



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Citeljor Cunha Sacramento Menezes

Sistema de Gestão Técnica do edifício do Departamento de Engenharia Civil

Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Fevereiro/2016

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”

Robert Collier

Agradecimentos

Começo por agradecer primeiramente aos meus pais, Teodoro S. Menezes e Maria José C. Menezes, aos meus irmãos Edley Menezes, Joene Menezes, Ludmila Menezes e Josedoro Menezes por todo o apoio que me prestaram durante todo meu percurso acadêmico.

Agradeço particularmente aos meus orientadores, Professor Doutor António Manuel de Oliveira Gomes Martins e o Professor Doutor Humberto Manuel Jorge por todo o auxílio e acompanhamento prestado durante a realização desta dissertação.

Deixo uma palavra de agradecimento aos funcionários do Departamento de Engenharia Civil em geral e em particular ao Eng.º Edmundo Pais, Ricardo Oliveira, David Rodrigues por todo apoio e amizade demonstrado durante a realização deste projeto.

Estendo a minha profunda gratidão e apreço à minha namorada Marlisa Pina por todo o companheirismo, preocupação, amizade, incentivo, conselhos, paciência demonstrado durante esses anos do curso.

Por último, mas não menos importante, agradeço especialmente a todos os meus colegas em geral e em particular ao José Manuel Noronha, Osvaldo Sousa e a toda comunidade do LGE pela amizade e pelo auxílio prestado durante a realização desta dissertação.

A todos, o meu muito obrigado.

Resumo

Já muito se disse sobre a necessidade de poupança energética nos edifícios como via prioritária para alcançarmos um patamar de rentabilidade, eficiência e sustentabilidade nos próximos anos. Os edifícios são os pontos críticos e fraturantes quando sabemos que representam cerca de 40% do consumo geral na União Europeia (EU) e 30% em Portugal.

Os sistemas de gestão técnica existem para assegurar uma gestão adequada, permitindo monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma integrada, as várias instalações existentes no edifício, tais como climatização, água quente sanitária (AQS), contadores de eletricidade, gás, iluminação, segurança, entre outros.

Sendo a Universidade de Coimbra (UC) uma instituição bastante prestigiada a nível nacional e internacional, tem nos quadros profissionais pessoas que se preocupam com este tipo de problemas associados à gestão dos recursos energéticos por parte da instituição.

Desta forma, há largos anos que começaram a ser instalados Sistemas de Gestão Técnica (SGT) em vários edifícios pertencentes à Universidade de Coimbra.

Neste seguimento, e aquando da conceção do Departamento de Engenharia Civil (DEC) da Universidade de Coimbra, foi instalado pela empresa Sistavac um Sistema de Gestão Técnica (SGT) para controlar o sistema AVAC. Contudo, devido a falta de manutenção dos equipamentos e de atualização do sistema de supervisão, esta aplicação geria o funcionamento dos equipamentos de forma ineficiente.

Assim, os principais objetivos desta dissertação são implementação de camadas de aplicação de controlo do sistema AVAC e monitorização de consumos de eletricidade, água e gás do Departamento de Engenharia Civil (DEC).

A aplicação desenvolvida para o sistema AVAC permite comandar, monitorizar e gerir o funcionamento, de forma direta ou condicionada por horário, de todos os equipamentos do referido sistema.

Em relação à aplicação de monitorização de consumos do edifício, esta disponibiliza informação de consumo total de eletricidade de dia anterior, de dia até ao momento e do último intervalo de 15 minutos.

Palavras-chaves:

Sistema de Gestão Técnica, Sistema AVAC, Monitorização de Consumo, Sistema SCADA, Utilização Eficiente de Energia.

Abstract

Much has been said about the need for energy savings in buildings as a priority route to reach a level of profitability, efficiency and sustainability in the coming years [1]. The buildings are critical and divisive points when we know that approximately 40% of overall consumption in the European Union (EU) and 30% in Portugal.

Technical management systems exist to ensure proper management, allowing monitoring, control, operate and manage, in an integrated manner, the various existing installation in the building such as air conditioning, domestic hot water (DHW), electricity meters, gas, lighting, security, among others.

