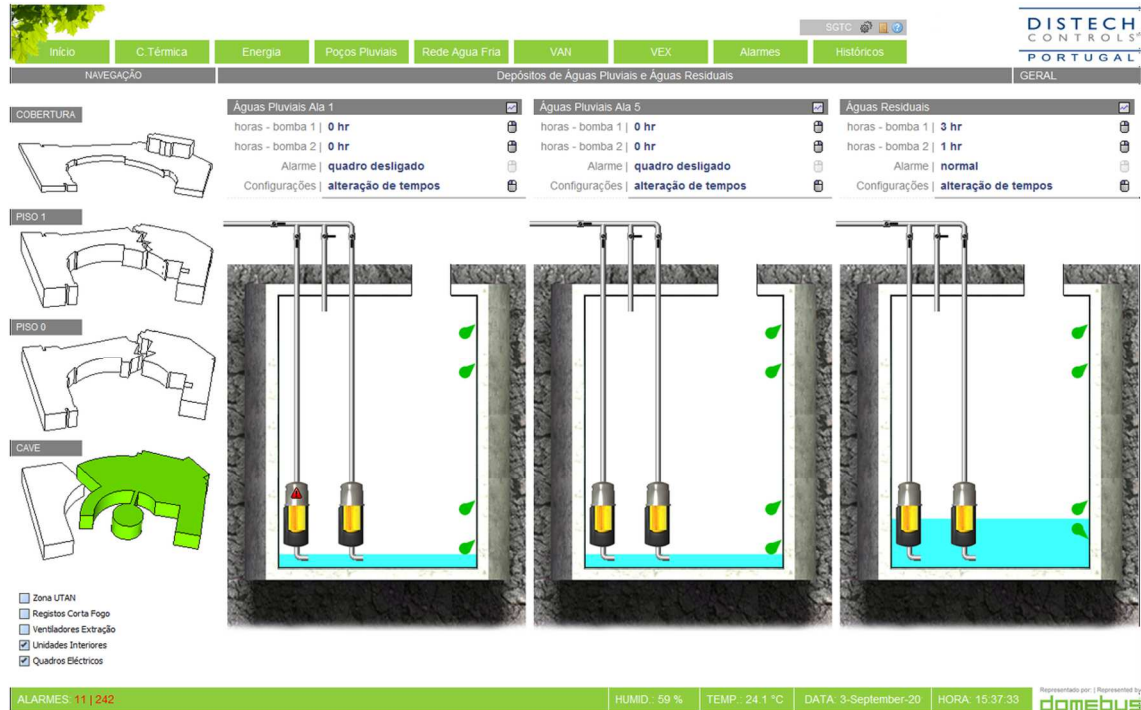


Figura 22 - página de visualização e controlo dos poços pluviais

Tal como pode ser observado na imagem acima, em cada um destes poços existem duas bombas, que foram programadas de forma a funcionarem por alternância, sendo que esta alternância é por horas de funcionamento e não por número de arranques, ou seja, só quando uma das bombas atingir um número de horas acumuladas definido é que a outra bomba entra em funcionamento. Os comandos de funcionamento das bombas são enviados de acordo com a quantidade de água existente nos tanques. Para saber se a água atingiu ou não um determinado nível são utilizados boiadores. Estes boiadores enviam um sinal para os módulos sempre que a água está num nível superior a este. Desta forma são usados quatro boiadores (tal como mostra na imagem) para poder fazer um bom controlo deste sistema. O boiador mais a baixo serve para informar que a água passou um nível mínimo, e é utilizado para impedir que as bombas funcionem, o segundo boiador informa de um nível mais acima, o que indica que o poço encheu, e convém esvaziar, fazendo ligar uma bomba, se a água chegar a um nível mais acima (terceiro boiador) este faz ligar as duas bombas para que não se corra o risco de o poço encher por completo e vazar fora<sup>8</sup>. O quarto e último boiador é utilizado para alarme, sendo que este emite um alarme no ambiente gráfico para que o utilizador seja informado e que se desloque ao local para tomar medidas, também é acionado um sinal sonoro através de uma buzina instalada no local, para que possa também chamar à atenção do sucedido.

Ainda na página gráfica pode-se visualizar as horas de funcionamento de cada uma das bombas, assim como eventuais alarmes gerados pelas bombas (nomeadamente disparos térmicos). Configuração de tempos de funcionamento também são possíveis, especialmente o tempo mínimo de funcionamento, o tempo de alternância e o tempo de anti bloqueio.

<sup>8</sup> Estes poços estão subterrados debaixo do edifício, tendo o seu acesso dentro do edifício, caso vazassem fora iria vazar para dentro do edifício.

## Energia

Este edifício possui analisadores de energia em várias localizações do edifício, fazendo um total de treze analisadores de energia. Ainda, para além dos analisadores de energia, estão instalados três contadores de entalpia para monitorizar a energia produzida por cada uma das caldeiras e pelo sistema solar térmico. Contadores volumétricos também foram instalados para monitorização de consumos de água, sendo que estes estão associados à contagem de água geral do edifício, contagem de água fria para cada uma das zonas do edifício e, ainda, contagem de água quente sanitária que vai e que retorna de cada uma das zonas, de forma a poder contabilizar o consumo de água quente sanitária de cada zona autonomamente.

Para que esta informação pudesse ficar o mais acessível possível ao utilizador foi criada uma página gráfica que mostra os consumos de todos estes equipamentos de medida, tal como se pode identificar na imagem em baixo:



Figura 23 - página de visualização dos consumos de energia

Na primeira coluna pode ser identificado os consumos de energia elétrica associados a cada uma das partes do edifício. Numa segunda coluna pode encontrar-se a contagem da energia ativa total em cada um dos analisadores de energia elétrica, sendo que ao clicar em cima de cada um dos valores de energia, o utilizador tem acesso a toda a informação disponível pelo equipamento, sendo esta o valor das correntes elétricas em cada uma das fases, assim como as potências, o nível das tensões, fator de potência, energia aparente e energia reativa, entre outras informações, tal como é apresentado na imagem que se segue:



Figura 24 - página de visualização detalhada da informação de um analisador de energia

Nesta janela apresentada ao utilizador ainda é possível visualizar valores medidos anteriormente através de links diretos aos históricos de cada um dos valores apresentados, sob a forma de gráficos de escala temporal.

Nos links dos valores dos contadores volumétricos, assim como nos contadores de entalpia são apresentados ao utilizador as janelas que informam do consumo do presente dia, mês, ano, assim como do dia, mês e ano anteriores. De igual forma, em todos estes valores o utilizador tem acesso aos históricos.

### **Registos corta-fogo**

Os registos corta-fogo instalados ao longo do edifício, em locais estratégicos são monitorizados nas páginas gráficas. Nas plantas de navegação são assinalados os locais onde estes registos estão instalados como mostra na figura que se segue:



Figura 25 - página de visualização navegação de uma zona de um piso do edifício

Na imagem em cima está uma parte da planta do edifício, com a localização dos registos corta-fogo. Nesta planta, é informado também o estado dos registos corta-fogo. Estes registos podem ter 3 estados distintos, “ABERTO”, “FECHADO” ou “NÃO ABERTO” e “NÃO FECHADO”, sendo este último a ausência dos dois anteriores, o que poderá acontecer em caso de comutação de estado<sup>9</sup> ou em caso de anomalia. A indicação dos 3 estados é a que se pode identificar na imagem que se segue.

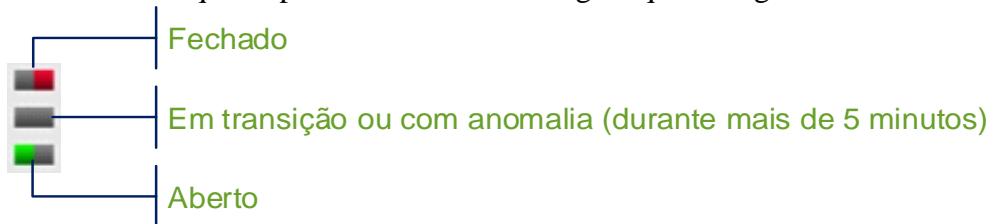


Figura 26 - simbologia utilizada na sinalização dos registos corta-fogo

<sup>9</sup> Devido a já não estar aberto mas ainda não ter atingido o estado de fechado

## Capítulo 6 - Conclusões

O facto do estágio se ter desenvolvido no âmbito do acompanhamento de um projeto de gestão técnica de um sistema AVAC, foi uma experiência, do ponto de vista pessoal e profissional, muito enriquecedora, pois permitiu conhecer novas realidades, novos conceitos e em simultâneo expandir os conhecimentos dentro desta área que está cada vez mais em requisito nos edifícios.

A elaboração do estágio, a nível profissional foi muito vantajosa, pois permitiu a aprendizagem e utilização de novos sistemas de controlo, assim como os respetivos programas. A nível de instalações elétricas também foi muito vantajoso, pois para além dos conhecimentos teóricos adquiridos, adquiri também conhecimentos práticos de matérias dadas no curso.

O estágio desenvolvido na Jorinstel em parceria com a empresa Domebus foi uma experiência muito enriquecedora sendo, por tudo isto, um privilégio desenvolver um estágio nestas empresas qualificadas e conceituadas no mercado, que levou à concretização dos objetivos pessoais e profissionais que tinham sido inicialmente estabelecidos.

Com a realização deste relatório de estágio, é de realçar que hoje em dia mesmo no planeamento dos grandes projetos também surgem imprevistos que condicionam os prazos da execução das várias fases de projeto.

A realização desta experiência de trabalho foi muito gratificante, pois aumentou os meus conhecimentos a nível prático para além do adquirido no curso.

A área de aquecimento, ventilação e ar condicionado, é uma área vasta, pois engloba vários sistemas e a otimização destes depende maioritariamente do tipo de arquitetura, dos equipamentos utilizados e do modo de aplicação destes equipamentos, que será diferente dependendo do tipo de espaço a climatizar. Esta área é um pouco desconhecida por muitos projetistas, o que por vezes leva a uma projeção de sistemas do tipo Split ou Multi-split em que não existe um controlo otimizado e centralizado mas sim um controlo apenas para um conforto local, atuando independentemente de zona para zona.

Um sistema de gestão técnica centralizada é um sistema muito vantajoso, pois para além de este sistema poder integrar outros sistemas de forma a controlá-los, possui diversos módulos, que podem adquirir todos e quaisquer sinais de estados de variáveis externas, e que podem comandar e controlar os equipamentos de forma linear e contínua.

## Capítulo 7 - Bibliografia

- [1] C. E. a. Development, “HVAC Variable Refrigerant Flow Systems,” CED engineering, Nova York.
- [2] Daikin, “Daikin,” Daikin, 2015. [Online]. Available: <http://www.medicalexpo.com/prod/daikin-europe/air-cooled-water-chillers-healthcare-facilities-79472-494752.html>. [Acedido em 16 02 2015].
- [3] AValco, “AValco,” AValco, 2015. [Online]. Available: <http://www.valgroup.es/familia/calefaccion/350/>. [Acedido em 16 02 2015].
- [4] Archiproducts, “Archiproducts,” Archiproducts, 2013. [Online]. Available: <http://www.archiproducts.com/pt/produtos/155494/hydronic-systems-ventiloconvector-embutida-fwf-ventiloconvector-daikin-air-conditioning-italy-s-p-a.html>. [Acedido em 16 02 2015].
- [5] SOLARWATERS, “SOLARWATERS,” SOLARWATERS, 2006. [Online]. Available: <http://www.solarwaters.pt/aquecimento-central-por-piso-radiante-a-agua>. [Acedido em 16 02 2015].
- [6] “rulis-electric,” opus 5, 2009. [Online]. Available: [http://www.rulis-electrica.com/fileadmin/user\\_upload/content/images/suelo\\_radiante/4.2.1-2\\_02\\_Calefaccion\\_por\\_suelo\\_radiante\\_-\\_Clientes\\_-\\_02.jpg](http://www.rulis-electrica.com/fileadmin/user_upload/content/images/suelo_radiante/4.2.1-2_02_Calefaccion_por_suelo_radiante_-_Clientes_-_02.jpg). [Acedido em 20 05 2014].
- [7] C. GASPAR, “EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA,” ADENE, Gaia, 2004.
- [8] I. &. Cites, “Eficiência Energética,” Siemens, 2012.
- [9] C. E. C. F. Almeida, 02 2010. [Online]. Available: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57521/1/000142399.pdf>. [Acedido em 2015 01 2015].
- [10] P. Nunes, “Conceitos e Temas Associados aos Edifícios”.
- [11] Decflex, “Decflex - equipamentos de ventilação,” 2014. [Online]. Available: <http://www.decflex.com/engine.php?cat=66>. [Acedido em 19 08 2014].
- [12] Jorinstel, “Jorinstel,” Relógio, 2011. [Online]. Available: <http://www.jorinstel.pt/>. [Acedido em 10 06 2014].
- [13] D. Controls, “Distech Controls,” 2014. [Online]. Available: <http://www.distech-controls.eu/pt/Sobre-Nos/Distech-Controls>. [Acedido em 10 06 2014].
- [14] V. A. Souza, “O Protocolo Modbus,” Vitor Amadeu Souza.
- [15] W. D. &. C. -. A. LTDA, “WEG Drives & Controls,” 2012. [Online]. Available: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-cfw-11-manual-da>

- comunicacao-bacnet-10000795961-manual-portugues-br.pdf. [Acedido em 18 02 2015].
- [16] Kayako, “activelogix,” 16 05 2014. [Online]. Available: <http://activelogix.helpserve.com/News/NewsItem/View/133/distech-controls--ecl-203-and-ecb-203-models-now-available-with-environmental-protection>.
- [17] D. C. Inc., “Datasheet ECL-300 Series,” Distech Controls Inc., 2012.
- [18] D. C. Inc., “Datasheet ECL-600 Series,” Distech Controls Inc., 2012.
- [19] D. C. Poland, “archiwum,” Distech Controls Poland, 2010. [Online]. Available: [http://www.archiwum.distech.pl/dok\\_techiczna/ECC-520](http://www.archiwum.distech.pl/dok_techiczna/ECC-520).
- [20] O. S. LTD, “<http://one-sightsolutions.com/>,” One Sightsolutions LTD, 2014. [Online]. Available: <http://one-sightsolutions.com/tridium-announce-jace-3/>. [Acedido em 13 09 2014].
- [21] D. Controls, *EC-Net-AX-3.7.106 User Guide*, Distech Controls Inc., 2012.
- [22] D. Controls, *EC-Net-AX-3.7.106 Platform Guide*, Distech Controls Inc., 2012.
- [23] P. R. Cardinali, “trabalhosfeitos,” Paulo Roberto Cardinali, 11 2012. [Online]. Available: [http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Lonwork/461967.html?\\_p=2](http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Lonwork/461967.html?_p=2). [Acedido em 19 08 2014].
- [24] J. C. D. S. MACAU, “Acompanhamento e caracterização do desempenho de uma UTA baseada em tecnologia DEC assistida por energia solar,” ISEL, Lisboa, 2009.
- [25] R. Educativos, “Recursos Educativos,” 2014. [Online]. Available: <http://finslab.com/enciclopedia/letra-b/bacnet.php>. [Acedido em 2015 01 2015].



# ANEXOS



# ANEXO I



Neste anexo são descritas as características principais dos protocolos de comunicação: Modbus, LonWorks e BknnetIP.

## ModBus

Criado pela Modicon – fabricante de equipamentos - em 1979, o protocolo Modbus é um dos protocolos mais antigos e usados na área industrial, em redes de Programmable Logical Controllers (PLC) para aquisição de sinais de instrumentos e comandar atuadores.

O ModBus pode utilizar o RS-232, RS-485 ou Ethernet como meios físicos. Este protocolo possui comandos para enviar dados discretos<sup>10</sup> – as entradas e saídas digitais – ou numéricas<sup>11</sup> – entradas e saídas analógicas.

O protocolo ModBus é um modelo de comunicação do tipo mestre-escravo ou cliente-servidor. Por outras palavras, quer isto dizer que uma estação escravo não deve iniciar nenhum tipo de comunicação no meio físico se não tiver sido ordenado pela estação mestre. Por exemplo, a estação mestre - em norma um PLC - envia mensagens a solicitar aos escravos que lhe enviem os dados lidos pela instrumentação ou envia sinais a serem escritos nas saídas, para o controlo dos atuadores ou registadores. **NA Error! Reference source not found.** mostra um exemplo de rede ModBus com um mestre (PLC) e três escravos (módulos de entradas e saídas (E/S)). Em cada ciclo de comunicação, o PLC lê e escreve valores em cada um dos escravos.

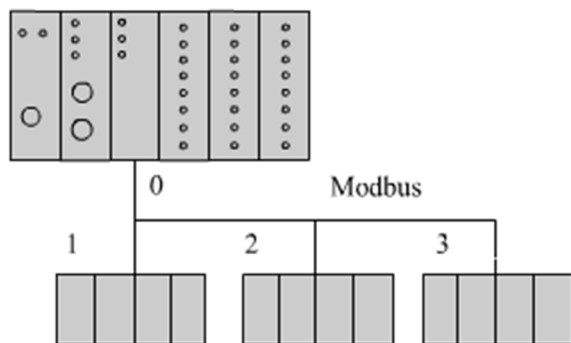


Figura 27 – Diagrama de mestre/escravo da comunicação ModBus

A comunicação em ModBus obedece a um *frame* que contém o endereço do escravo, o comando a ser executado, dados complementares e uma verificação de consistência de dados.

O modo de transmissão de série para a rede ModBus, define o conteúdo e a forma como a informação da mensagem a ser transmitida na rede irá ser empacotada na mensagem e descompactada. São então empregues dois modos de transmissão: o ASCII Mode e o RTU Mode.

No modo de transmissão ASCII - (American Standard Code for Information Interchange – os dados são codificados e transmitidos através de caracteres. Cada byte é

---

<sup>10</sup> Dados discretos são dados que apenas se representam como números inteiros, ou seja, estes dados são usados para variáveis de seleção como é o exemplo do modo (1-ligado, 2- desligado) ou nível de ocupação (0-desocupado, 1-ocupado, 2 – standby).

<sup>11</sup> Dados numéricos são dados adquiridos por sondas de temperatura ou humidade, em que possa ter todos os valores que pertença aos números reais, sendo que este limite pode ser limitado pelo equipamento ou pelo número de bits utilizados na comunicação.

transmitido através de dois caracteres. Apesar de as mensagens ficarem mais legíveis para as pessoas, este modo é o que consome mais recursos da rede.

Já o modo de transmissão RTU - Remote Terminal Unit – é o módulo de transmissão onde endereços e valores são representados em formato binário. Em que cada mensagem de 8 bytes possui 2 caracteres hexadecimais de 4 bits.

### **Quadro de mensagens**

O quadro de mensagens é usado para marcar o início e o final da mensagem. Permite, assim, que o dispositivo recetor saiba qual o dispositivo emissor e quando a mensagem está completa. Quando uma mensagem MODBUS é colocada no quadro, esta é transmitida para o dispositivo. Cada palavra é colocada num quadro que adiciona um start-bit, stop bit e bit de paridade.

No modo ASCII, a palavra tem 7 bits de tamanho. No modo RTU a palavra é de 8 bits. Contudo, os 8 bits da mensagem RTU são na verdade 11 bits quando adicionado o bit de start, stop e paridade neste quadro.

### **Função do Modbus**

A função do código de campo da mensagem é colocar dois caracteres (no modo ASCII), ou 8 bits (no modo RTU) e que digam ao escravo o que este deve fazer.

### **Campo de dados do ModBus**

O campo de dados disponibiliza ao escravo a informação necessária para este completar a ação designada. Os dados são formados de bytes de caracteres múltiplos - um par de caracteres ASCII no modo ASCII -, ou de dois dígitos hexadecimais no modo RTU, na faixa de “00h” até “FFh”.

Os dados incluem normalmente registadores de endereços, contadores de valores e escrita de dados. Quando nenhum erro é detetado, o campo de dados da resposta do escravo devolve o pedido de dados. Se alguns erros ocorrem, o campo de dados retorna um código de exceção que a aplicação mestre pode usar para determinar a próxima ação a tomar. [14]

## **LonWorks**

O LonWorks é um protocolo de rede dirigido ao desempenho e confiabilidade de aplicações de controlo. É usado em todo o mundo e foi criado em 1990 nos EUA pela Echelon Corporation. Esta comunicação funciona sobre par trançado.

Nasceu de um grande conjunto de protocolos e sistemas chamados Fieldbus, criados com a necessidade de reduzir os custos e aumentar a qualidade em automação industrial. O padrão analógico de 4-20mA foi criado na década de 1960, e precisava de um par de fios blindados para cada sensor/atuador. Graças à adoção de uma rede, foi reduzida a complexidade, os custos e aumentou-se a qualidade dos circuitos de controlo.

No ano de 1999 o protocolo de comunicações – LonTalk – foi submetido ao ANSI, o qual aceitou o LonWorks como padrão para redes de controlo. O protocolo é também uma derivação do padrão de BACnet para a automatização de edifícios.

De acordo com as estatísticas da Echelon Corporation, entre os fabricantes de várias áreas, tais como: construção civil, transportes, automação industrial e outros, já existem 60 milhões de dispositivos instalados com a tecnologia LonWorks como padrão.

A tecnologia LonWorks possui um protocolo chamado LonTalk que implementa as sete camadas do modelo OSI – Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos – e possui mecanismos que impedem a modificação acidental ou intencional. Inclui também características como: funções de reconhecimento, comunicação, prioridade na transmissão, detecção de mensagens duplicadas, retransmissão automática, detecção e correção de erros, padronização e identificação do tipo de dados.