Being the University of Coimbra (UC) a very prestigious institution at national and international level, has the professional staff who care about such problems associated with poor management of energy resources by the institution.

Thus, many years ago it began to install Technical Management Systems (TMS) in several buildings belonging to the University of Coimbra.

In this follow-up, or during the conception of the Civil Engineering Department (CED), University of Coimbra, was installed by the company Sistavac a Technical Management System (TMS) to control the HVAC system. However, due to lack of equipment maintenance and upgrade of the supervisory system, this application managed the operation of inefficient equipment.

Thus, the main objective of this thesis is implementation of control application layers of the HVAC system and monitoring of electricity consumption, water and gas Civil Engineering Department (CED).

The application developed for the HVAC system is used to control, monitor and manage the operation, directly or conditioned by time way, all the equipment of the system.

Regarding the application of building consumption monitoring, this provides total consumption information of electricity from yesterday, presente day and the last 15-minute interval.

Keywords:

Technical Management System, AVAC System, Consumption Monitoring, SCADA System, Efficient Use of Energy.

Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo.....	IV
Abstract	V
Índice de Figura.....	IX
Lista de Tabelas.....	XI
Acrónimos	XIII
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento do Problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura do documento.....	4
2. Sistemas de Gestão Técnica em Edifícios.....	5
2.1. Introdução.....	5
2.2. Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA).....	6
2.3. <i>Software</i> SCADA	7
2.4. Protocolos de Comunicação	7
2.4.1. Tipos de Protocolos de Comunicação	9
2.4.1.1. Protocolo Proprietário.....	9
▪ Protocolo RS-bus.....	9
2.4.1.2. Protocolo Não Proprietário.....	10
▪ Protocolo Bacnet.....	10
▪ Protocolo OPC.....	12
▪ OLE	13
▪ OPC COM	Erro! Marcador não definido.
▪ OPC DCOM	Erro! Marcador não definido.
2.5. Plataforma de monitorização de consumos	14
2.5.1. Base de Dados MeWaGo	15
2.5.2. <i>Software</i> MySQL <i>Workbench</i>	16

3.	Sistema AVAC do DEC	17
3.1.	Introdução	17
3.2.	<i>Gateway</i>	18
3.3.	Comunicação	20
3.3.1.	<i>SCADA Engine BACnet OPC Server</i>	20
3.3.2.	Leitura e Escrita do Objeto BACnet	21
4.	Nova Aplicação de Gestão Técnica do DEC	23
4.1.	Apresentação do Visu+	23
4.2.	Apresentação da NAGT para AVAC	24
4.2.1.	Interface principal	25
4.2.2.	Interfaces do sistema AVAC da NAGT	26
4.2.2.1.	Caldeiras	27
4.2.2.2.	Eletrobombas	28
4.2.2.3.	Aquecimento	29
4.2.2.4.	UC	30
4.2.2.5.	Ventilador de Extração (VE)	32
4.2.2.6.	Histórico	34
4.2.2.7.	Históricos de Alarmes	34
4.2.3.	Conclusão	35
4.3.	Monitorização de Consumos	35
4.3.1.	Introdução	35
4.3.2.	Monitorização de Consumo de Eletricidade do DEC	36
4.3.2.1.	Interface “Monitorização de Consumos Gerais do Edifício”	37
4.3.2.2.	Interface “Monitorização de Consumo de Eletricidade AVAC Biblioteca”	39
4.3.3.	Conclusão	39
4.4.	Documentação	40
4.4.1.	Introdução à Documentação	40
4.4.2.	Plano de testes	40
4.4.3.	Lista de testes	40
4.4.4.	Manual de referência	41

4.4.5. Conclusão	41
5. Conclusão e Trabalhos Futuros	43
5.1. Conclusão	43
5.2. Trabalho Futuro	44
Referências Bibliográficas	46
Referências	46
Apêndice A.....	49
Plano de Testes.....	49
Apêndice B.....	57
Lista de Testes	57
Apêndice C.....	67
Resultado da Simulação	67
(Amostra dos testes realizados).....	67
Apêndice D.....	81
Manual de Referência.....	81