São previstos dois tipos de camadas físicas no protocolo, as redes dedicadas por par trançado e a comunicação por linha de energia. Quando baseada em rede dedicada, opera em 78kbit/s usando Manchester diferencial<sup>12</sup>. Enquanto a versão que utiliza a linha de energia opera em 5.4 ou 3.6 kbit/s.

É também um protocolo aberto que permite a qualquer companhia coloca-lo no processador que deseja. Significa que as aplicações que requerem processadores de 16 ou 32 bits não necessitam de um programa de interface para o microprocessador.

A plataforma LonWorks é utilizada em diversas aplicações que abrangem Edifícios e Cidades Inteligentes e Smart Grid:

- **Edifícios Inteligentes** – controlos de climatização, controlos de elevador/escadas rolantes, irrigação, iluminação e segurança;
- **Cidades Inteligentes** – iluminação pública, autocarros e sistemas de metro;
- **Smart Grid** – medição avançada, resposta à procura e automação da distribuição;

Outros controlos inteligentes:

- **Automação Comercial** – distribuição de bebidas, gerenciamento de pecuária, instrumentação médica, automação de máquinas de escritório, de supermercado, de monitorização de pacientes, automação de restaurante;
- **Automação Industrial** – diagnóstico de placas de circuito, fabricação de papel, impressão de alta velocidade, controlo de ativos
- **Transporte de passageiros e transporte ferroviário de mercadorias** – sinalização e iluminação.

## **BacnetIP**

BACnet, abreviação de "Building Automation Control Network", é um protocolo padrão definido por ANSI/ASHRAE/ISO Standard 135-2004. O protocolo define um modelo de sistema de automação em edifícios, que descreve a interação entre dispositivos e sistemas. O protocolo define os dados e comandos estruturados em um modelo orientado a objeto, os serviços que descrevem o acesso aos dados e uma arquitetura de rede flexível.

---

<sup>12</sup> Na codificação bifásica de nível, também conhecida por "Manchester", os bits 1 produzem uma transição de nível elevado para baixo a meio do bit e os bits 0 produzem transições de nível baixo para nível elevado também a meio do bit.

BACnet foi projetado para permitir a comunicação da construção de sistemas de automação e controlo para aplicações tais como aquecimento, ventilação e controlo de ar-condicionado, controlo de iluminação, controlo de acesso e sistemas de deteção de incêndio e respetivo equipamento. O protocolo BACnet fornece mecanismos para dispositivos de automação de construção informatizado de troca de informações, independentemente da prestação de construção especial que executam. Uma boa comunicação entre os dispositivos de automação é fundamental para maximizar a eficiência energética do edifício, a qualidade do ar interior, e outros aspetos de edifícios "verdes".

O padrão BACnet define seis tipos de redes de comunicação para transporte de mensagens BACnet. O tipo de rede define a camada física. Os seis tipos de redes são:

- BACnet ARCnet;
- BACnet Ethernet;
- BACnet LonTalk;
- BACnet MS/TP;
- BACnet Point-to-Point;
- BACnet IP.

O controlo de acesso ao meio de comunicação é realizado de duas formas:

- Mestre/Escravo (MS): é utilizada na comunicação de uma estação mestre com uma estação escrava;
- Token passing (TP): comunicação apenas entre estações mestre. Define-se um anel lógico e o mestre que possui o sinal que pode estabelecer comunicação com estações escravas e outros mestres.

Numa rede BACnet MS/TP, as estações são inicializadas e vão para o estado DESOCUPADO, aguardando a receção de um telegrama que pode ser:

- Frame Inválido: permanece em DESOCUPADO;
- Frame não desejado: permanece em DESOCUPADO;
- Token: vai para o estado USE TOKEN, executa a comunicação necessária (com escravos ou outros mestres) e passa o token para a próxima estação;
- Receção de um sinal do Master: envia um telegrama para a estação com endereço do campo de "fonte de endereços" [15].

### **Estrutura das Mensagens no BACnet MS/TP**

A especificação BACnet define que a frame pode ter de 0 a 501 bytes e cada byte é composto por 8 bits sem paridade com start e stop bit, conforme a **Error! Reference source not found.**

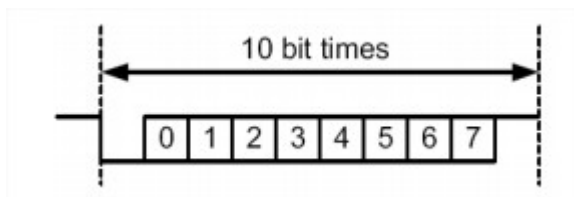


Figura 28 – Estrutura do Byte de BACnet [15].

# ANEXO II



A Distech Controls dispõe de vários tipos de módulos de controlo, sendo que há diferenças entre estes. Os módulos estão divididos em: ECL,ECC,ECx e EC-LSI, cujas as características são:

## Módulos ECL

Os módulos ECL são os módulos que têm a capacidade de ser programados e de poderem funcionar autonomamente, ou seja, estes módulos podem ou não depender de outros módulos. Podem comunicar em *lonworks* ou em *baknet*. A grande vantagem destes módulos é o facto de serem programáveis, pode-se incluir neste a lógica de controlo dos equipamentos a ele associados (nas entradas e saídas) de forma que se, por algum motivo, este perder a comunicação do barramento de rede (LonWorks) poderão ficar a controlar o equipamento, sem colocar este funcionamento em causa. Nesta série estão incluídos diversos módulos, sendo que os que foram utilizados neste edifício foram os ECL-203, ECL-300, ECL-400 e o ECL-600.

O módulo ECL-203 é programável, tendo uma comunicação com o protocolo LonTalk, o que o permite comunicar por LonWorks. Este módulo tem uma tensão de alimentação de 24Vac/dc. Contém 6 entradas universais<sup>13</sup>, 3 saídas universais<sup>14</sup> e 5 saídas digitais<sup>15</sup> (a triac) o que permite o controlo de equipamentos de AVAC devido à diversidade de entradas e saídas, tendo ainda disponível no módulo led's indicadores do estado de cada uma das saídas, como se pode ver na Figura 29. Através da porta de rede pode comunicar com sensores termostatos (máximo 4) com o mesmo protocolo (LonWorks). Este módulo é programado com o programa "EC-gfxProgram" podendo ainda receber variáveis de rede<sup>16</sup>.



Figura 29 – Módulo ECL-203 [16]

O módulo ECL – 300 é um microprocessador programável criado para controlar equipamentos como unidades de tratamento de ar, refrigeradores, caldeiras, bombas e torres de refrigeração. Também pode ser utilizado para aplicações de controlo de iluminação e medição de energia.

---

<sup>13</sup> Entrada universal – entrada com um sinal que pode ser analógico, sendo que este recebe uma tensão analógica.

<sup>14</sup> Saída universal – saída com um sinal que pode ser analógico, sendo este uma tensão que varia de [0;10] V consoante o valor programado.

<sup>15</sup> Saídas digitais - Uma saída universal é uma saída que contém apenas dois estados, desligado em que a tensão nessa saída será zero, e ligada, que terá um valor de 10V ou 5V.

<sup>16</sup> Variáveis de rede – as variáveis de rede são as informações que são fornecidas de outros módulos através da rede de ligações de LonWorks

Este módulo usa o LonTalk® comunicação protocolo e é compatível com o LonMark de outros fabricantes de controladores certificados.

A série ECL-300 contém dois modelos: o ECL-300 e o ECL-350. Os modelos da série ECL-300 têm 10 entradas e 8 saídas universais que são ideais para controlar uma grande gama de equipamento de climatização. O modelo ECL-350 tem um display *backlit full-color* e um *jog dial* que permitem: visualizar, definir e substituir valores, ver e modificar horários, sintonizar PID, laços com sistemas gráficos de resposta, conexão visual e alarmes de comunicação.



Figura 30 - Módulo ECL – 300 (esquerda) e ECL – 350 (direita) [17]

O módulo ECL-400, programável, baseado em microprocessadores controladores, foi criado para controlar várias aplicações de automação predial, tais como as unidades de tratamento de ar, aplicações multi-zona, chillers, caldeiras, bombas, torres de refrigeração e as unidades no topo dos telhados.

O ECL-400 também pode ser usado para controlo da iluminação de aplicações. Este controlador usa o LonTalk® comunicação protocolo e é certificado pela LonMark como um dispositivo programável estático, garantindo a compatibilidade e interoperabilidade com os controladores certificados LonMark de outros fabricantes

Este módulo contém seis modelos: ECL-400, ECL-403, ECL-410, ECL-413, ECL-450, e ECL-453. Os modelos têm 12 entradas e 4 saídas universais - no caso do ECL-400, ECL-410 e ECL-450 são 12 saídas - que são ideais para o controlo de uma ampla gama de equipamentos de climatização. O ECL-450 e ECL-453 têm um *backlit-display full-color* e uma *jog dial* que permitem aceder a uma vasta gama de funções dos controladores internos, tais como: visualizar e definir os valores de substituição, visualizar e modificar horários, sintonizar PID *loops* com gráficos de resposta do sistema, conexão visual e comunicação de alarmes.



Figura 31 - Módulos da gama ECL [17]

O módulo ECL-600 programável baseado em microprocessadores controladores foi criado para controlar várias aplicações de automação predial, tais como as unidades de tratamento de ar, chillers, caldeiras, bombas, torres de arrefecimento e aplicações de plantas centrais.

Esta série suporta até dois módulos de ECx. Trata-se de uma extensão de módulos I/O que operam separadamente, por um sub-bus, dando a este controlador um total de até 40 entradas e 36 saídas universais. Estes controladores usam o protocolo de comunicação LonTalk® e são certificados pela LonMark como um dispositivo programável estático, garantindo a compatibilidade e a interoperabilidade com outros LonMark controladores certificados pelos fabricantes.

Esta série contém três modelos: ECL-600, ECL-610, e ECL-650. Os modelos da série ECL-600 têm 16 entradas e 12 saídas universais que são ideais para o controle de uma vasta gama de equipamentos de climatização. O modelo ECL-650 tem um *display full-color backlit* e um *jog dial* que permitem aceder a uma ampla gama de funções de controlo interno: ver pastas e substituir valores, ver e modificar os horários, *loops* de sintonia PID com gráficos de resposta do sistema, conexão visual e alarmes de comunicação.

O modelo ECL-610 tem a conveniência de Hand-Off-Auto (HOA) switches e potenciômetros para acionamento manual supervisionado de uma saída também supervisionada.