Índice de Figura

Figura 2.1-Diagrama ilustrativo de funcionamento de SGT do DEC	18
Figura 2. 2- Camadas do Protocolo de Comunicação OSI.....	8
Figura 2. 3- Configurações da Comunicação RS-bus [8].....	10
Figura 2. 4-Arquitetura do protocolo Bacnet baseado no modelo OSI [10]	11
Figura 2. 5- Logótipo do protocolo BACnet [11]	11
Figura 2. 6- Exemplo de implementação [13].....	13
Figura 2. 7-Arquitetura geral da plataforma MeWaGo [3]	15
Figura 3. 1-Diagrama de um dos controladores (NRUE/A) [8].....	17
Figura 3. 2-Gateway utilizada para converter o protocolo RS-Bus para BACnet [17].....	19
Figura 3. 3- Diagrama da rede de comunicação do sistema AVAC e Iluminação DEC.....	20
Figura 3. 4- Vista do servidor “SCADA Engine BACnet OPC server” [19].....	21
Figura 4. 1- Ambiente de trabalho em modo desenvolvimento.	24
Figura 4. 2-Vista para funcionamento agendado.	25
Figura 4. 3- Interface principal da NAGT do DEC.....	26
Figura 4. 4-Interface da NAGT sistema AVAC do DEC.....	27
Figura 4. 5- Vista de funcionamento das Caldeiras	28
Figura 4. 6- Interface "Eletrobombas" e Temperatura de Imersão.....	29
Figura 4. 7- Interface "Aquecimento"	30
Figura 4. 8- Interface "UC1-Biblioteca modo aquecimento”.....	31
Figura 4. 9- Interface "UC1-Biblioteca modo arrefecimento”	32
Figura 4. 10- Interface de ventiladores “Bloco D” e “Bloco G”	33
Figura 4. 11- Interface de controlo “VE18” “VE2” “VE16”.	33
Figura 4. 12- Interface "Histórico <i>Chiller</i> "	34
Figura 4. 13- Interface “ALARMES”	35
Figura 4. 14-Zélio Logic SR3B261BD com módulo Ethernet SR3NET01BD	37
Figura 4. 15- Interface de monitorização de consumos gerais do edifício.....	38
Figura 4. 16- Interface de monitorização de consumo AVAC Biblioteca	39
Figura D 1-Código desenvolvido para controlo dos ventiladores dos Blocos D/G	7
Figura D 2- Código desenvolvido para o funcionamento da “Caldeira 1”	9
Figura D 3- Código desenvolvido para o funcionamento da “GEC1”	11
Figura D 4- Código desenvolvido para o funcionamento da “GECC”	12
Figura D 5- Código desenvolvido para o funcionamento da “UC5”	16
Figura D 6- Código desenvolvido para controlo da válvula de aquecimento UC4.....	16
Figura D 7- Código desenvolvido para controlo da “GEC7”.....	17
Figura D 8-Passos para mapeamento da variável (1/6).....	18
Figura D 9 -Passos para mapeamento da variável (2/6).....	19
Figura D 10-Passos para mapeamento da variável (3/6).....	19
Figura D 11-Passos para mapeamento da variável (4/6).....	20
Figura D 12- Passos para mapeamento da variável (5/6).....	21
Figura D 13- Passos para mapeamento da variável (6/6).....	21
Figura D 14- Ambiente inicial do servidor SCADA Engine	24
Figura D 15- Configuração do porto	25
Figura D 16- Configuração da gateway	26
Figura D 17- Confirmação do endereço estático.....	27
Figura D 18-Browse Bacnet Network.....	28