Figura 32 - Módulos ECL-600 (esquerda), ECL-610 (centro) e ECL-650 (direita) [18]

## **Módulos ECC**

Estes módulos não podem ser programados, apenas podem ser configurados, ou seja, estes módulos apenas servem para aquisição de sinais através das suas entradas, ou comandar alguns equipamentos através das suas saídas, mas estes sinais terão de ser enviados de outro módulo, esta comunicação poderá ser feita em LonWorks. A configuração destes módulos apenas diz respeito ao tipo de entrada, se é digital ou analógica, caso seja analógica ainda é necessário configurar se irá receber um valor corrente, em tensão ou se receberá um valor de uma resistência, muito utilizado para ligação dos *thermistores* como é o exemplo de uma PT10K<sup>17</sup>. As saídas também têm de ser configuradas de igual forma, sendo que podem ser digitais ou analógicas com valores em tensão ou em corrente. Neste grupo existem de igual forma diversos módulos, sendo que foram utilizados os ECC-520.

---

<sup>17</sup> PT10K – é uma resistência que varia de zero ohms até 10K ohm consoante a temperatura, sendo que a correspondência de cada valor de resistência ao valor da temperatura está tabelado pelo respetivo fabricante

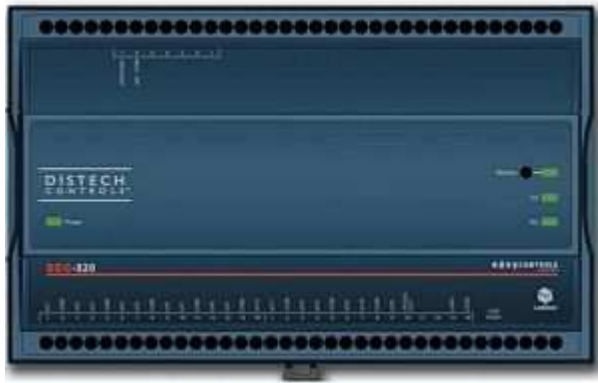


Figura 33 - Módulos ECL-600 (esquerda), ECL-610 (centro) e ECL-650 (direita) [19]

O módulo ECC-520 tem 16 entradas universais e faz parte do easyCONTROLS Remote- I/O. Foi criado para ampliar a capacidade de um sistema de easyCONTROLS, bem como para monitorizar e controlar várias aplicações AVAC. O Comando I/O<sup>18</sup> utiliza o protocolo de comunicação LonTalk® e é certificado pela LonMark utilizando o perfil do sensor para os seus objetos de entrada e o perfil do atuador para os seus objetos de saída.

O Comando I/O pode ser configurado usando o plug-in CE - Configure, através de um software baseado Distech, Controlos Lonwatcher, ou usando um software de plataforma multi- protocolo de suporte a dispositivos LonWorks como o EC-Net AX. Estas interfaces de configuração são projetadas para simplificar a configuração de propriedades de entrada e saída, como os tipos de entrada, valores min./máx. de entrada, tipos de saída, tipos de variáveis de rede, etc.

ECx – os módulos com a designação de ECx servem apenas de módulos de expansão, pois estes terão de estar associados a outro módulo que comunique com o restante sistema. Estes módulos não são configuráveis, neles, apenas permitem que outro módulo possa aceder a ele para ir buscar os sinais, ou para os enviar. A configuração dos tipos de entradas e saídas é efetuado no módulo que estiver a este associado. Nesta obra apenas foi utilizado o módulo ECx-420 servindo de expansão ao módulo ECL-600.

## **Módulos LSI**

Este módulo é pequeno e muito específico, permite a aquisição de sinais de pulsos. A grande utilização deste módulo é para contagem de energia, gás, água e outros métodos de contagem a pulsos. Disponibiliza apenas quatro entradas de aquisição, e uma comunicação em LonWorks. Nesta obra foram colocados três destes módulos junto dos contadores volumétricos de água.

O módulo EC-LSI foi especificamente criado para fazer a interface com a rede LON e contar os pulsos da energia, gás, água ou outros tipos de medidores de serviços públicos.

Com o seu design montável em calha DIN, o EC-LSI pode ser instalado próximo ao medidor para ler os pulsos por meio das suas quatro entradas.

---

<sup>18</sup> I/O – Input/Output

Os contactos de entrada S01 para S04 estão interligados com os contatos S01 para S04 para interruptores ou contatos livres de potencial ou a saídas. Numa instalação LON estes pontos de dados podem ser ligados individualmente ou como um todo.

O Software inclui o LonMar ® perfil 2201-10 Utility medidor. Este recurso permite integrar o módulo em um sistema de controlo de energia LON base. As leituras do medidor são salvas em caso de falha de energia.



Figura 34 - Módulo EC-LSI

## **Módulo EC-BOS-6AX**

De forma a ter a informação de todos estes módulos, e por consequente de todas as máquinas a estes associadas, é necessário a introdução de um outro equipamento que gere/monitoriza toda a informação, este equipamento é o EC-BOS-6<sup>AX</sup>.



Figura 35 - Modulo EC-BOS (Webserver) [20]

Este equipamento é um webserver, o que indica que, caso este esteja ligado à rede de telecomunicações, é possível aceder e comunicar com ele. Este equipamento tem ainda disponível outros portos de comunicação para poder comunicar com equipamentos que tenham outros protocolos, estes portos são o RS-232, RS-485 e dois portos de expansão disponíveis para introduzir uma placa para outros tipos de comunicação. No presente caso, foi introduzida uma placa de LONWorks, para que este módulo pudesse comunicar com os módulos que estão dispersos pelo edifício.

# ANEXO III



A Distech Controls utiliza dois softwares para a programação e configuração dos módulos e do seu sistema GFX e EC-NET-ax.

## **GFX**

O controlador Distech EC-gfx Program Graphical Interface (GPI) é uma ferramenta de programação que faz Sistema de Automação e, edifícios “Building Automation System (BAS)” uma programação mais fácil, permitindo ligar blocos de programação necessária de forma a criar de uma sequência de controlo personalizado para qualquer aplicativo de automação. Ao processo de "arrastar e soltar" alguns blocos da vasta biblioteca de EC-gfxProgram e ligá-los com um simples "clique, selecionar e solte", é possível, rápido e fácil montar sequências de controlo comum e aplicativos personalizados específicos para as suas necessidades.

O EC-gfxProgram fornece uma interface intuitiva e personalizável num ambiente de programação com blocos de programação que podem ser movidos, copiados e interligados.

A área de programação é onde se compõe visualmente o código e, quando duas ou mais folhas de código necessitam ser gerenciadas, novas folhas de programação podem ser criadas em camadas umas em relação às outras.

A caixa de ferramentas do EC-gfxProgram fornece um amplo conjunto de componentes e funções que podem ser utilizados para criar um controlo muito simples de sequências de controlo muito complexas. Usa-se um bloco personalizado para manter o código limpo, colocando o código especializado que este bloco encapsula na folha de programação.

Os blocos não só tornam a programação mais limpa e fácil, como também reduzem os erros básicos que podem surgir quando se escreve código de forma convencional. Além disto, a EC-gfxProgram contém um código de compilação e um painel de lista de erros que permitem que se execute código, entrada/saída de valores e solucionar problemas de erros em tempo real.

### **Conversão de blocos**

O programa oferece regras de conversão de blocos semelhantes para facilitar a reutilização do projeto entre os ECL, ECP, e controladores da Série BCE. Por exemplo, ao abrir um código de projeto que foi construído com os controladores de ECP num controlador de ECL, o EC-gfxProgram pode substituir automaticamente tipos de blocos equivalentes, se disponíveis.

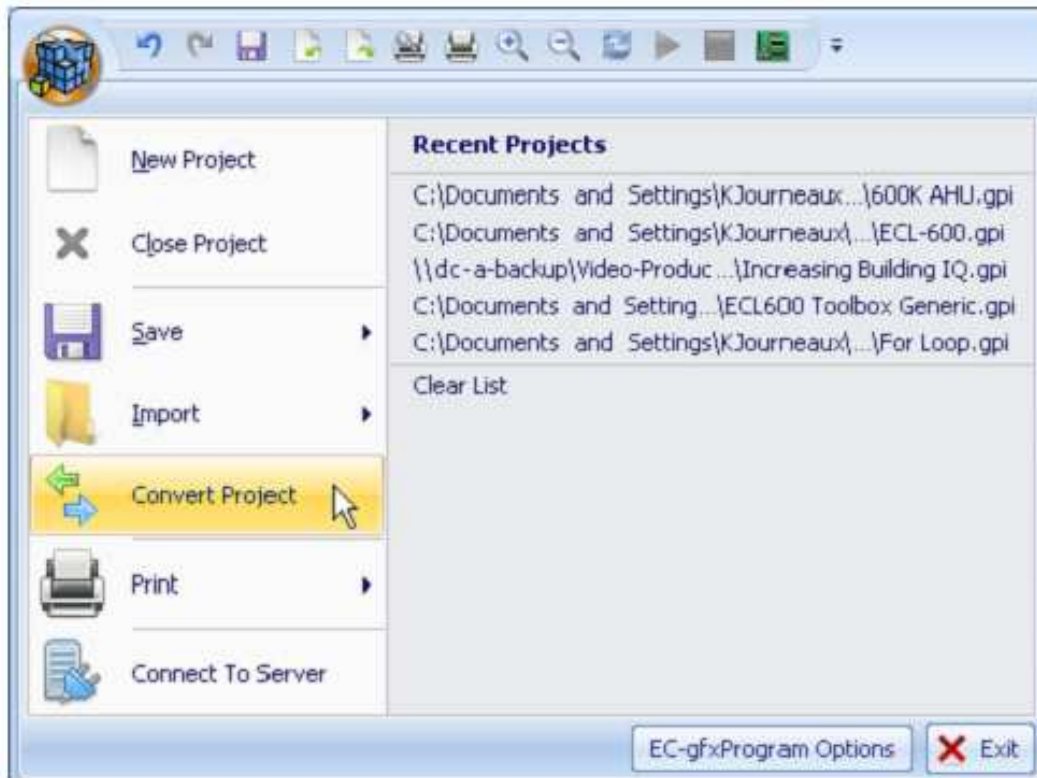
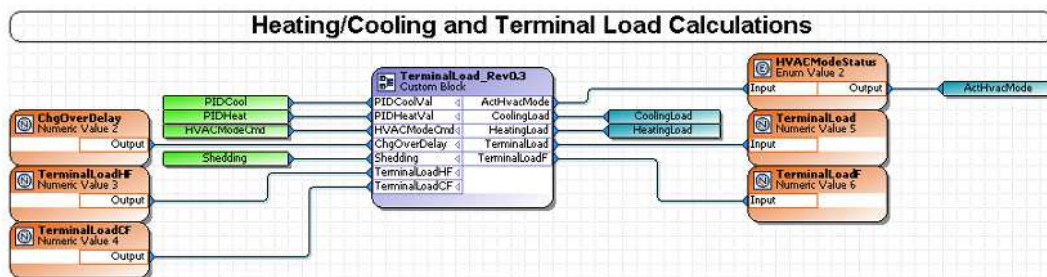


Figura 36 - Imagem de localização da opção de conversão de blocos

## Recolha de blocos

Os blocos podem ser recolhidos, a fim de economizar espaço na Folha de Programação. Isso permite que se alinhe os blocos para uma visualização pura e compacta.

### Before



### After

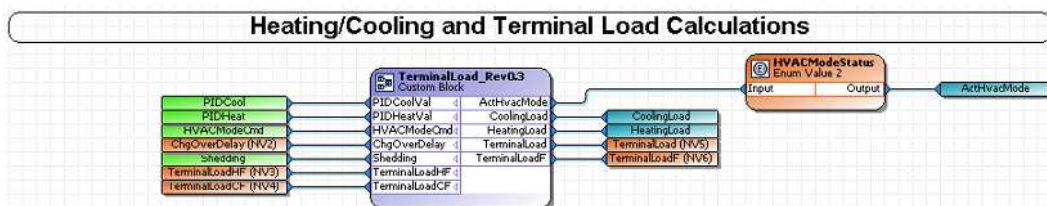


Figura 37 - ligação e organização dos blocos

## Link para múltiplas

É possível ligar uma porta para uma série de tipos de blocos comuns, repetidamente.

Por exemplo, pode-se selecionar o Link para monitorizar e, em seguida, clicar novamente na mesma porta de saída e selecionar o Link para a Referência Hub.

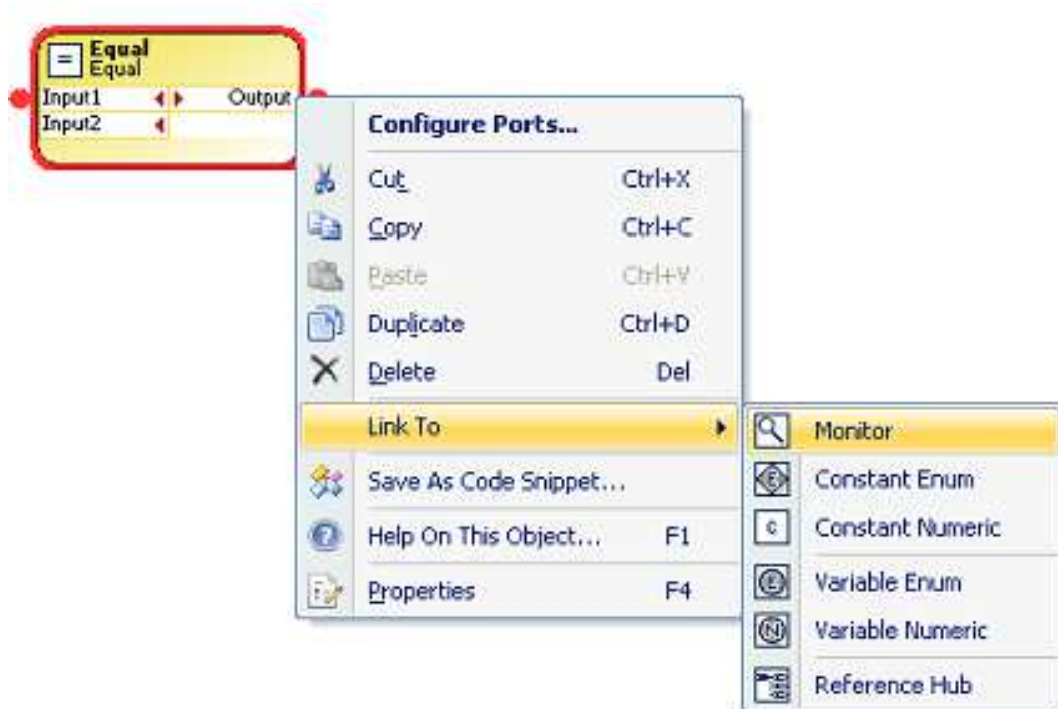


Figura 38 – Link para diagnóstico e visualização do valor de saída do bloco

O exemplo a seguir mostra o Link para a operação usada duas vezes no bloco de “Equal” para adicionar um monitor e um Hub de Referência.

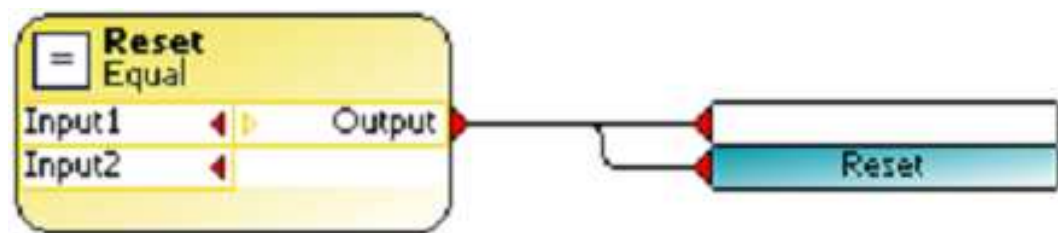


Figura 39 - Link do valor do bloco para uma variável

## Alteração Múltipla Tipo em Recursos Visuais

No Visualizador de Recursos, pode-se alterar o tipo de múltiplas variáveis de rede selecionadas com apenas um clique.

## Rich texto de apoio

Uma página de um novo documento de texto é possível copiar o conteúdo em formato de texto a partir de um programa de processamento de texto. Isto permite a formatação de texto avançada, incluindo o suporte de imagens.

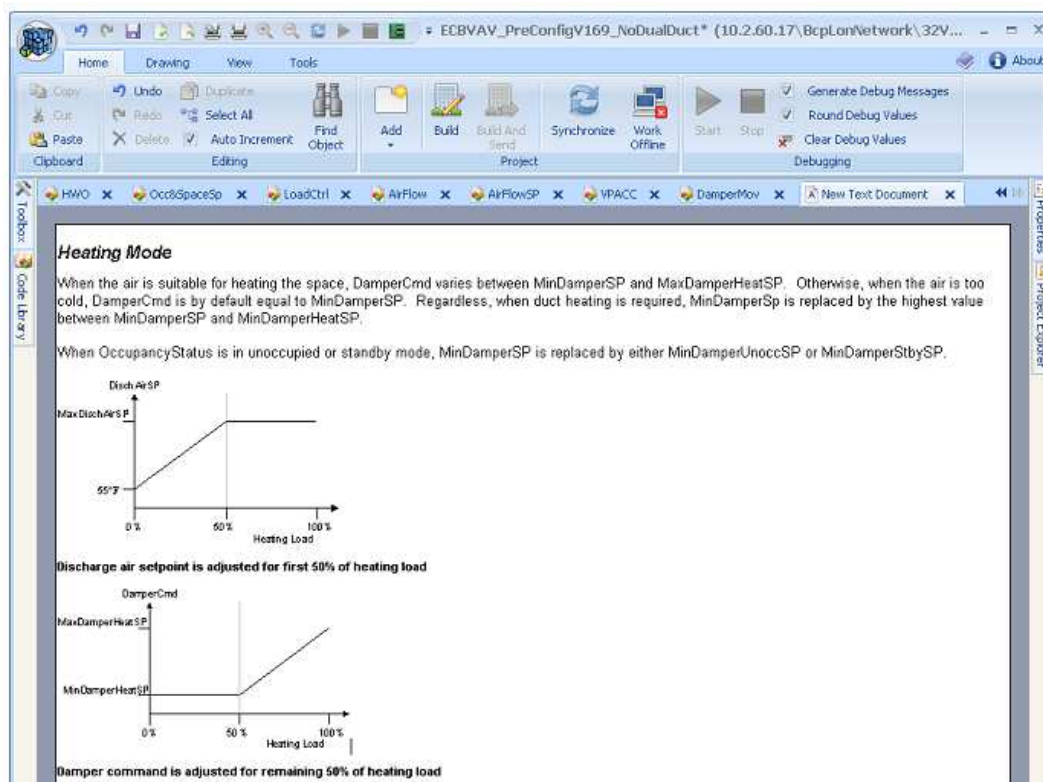


Figura 40 - Pagina de notas de apoio a logica de controle

### Saída de Hardware em Estado Prioritário

As saídas de controladores de hardware da série ECL possuem uma indicação que mostra o que está atualmente a controlar a saída.

Por exemplo, o código é capaz de reconhecer se a saída está a ser controlada por o seu interruptor, por uma ligação de rede, ou por um código executado no programa EC-gfxProgram.

### Formato das variáveis de rede de saída

O formato das saídas variáveis individuais e de variáveis de rede, podem ser definidas em controladores ECL Series. Assim pode ser selecionado um formato que corresponde às unidades usadas pelo código para o valor de entrada e saída.

Por exemplo, porque todos os valores enviados sobre uma rede LonWorks são em valores de SI (métricas), ou seja apesar de ser enviado o valor numérico dessa variável é também enviado a informação do número de casas decimais assim como a unidade de medida que a caracteriza. Ao ser definido o formato para um tipo EUA como SNVT\_temp # EUA, o valor é convertido na saída do bloco para graus Fahrenheit com ° F, o que anteriormente era °C.

### Novos blocos EC-gfxProgram

Estes são usados para mostrar informações operacionais sobre o dispositivo. Este bloco permite a programação de sequências de controlo avançado com base em informações do controlador.

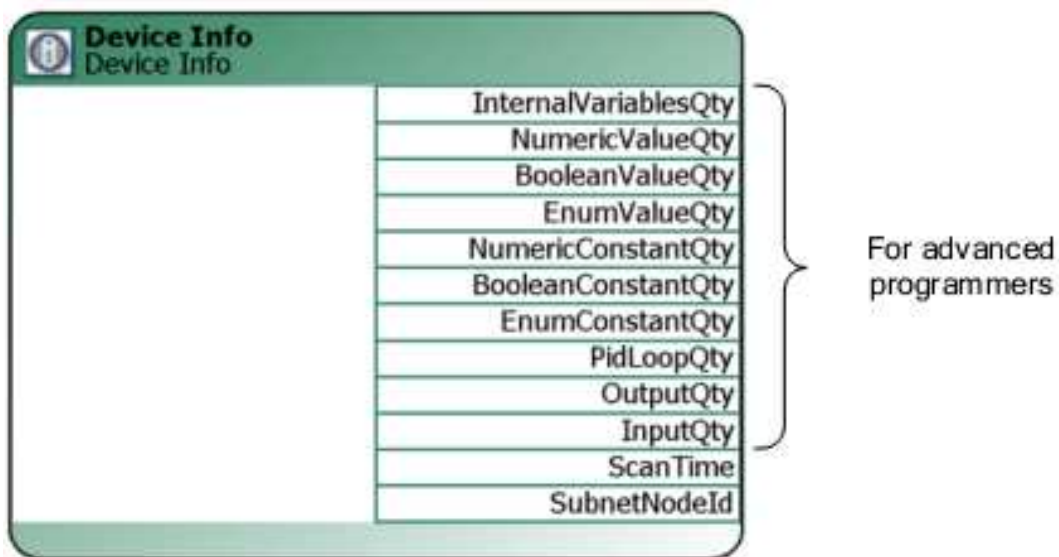


Figura 41 - Bloco com informação disponível do módulo de programação

Por exemplo, como a sub-rede ID do Nó é um número único para cada controlador, usa-se esta saída para definir a quantidade de atraso para o arranque de equipamentos sequenciais após uma falha de energia, evitando assim um pico de corrente quando o equipamento está ligado ao mesmo tempo.