Figura D 19-Imagem Device scan com detecção da rede Dev 2098177	28
Figura D 20-Objetos da rede de campo (1/2)	29
Figura D 21- Objetos da rede de campo (2/2)	30
Figura D 22- Imagem de Analog Input (1/2)	31
Figura D 23- Conteúdo do objeto “sensor exterior 1”	32
Figura D 24- Conteúdo do objeto “Válvula modular circuito 2”	32
Figura D 25 Imagem de Grid	36
Figura D 26- Configuração do driver ODBC (1/6)	37
Figura D 27- Configuração do driver ODBC (2/6)	37
Figura D 28- Configuração do driver ODBC (3/6)	38
Figura D 29- Configuração do driver ODBC (4/6)	38
Figura D 30- Configuração do driver ODBC (5/6)	39
Figura D 31- Configuração do driver ODBC (6/6)	40

Lista de Tabelas

Tabela A 1- Dados relativos à localização dos sensores de temperatura ambiente	52
Tabela A 2- Dados relativos à localização dos sensores de temperatura	53
Tabela B 1-Tabela Plano de teste de Caldeira.....	58
Tabela B 2- Tabela Plano de teste da UC modo manual (1/3).....	59
Tabela B 3- Tabela Plano de teste da UC modo manual (2/3).....	60
Tabela B 4- Tabela Plano de teste da UC modo manual (3/3).....	61
Tabela B 5- Tabela Plano de teste da UC modo automático (1/2).....	62
Tabela B 6 -Tabela Plano de teste da UC modo automático (2/2).....	63
Tabela B 7- Tabela Plano de teste das Eletrobombas	64
Tabela B 8- Tabela Plano de teste da GECC	65
Tabela B 9-Tabela Plano de teste de GEC7	65
Tabela B 10- Tabela Plano de teste de VE.....	66
Tabela C 1- Tabela Referente à realização do Plano de testes.....	68
Tabela C 2- Tabela Referente à realização da secção da Caldeira 1 do Plano de testes	69
Tabela C 3- Tabela Referente à realização da secção da Caldeira 2 do Plano de testes	70
Tabela C 4-Tabela Referente à realização da secção da Caldeira 3 do Plano de testes	71
Tabela C 5-Tabela Referente à realização da secção da Eletrobomba GEC1 do Plano de testes .	72
Tabela C 6- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (1/5)	73
Tabela C 7- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (2/5).....	74
Tabela C 8- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (3/5).....	75
Tabela C 9- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (4/5).....	76
Tabela C 10- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (5/5).....	77
Tabela C 11-Tabela Referente à realização da secção da Eletrobomba GEC7 do Plano de testes	78
Tabela C 12-Tabela Referente à realização da secção da Eletrobomba GECC do Plano de testes	79
Tabela C 13-Tabela Referente à realização da secção dos Ventiladores do Plano de testes	80
Tabela D 1-Correspondência de Variáveis CT3 com Visu+.....	6
Tabela D 2 -Correspondência de Variáveis CT4 com Visu+.....	2
Tabela D 3-Correspondência de Variáveis CT7 com Visu+.....	2
Tabela D 4-Correspondência de Variáveis CT5 com Visu+.....	3
Tabela D 5-Correspondência de Variáveis CT6 com Visu+.....	3
Tabela D 6-Correspondência de Variáveis CT1 com Visu+.....	3
Tabela D 7-Correspondência de Variáveis CT2 com Visu+.....	4
Tabela D 8-Correspondência de Variáveis CT3 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	4
Tabela D 9-Correspondência de Variáveis CT7 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	4
Tabela D 10- Correspondência de Variáveis CT5 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	4
Tabela D 11-Correspondência de Variáveis CT6 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	5
Tabela D 12-Correspondência de Variáveis CT1 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	5
Tabela D 13-Correspondência de Variáveis CT2 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	5
Tabela D 14- Variáveis de Alarmes CT7	5
Tabela D 15- Variáveis de Alarmes CT6	6
Tabela D 16- Variáveis de Alarmes CT4	6
Tabela D 17-Variáveis de Reset Alarmes CT7	6
Tabela D 18-Variáveis de Reset Alarmes CT6	6

Tabela D 19-Variáveis de Reset Alarmes CT4	6
Tabela D 20- Variáveis relativas ao funcionamento das Caldeiras.....	8
Tabela D 21- Variáveis relativas ao funcionamento das eletrobombas	10
Tabela D 22- Variáveis relativas ao funcionamento das UCs.....	13