### **Calendário Block (ECL Series controladores):**

Um calendário define uma série de "eventos especiais". Normalmente, são usados para definir dias, com exceções de programação, por exemplo férias, e referenciá-los numa agenda. Este bloco é apoiado por uma ferramenta de configuração: EC-agendamento.

### **Horário Block (ECL Series controladores):**

Os horários semanais são definidos regularmente, repetições, eventos por "hora do dia" e "dia da semana". Este bloco é apoiado por uma ferramenta de configuração: EC-agendamento.

### **EC-Smart-View Blocos relacionados para programadores avançados:**

#### Sensor Condição Selector (controladores da série ECL):

É utilizado com a entrada de um número do bloco genérico de forma a identificar de forma consistente um número de índice Sensor. O número de índice do Sensor é atribuído dinamicamente. Este bloco gera o número de índice para a condição do sensor selecionado.

#### Sensor Valor Selector (BCE e os controladores da série ECL):

É utilizado com a entrada Número do bloco Valor Sensor genérico para identificar de forma consistente um número de índice de valor do sensor. O número de índice valor do sensor é atribuído dinamicamente para o nome do valor do sensor. Quando um valor do

sensor é excluído, os números de índice para outros valores de sensores podem mudar. Este bloco gera o número de índice para o valor “ComSensor” selecionado no campo valor do painel de propriedade deste bloco.

### EC-Net<sup>ax</sup> Agendamento para a Série ECL

O EC-Net Scheduling foi desenvolvido para controladores da série ECL e é usado para configurar o calendário interno de um controlador e horários através do “built-in Interface” de programação do EC-Net.

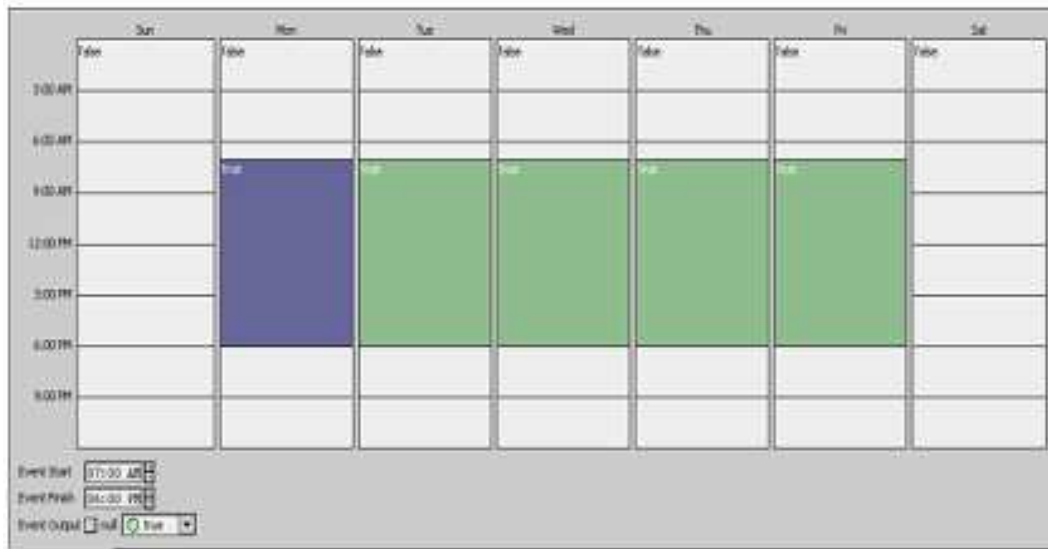


Figura 42 - Calendário de programação horária

### Criação Binding

O EC-Net Nv disponibiliza uma ligação do tipo “marcos,” que permite a criação de ligações fáceis e rápidas para ECP e controladores ECL. Esta funcionalidade permite a criação rápida de um-para-um, um-para-muitos e muitos-para-um de carácter vinculativo.

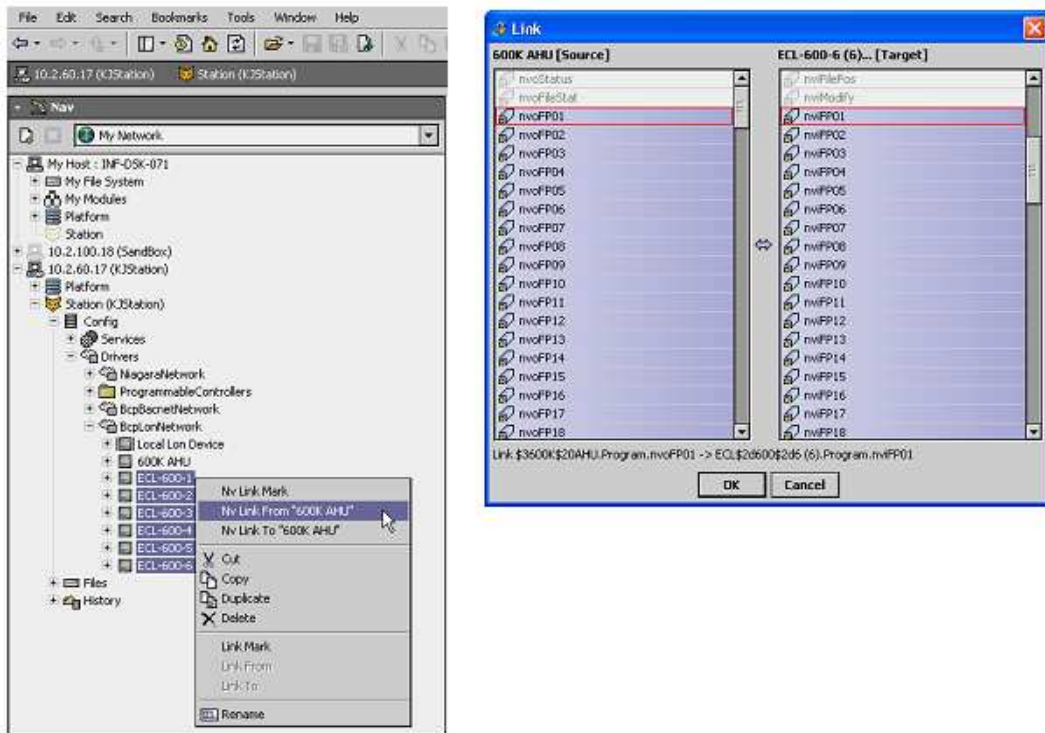


Figura 43 - Criação de link de linguagem LonWorks de entre os equipamentos instalados

### Hide/Show Point Actions

Quando os pontos de controlo são usados numa página gráfica denominada por “PX”, nem sempre é desejado que todos esses pontos de controlo estejam acessíveis ao operador. A EC-Net Hide / Show permite controlar as ações que podem ser feitas para um ponto de controlo numa página de gráficos PX. Ao seleccionar um ou mais pontos de controlo, pode controlar-se qualquer uma das ações que estão disponíveis para os pontos de controlo seleccionados.

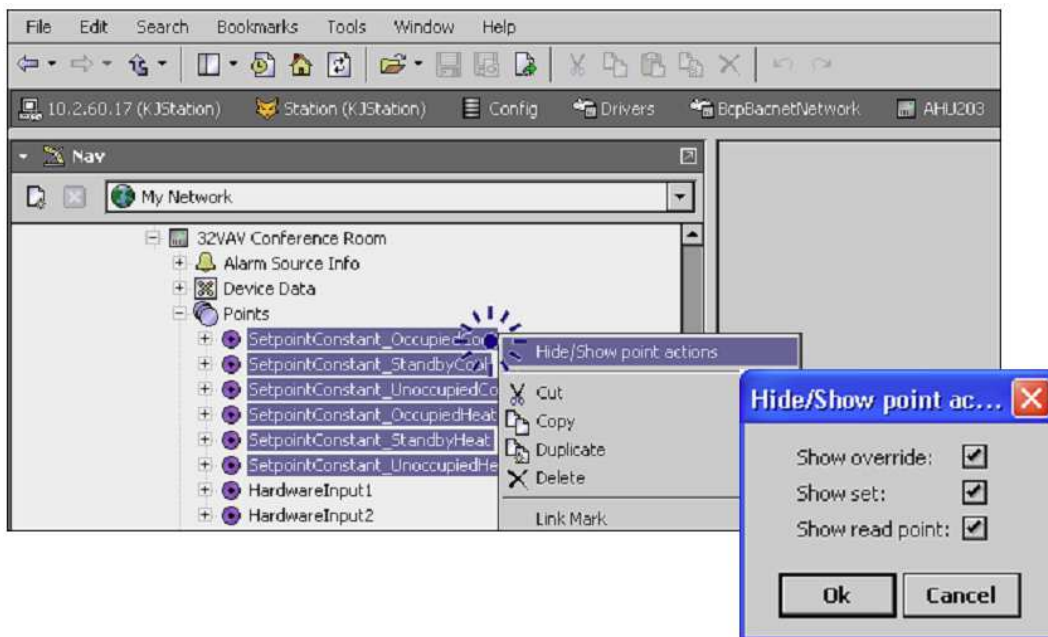


Figura 44 - Ações disponíveis nos pontos criados

## Interface de Utilizador

De forma a tornar a programação mais intuitiva, a janela de ambiente de programação disponibilizada pelo software é diversificada, permitindo ter acesso instantâneo a muitos campos em simultâneo, como mostra na imagem que se segue:

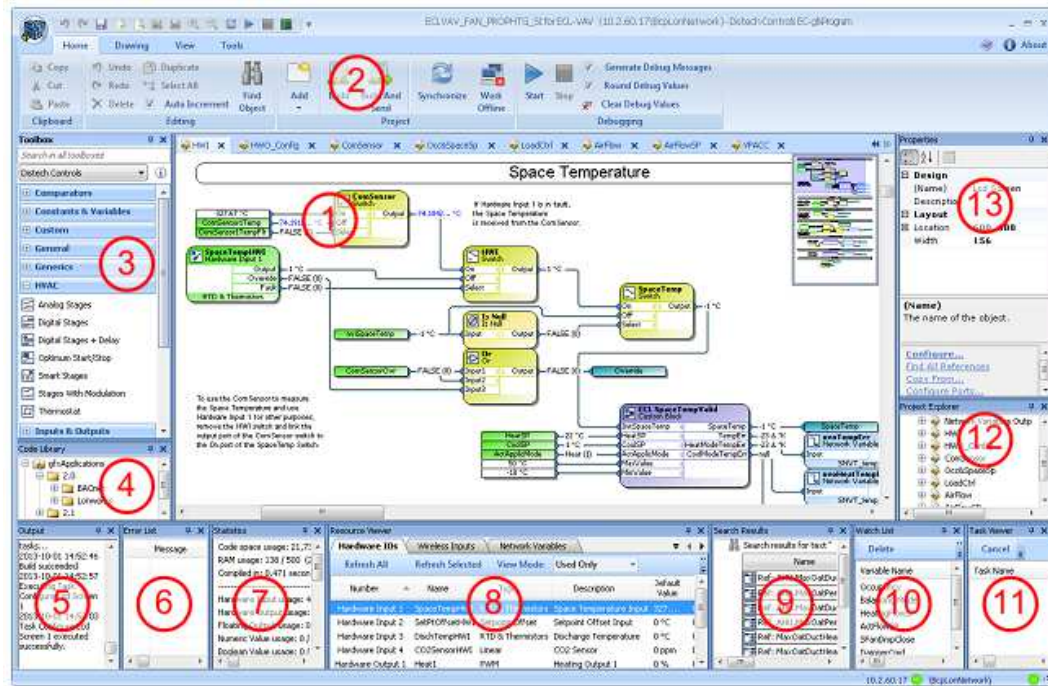


Figura 45 - Janela de visualização do utilizador

**1 – Folha de programação:** Esta área é a secção principal da interface do utilizador, onde a programação do dispositivo é feita. É possível "arrastar e soltar" blocos da caixa de ferramentas e, em seguida, conectá-los com um "clique, selecione e solte" para construir uma sequência de controlo.

**2 – Ribbon Bar:** O EC-gfxProgram vem com uma barra superior que permite um fácil acesso às funções mais utilizadas.

**3 – Painel de ferramentas:** Esta biblioteca contém os blocos que podem ser "arrastados e soltos" na folha de programação para construir uma sequência de controlo. Os objetos do bloco estão organizados em 12 categorias. Podem-se seleccionar as caixas de ferramentas para se aplicar métodos de controlo padrão ao projeto. A ferramenta de busca permite que se encontre rapidamente os blocos.

**4 – Painel da Biblioteca de código:** Esta biblioteca contém código em bloco fechados (ou trechos) e projetos que podem ser "arrastados e soltos" na ficha de programação.

**5 – Painel de Saída:** Este painel exibe informações e o estado da compilação.

**6 – Painel Lista de erros:** Esta lista indica os erros ao compilar a sequência de controlo para o controlador. Isto ajuda a solucionar problemas e a depurar.

**7 – Painel de Estatísticas:** Depois de uma sequência de controlo é corrido o compilador e o painel exibe algumas estatísticas: como o uso de memória, uso de recursos, tempo de compilação, etc.

**8 – Painel Visualizador de Recursos incluindo Favoritos:** Este painel exibe informações sobre todas as entradas, saídas de sensores inteligentes, variáveis de rede, e constantes e variáveis, tais como nome, valor e modo. Os favoritos são uma forma conveniente de organizar os recursos que são importantes para o acesso, tornando as informações críticas do sistema prontamente disponíveis.

**9 – Resultados da Pesquisa do Painel:** Pesquisa para objetos com base em textos introduzidos em propriedades do objeto, o tipo de bloco, ou de porta nomes.

**10 – Lista de Painel Assistente:** Monitorizar uma seleção de valores de processo durante o modo de depuração para solução de problemas.

**11 – Painel Visualizador de Tarefas:** Mostra as tarefas à espera de serem processadas.

**12 – Painel de Explorador de Projeto:** Permite uma navegação fácil através dos blocos e folhas de programação do projeto.

**13 – Painel Propriedades:** Este painel é utilizado para definir as propriedades de cada bloco, documento de texto, folha de programação e para o próprio projeto. As propriedades são mostradas para o item atualmente selecionado.

## **Ec-net-ax**

Niagara Framework, uma infra-estrutura de software universal que permite às empresas construir aplicações web personalizadas para aceder, automatizar e controlar dispositivos inteligentes em tempo real através da Internet.

As estruturas de software fornecem uma plataforma para que as empresas possam construir mais facilmente as suas ofertas de produtos finais. O Niagara Framework® é destinado a resolver os desafios associados à gestão de diversos dispositivos inteligentes, unificando os seus dados, e conectá-los a aplicativos corporativos. Exemplos de dispositivos inteligentes incluem: sistemas de monitorização e controlo, sensores, sistemas de medição.

Esta estrutura de software é composta por partes interligadas, com programação orientada a objetos compostos de diversas classes que auxiliam a construção de uma aplicação.

O EC-Net<sup>AX</sup> é a terceira geração da estrutura de Niagara. Esta estrutura de software é baseada em “Java” e fornece uma infra-estrutura para permitir construir soluções e controlo com acesso à Internet e a produtos de monitorização. A Estrutura integra diversos sistemas e dispositivos (independentemente do fabricante ou protocolo de comunicação) em uma plataforma unificada que pode ser facilmente gerenciada em tempo real através da Internet (ou intranet) usando um navegador web padrão. A Estrutura também inclui um conjunto abrangente de ferramentas que permite que não-programadores construam aplicações ricas em um ambiente “arrastar e soltar”.

O EC-Net<sup>AX</sup> é totalmente diversificado, o que significa que ele pode ser executado em plataformas, abrangendo a faixa de pequenos dispositivos, incorporado para servidores de classe empresarial. EC-Net<sup>AX</sup> é aplicado com sucesso em serviços de energia, construção, automação industrial, e aplicações de máquina para máquina.

### EC-Net<sup>AX</sup> building blocks

A estrutura de EC-NET<sup>AX</sup> contém elementos fundamentais de Niagara, sendo estes os que se descreve em baixo:

**Módulos** – Os módulos são as unidades mais pequenas de software na arquitetura EC-Net<sup>AX</sup>. As principais versões do software são distribuídas juntamente com um conjunto de módulos de lançamento, mas à medida que novos módulos são disponibilizados para essa versão eles podem ser distribuídos como revisões independentes dentro dessa versão.

**Componentes** – Um componente é o principal bloco de construção para projetar uma aplicação utilizando EC-Net<sup>AX</sup>. Componentes diferem dos módulos no sentido em que os componentes compõe uma aplicação EC-Net<sup>AX</sup> enquanto módulos compõem o próprio software EC-Net<sup>AX</sup>.

**Página gráfica (PX)** – Um formato de arquivo XML é usado para definir uma apresentação EC-Net<sup>AX</sup>. Este formato de arquivo é chamado de "Px" para apresentação XML. A apresentação é um termo que descreve como EC-Net<sup>AX</sup> visualiza informações (texto, gráficos, alarmes, etc) em todos os meios, tais como: navegadores de desktop, dispositivos portáteis, etc.

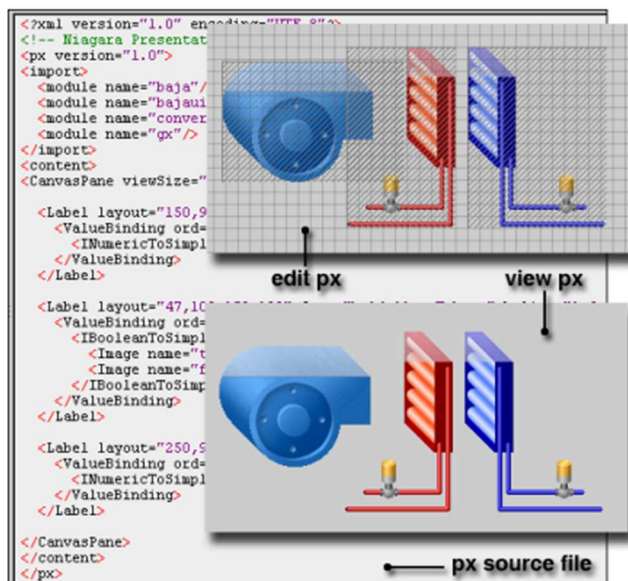


Figura 46 - Px arquivo no Editor de Texto(px source file), Editor de Px(edit px), e Px Visualizador(view px)

**Estação** – A estação é a principal unidade de processamento do servidor na arquitetura EC-Net<sup>AX</sup>.

A estação executa os componentes do Estrutura Niagara e fornece o acesso para navegadores clientes para visualizar e controlar esses componentes. As partes principais de uma estação incluem componentes e serviços e são a combinação de um banco de dados, um servidor web e um mecanismo de controlo. A estação pode ser executada em um Web Supervisor PC ou um controlador EC-BOS<sup>AX</sup>.

Um sistema pode ser uma única estação ou estações múltiplas, dependendo do tamanho do projeto que é definida.

**ORD's** – Um ORD é um "Object Resolution Descriptor", é o sistema de identificação universal EC-Net<sup>AX</sup> sendo usado em toda a estrutura Niagara. O ORD unifica e padroniza o acesso a todas as informações. Ele é projetado para combinar diferentes sistemas de nomeação em uma única cadeia.

**Vistas** - Há muitas formas de visualizar o sistema e seus componentes. A "vista" é uma "visualização" de um componente, realizada na árvore de barra lateral de navegação. Além disso pode-se clicar com o botão direito num item e selecionar um dos seus pontos de vista para exibir no painel de visualização. Existe muitos pontos de vista diferentes para o mesmo componente, por exemplo, um componente que aparece na árvore de barra lateral de navegação pode ter uma vista em diagrama de blocos, uma vista de propriedades, entre outras. Cada componente tem um modo de exibição padrão que aparece sempre por defeito ao abrir um componente. [21]

### Visão geral da plataforma

Quando se abre uma conexão na plataforma para um EC-NetAX (se EC-BOSAX ou EC-NetAX Supervisor) as funções de plataforma disponíveis são mostradas na pasta "Platform", tal como mostra a imagem que se segue:

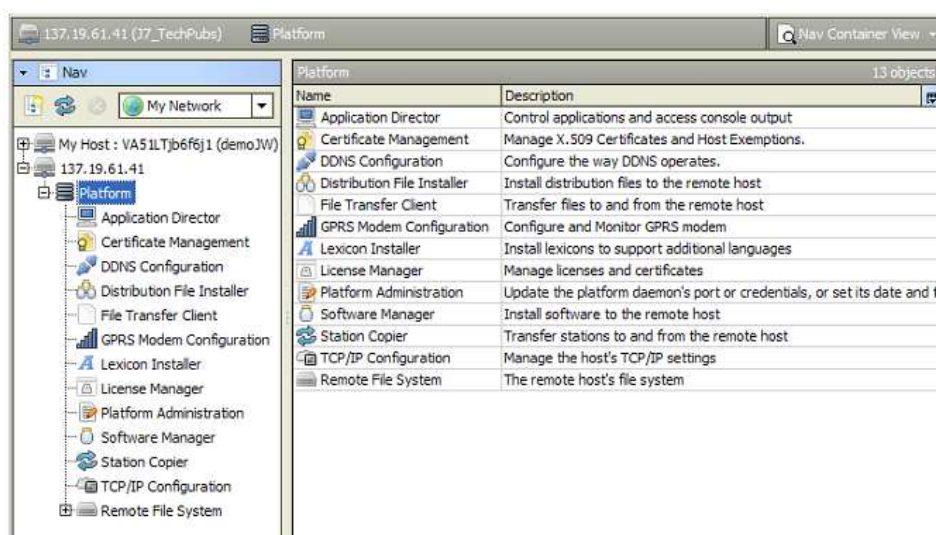


Figura 47 - Visão geral da plataforma de EC-Bos

### Application Director

O aplicativo do "Application Director" é uma das várias vistas da plataforma. Nesta vista pode ser feita a ação de iniciar, parar a estação, assim como ver informações de saída da estação de forma a poder identificar e corrigir alguns dos erros que possam existir. Outras opções como reiniciar, pausar e guardar os dados também estão disponíveis.

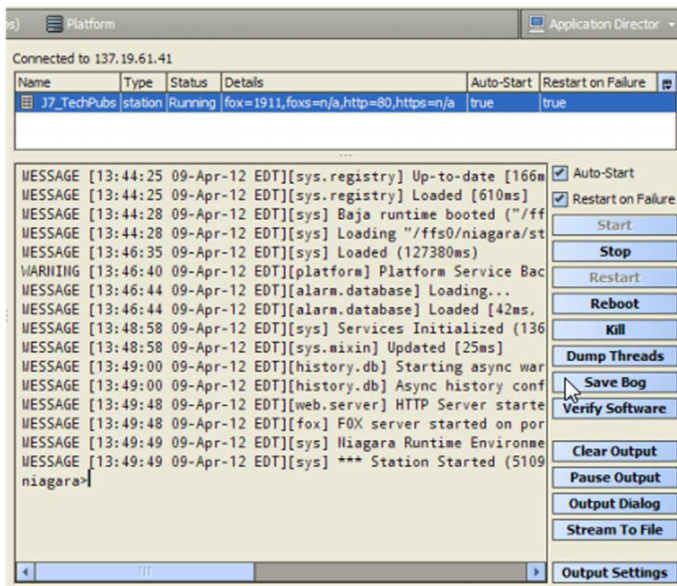


Figura 48 - Vista do menu da “Application Director”

## Certificate Management

A partir deste menu, tem-se acesso a gerência do certificado existente na plataforma.

Ainda é possível gerir os PKI (Public Key Infrastructure), certificados digitais. Estes certificados são usados em qualquer conexão (SSL ou TLS) a esta plataforma.

## DDNS Configuration

As opções de DDNS estão disponíveis ao usar esta vista no menu das configurações da plataforma. Esta opção DDNS (Dynamic Domain Name System) permite a atribuição de endereço de IP de forma dinâmica, nomeadamente DHCP (Domain Host Configuration Protocol).

## Distribution file installer

Distribution file installer é um outro menu das opções de configuração da plataforma. Este é usado para a instalação e atualização dos “dist files” ou seja dos ficheiros dist. Estes ficheiros “dist” são arquivos em formato ZIP que contêm outros ficheiros, descrevem e configuram conteúdos do distribuidor.

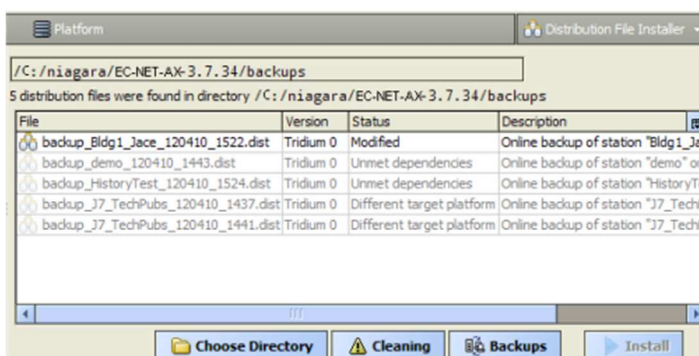


Figura 49 - Vista dos ficheiros DIST que estão disponíveis pelo distribuidor.

## File transfer cliente

Esta vista da plataforma permite que sejam transferidos ficheiros e/ou pastas entre plataformas. Estes ficheiros podem ser gráficos, imagens, textos ou mesmo páginas gráficas elaboradas em outra plataforma.

## GPRS Modem Configuration

Esta é uma vista com opções de configuração do módulo Wireless, com opção de cartão de dados para modem GPRS a ser instalados na plataforma. Todas estas opções podem dar vistas na imagem que se segue:

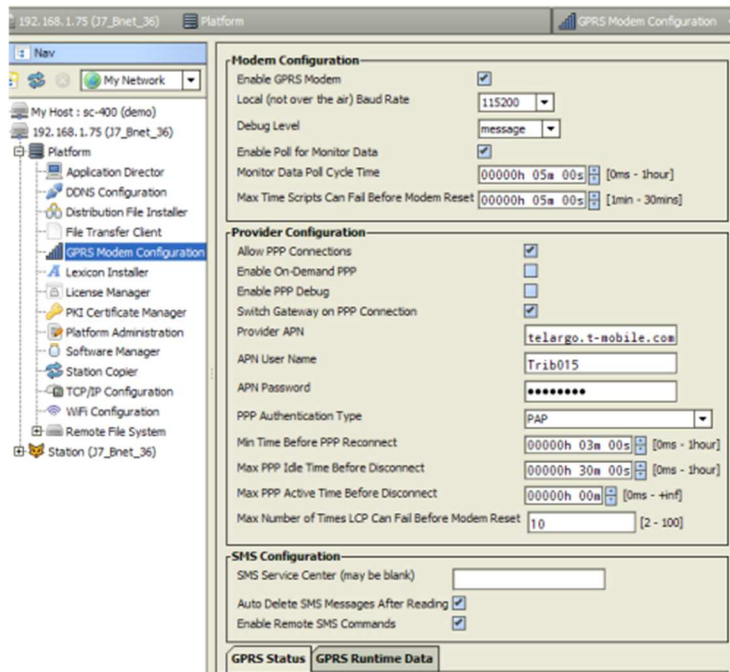


Figura 50 - Vista de configuração de u modulo GPRS

## Lexicon Installer

Esta vista da plataforma possibilita escolher qual é o idioma a usar em todo o software da plataforma. Inicialmente é necessário os módulos dos idiomas instalados. Neste menu serão apresentadas todas as opções de idioma instalados.

## License Manager

O Gerenciador de Licença é um dos vários pontos de vista de plataforma. Esta visão permite que se instale (importação) certificados para a plataforma EC-BOSAX remoto, com origem a partir de um PC AX Pro CE-Net ou o servidor de licenciamento AX EC-Net. Também é possível visualizar o conteúdo dos certificados e, se desejar, excluí-los

## Platform Administration

Administração da plataforma é um dos vários pontos de vista de plataforma. Esta visão permite o acesso a várias configurações de plataforma e informações resumidas. Como mostrado na Error! Reference source not found., funções disponíveis aparecem como "botões" no lado esquerdo, e informações de resumo é listado no lado direito.

O uso típico é na solução de problemas da plataforma.

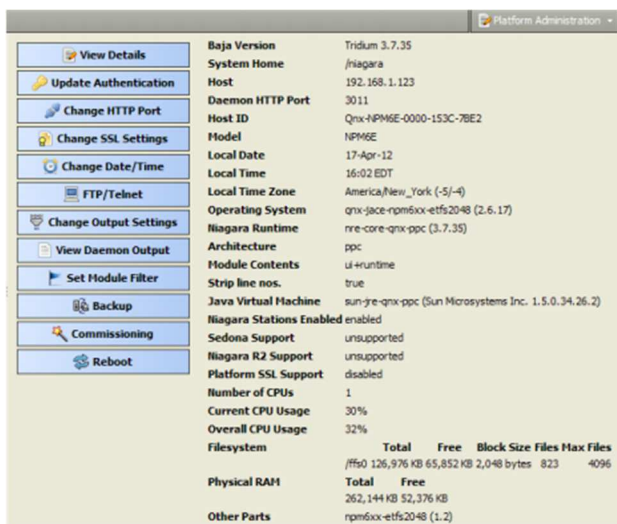


Figura 51 - Vista de informação dos parâmetros de uma plataforma

## Software Manager

Tal como mostrado na Error! Reference source not found., o software Manager é um dos vários pontos de vista da plataforma. Esta visão permite instalar, desinstalar ou simplesmente rever todos os módulos do software EC-Net<sup>AX</sup> instalados em uma plataforma. Por padrão, esta visão compara módulos da plataforma com os módulos instalados "disponíveis localmente", ou seja, os mais atuais módulos EC-Net<sup>AX</sup> no banco de dados do software.

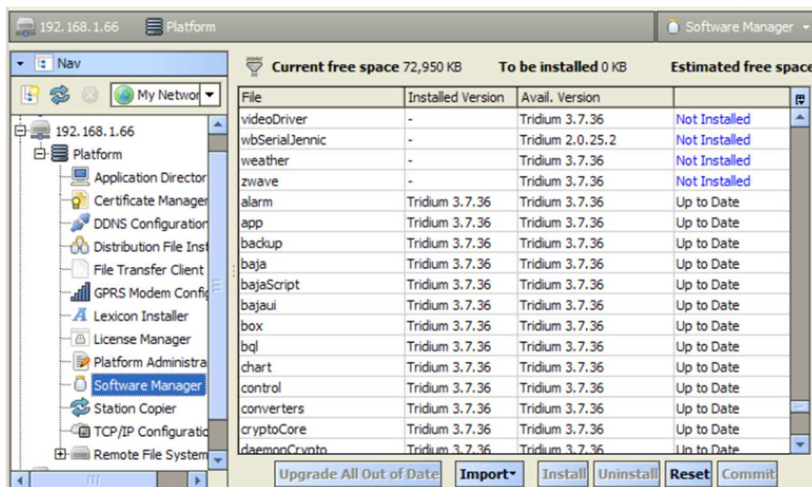


Figura 52 - Janela de atualização dos módulos do sistema

## Station Copier

A cópia de estação é um dos vários pontos de vista de plataforma. Pode ser usado para instalar uma estação em uma plataforma EC-Net<sup>AX</sup>, bem como fazer uma cópia de segurança local de uma estação remota (copiar banco de dados da estação e arquivos para o computador). Ainda é possível renomear e apagar estações, local ou remotamente.

## User Manager

O Gerenciador de usuários é um dos vários pontos de vista de plataforma, disponível apenas quando ligado a Windows. Esta visão permite gerenciar usuários do sistema operacional Windows e contas de grupo local para esse mesmo Windows. [22]