Acrónimos

ADU – *Application Data Unit*

AQS – *Água Quente Sanitária*

ASCII – *American Standard Code for Information Interchange*

AVAC – *Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado*

BACnet – *Building Automation Control network*

BMS – *Building Management System*

CT- *Controlador*

DEC – *Departamento de Engenharia Civil*

FBD – *Function Block Diagram*

GTC – *Gestão Técnica Centralizada*

GUI – *Graphical User Interface*

HMI – *Human Machine Interface*

IP – *Internet Protocol*

ISO – *Internacional Organization Standardization*

MySQL – *Structured Query Language*

NAGT – *Nova Aplicação de Gestão Técnica*

ODBC – *Open Database Connectivity*

OLE – *Object Linking and Embedding*

OPC – *OLE for Process Control*

OSI – *Open System Interconnection*

PDU – *Protocol Data Unit*

PLC – *Programmable Logic Controller*

RTU – *Remote Terminal Unit*

SAPIM – *Structure and Parameter Identification Menu*

SCADA – *Supervisory Control And Data Acquisition*

SGT – *Sistema de Gestão Técnica*

UC – *Unidade Condicionadora*

WS – *workstation*

1. Introdução

1.1. Enquadramento do Problema

A necessidade de reduzir o consumo de energia à escala global dita a necessidade de cada país desenvolver políticas energéticas capazes de cumprir metas. A política energética nacional assenta em dois pilares fundamentais, a racionalização económica e a sustentabilidade, preconizando para isso medidas de eficiência energética, a utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis e a necessidade de reduzir custos [2].

O aumento do preço de energia elétrica e o aumento das emissões de gases poluentes para a atmosfera, fruto de um maior consumo de energia elétrica, têm tornado a monitorização uma prática cada vez mais recorrente principalmente nos grandes edifícios onde o consumo é relativamente elevado.

Inicialmente, as instalações técnicas dos edifícios eram formadas apenas por instalações elétricas e alguns sistemas de ventilação. No entanto, nos últimos anos tem-se assistido ao aumento da penetração de equipamentos aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), sistema de controlo de acessos ou sistemas de deteção de incêndios. Como tal, a complexidade de projetar, implementar e de manter cresceu de uma forma significativa. É neste contexto que surgem os Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (GTC) que asseguram uma gestão adequada, permitindo monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma integrada, as várias instalações existentes no edifício, tais como climatização, águas quentes sanitárias (AQS), contadores de energia, iluminação, segurança entre outros [1]. Aliada aos Sistemas de Gestão Técnica (SGT), a integração de sistemas de manutenção preventiva permitiu a gestão dos ativos, otimização dos recursos humanos e evitar/prever falhas e/ou diminuir os tempos de reparação e os consequentes tempos de paragem.

Na Universidade de Coimbra foram instalados Sistemas de Gestão Técnica em alguns edifícios que a constituem. No edifício do Departamento de Engenharia Civil (DEC), foi instalado no ano da sua construção, em 2000, pela empresa Sistvavac um SGT da marca Landis & Staefa. Este sistema encontra-se ainda em funcionamento, no entanto gere de forma ineficiente os equipamentos de AVAC (ventilação de extração e insuflação, bombas de calor, chiller e caldeiras) deste edifício [3].

Deste modo, o sistema de gestão técnica existente no DEC carece de revisão funcional e substituição de camada de aplicação residente na workstation (WS). Com efeito, e a fim de solucionar este problema e tendo em conta a complexidade dos sistemas, dividiu-se em várias dissertações de mestrado do curso de Engenharia Electrotécnica e Computadores, a realização

deste projeto. Neste trabalho, o quarto do projeto, é necessário dar seguimento a camada de aplicação do sistema AVAC criada num dos projetos anteriores tornando a mesma funcional e acrescentar uma camada para monitorização dos consumos do referido edifício.

Pretendeu-se explorar estas possibilidades de forma incremental, assegurando em primeiro lugar a modernização da camada de aplicação do SGT existente, o que passou também por concretizar a interface de comunicação com a rede de controladores distribuídos.

1.2. Objetivos

Neste trabalho, pretendeu-se tornar funcional o sistema AVAC e melhorar o funcionamento da camada de aplicação do sistema de monitorização dos consumos. Para tal, foi necessário fazer o mapeamento no supervisor de todas as entradas e saídas dos controladores do sistema AVAC e a implementação das funções que permitem a monitorização de consumos do edifício.

Foi feito um estudo sobre as características da camada de ligação de dados da rede de controladores existente no local.

No que concerne ao sistema AVAC, fez-se um levantamento de todas as variáveis *input/output* (I/O) dos controladores associadas aos equipamentos de campo. Concluído os passos anteriores, foi necessário fazer o mapeamento de todas as variáveis na plataforma de supervisão Visu+. De seguida fez-se a montagem no local da nova solução de supervisão relativa ao comando do sistema AVAC, combinando o software GUI desenvolvido com o sistema da rede de campo, incluindo a *gateway* da interface e a solução *OLE Process Control* (OPC) necessária. Foram feitos dois testes. Teste de operacionalidade do comando do sistema AVAC de acordo com especificações existentes e teste de operacionalidade definitiva da solução aumentada (AVAC + Iluminação) com as opções de comando de iluminação já desenvolvidas anteriormente.

Por último, foram analisadas as soluções existentes de monitorização de consumos do DEC e especificada a inclusão de informação sobre estes consumos no programa de supervisão. Nesta fase foram implementadas as funções de monitorização e visualização de consumos (energia elétrica, gás e água) na camada de aplicação *human machine interface* (HMI) do SGT e atualização do manual de referência de programas de aplicação do SGT DEC.

1.3. Metodologia

Com objetivo de facilitar, organizar e criar métodos de trabalho eficientes decidiu-se dividir este projeto em várias fases de trabalho.

Numa primeira fase foi feito enquadramento do funcionamento de todo sistema passando pela leitura de toda a documentação disponível sobre o SGT, nomeadamente datasheet (disponibilizado pela Siemens) dos controladores do AVAC e manual de funcionamento da aplicação SCADA Visu+. Posteriormente, ou seja, numa segunda fase começou-se com visitas, que se mantiveram durante o tempo de desenvolvimento deste projeto, ao edifício do DEC. Estas visitas, além de servirem para recolha de informações inerentes ao SGT, serviram também para dialogar com os responsáveis da gestão técnica deste edifício com o intuito de perceber o funcionamento do sistema existente, os problemas detetados no funcionamento da plataforma atual e as necessidades operacionais que a Nova Aplicação de Gestão Técnica (NAGT) deve contemplar.

Na terceira fase foi feito o estudo no sentido de compreender o funcionamento da NAGT e pesquisar sobre o protocolo de comunicação entre o supervisor e os equipamentos de controlo do sistema AVAC. Esta foi a fase mais morosa do projeto, pois, foi necessário muito tempo para ler e pesquisar sobre o esquema de funcionamento dos controladores bem como o protocolo de comunicação entre a NAGT e os controladores.

Numa quarta fase, e após compreensão de funcionamento de todo o sistema, procedeu-se a implementação do projeto. A implementação do projeto corresponde ao mapeamento quer das variáveis afetas à programação GUI existente bem como as do servidor OPC Bacnet. Ainda nesta fase, foram realizados vários testes de simulação para assegurar o correto funcionamento dos sistemas.

Por último, e após a realização de todo o processo, elaborou-se o manual de referência, planos e tabelas de testes recorrendo a uma estrutura simples, de fácil perceção e de consulta.

1.4. Estrutura do documento

A presente dissertação está organizada em sete capítulos.

O **primeiro capítulo** descreve o enquadramento e os objetivos da dissertação e apresenta a metodologia utilizada ao longo do projeto. Os capítulos seguintes são dedicados às ferramentas desenvolvidas para cada um dos níveis de integração identificados.

O **segundo capítulo** apresenta a descrição tecnológica dos Sistemas de Gestão Técnica e sistema de supervisão. Ainda neste capítulo é descrito o funcionamento dos componentes de rede de computadores e protocolos de comunicação utilizados na realização deste trabalho.

O **terceiro capítulo** incide sobre o Sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado do DEC. Neste capítulo é apresentada a organização do SGT em estudo quer do ponto de vista da sua interface com o utilizador quer do ponto de vista do *hardware* e *software*.

O **quarto capítulo** descreve de forma sucinta o *software* SCADA-Visu+ existente atualmente a comandar o sistema AVAC, apresenta considerações sobre o funcionamento da NAGT do edifício. Ainda neste capítulo, é feita a descrição das interfaces de monitorização de consumos do DEC. São apresentadas as ferramentas utilizadas para acesso à base de dados (MeWaGo) e algumas particularidades na sua implementação. Por fim, enumera-se as documentações que foram necessários desenvolver para apoio à aplicação e à realização dos testes de campo.

No **quinto capítulo** são apresentadas as principais conclusões desta dissertação e trabalho futuro. Por fim, são apresentadas as principais referências bibliográficas de base desta dissertação.

2. Sistemas de Gestão Técnica em Edifícios

2.1. Introdução

Um Sistema de Gestão Técnica, também conhecido por *Building Management Systems* (BMS) é um sistema centralizado que recolhe e envia diversas informações a vários subsistemas instalados num edifício tais como climatização, AQS, contadores de energia, iluminação, segurança, entre outros. A gestão técnica centralizada GTC pode aumentar a poupança no consumo energético e tem que ser encarada hoje como elemento essencial na estratégia de eficiência energética e gestão de custos de um edifício [4].

Para atingir as metas da União Europeia (UE) para os próximos anos, onde em 2020 os novos edifícios deverão ter um balanço energético muito próximo de zero e produzir a quase a totalidade da energia que consomem via fontes renováveis, é necessário medir e racionalizar toda a energia utilizada nos edifícios para o seu funcionamento. Garantir a eficiência energética de um edifício não passa apenas por ter equipamentos eficientes, depende também da forma como é feita a gestão dos consumos de energia. Os sistemas de gestão técnica são a solução para assegurar uma gestão adequada, permitindo monitorizar, comandar e gerir, de forma integrada, várias instalações existentes no edifício [4]. Quando bem dimensionado e operacionalizado pode, em média, acrescentar uma poupança de 24% face às tradicionais instalações [1]. A poupança poderá ser maior se este tipo de sistema for integrado e forem criados algoritmos que permitam ao sistema auto gerir-se de acordo com os elementos externos como o clima e internos, tais como os hábitos de utilização de climatização, iluminação, etc. Estes sistemas incluem os equipamentos/instalações (*hardware*) e um *software* e funcionam sob o princípio da integração de sistemas, ou seja, a partir desse *software* comum é possível coordenar as diversas instalações existentes. Estas podem ser de diversos fabricantes, têm apenas de comunicar no mesmo protocolo, caso contrário é necessário um equipamento intermédio (*gateway*) que permite a troca de informação. Os sistemas *supervisory, control and data acquisition* (SCADA) são a base material de suporte e concretização dos sistemas de gestão técnica, permitindo receber a informação de vários equipamentos de aquisição de dados numa instalação, compilá-la, analisá-la e armazená-la para posteriormente apresentar ao utilizador.

2.2. Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)

Sistemas SCADA são sistemas que utilizam *software* para monitorizar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controlo ligados através de controladores específicos. O objetivo principal dos sistemas SCADA é propiciar uma interface de alto nível do operador com o processo informando-o “em tempo real” de todos os eventos de importância da instalação [5].

Os sistemas SCADA permitem a racionalização da utilização dos recursos energéticos, incrementando a eficiência operacional e o controlo dos sistemas de segurança. Possibilitam por exemplo, o controlo de elevadores, sistemas AVAC e outros equipamentos electromecânicos, proporcionando economia de energia e redução dos custos de operação e manutenção do sistema. Funções como iluminação e ventilação podem ser controladas automaticamente, com horários pré-estabelecidos para ativação e desativação, inclusive por setores. Permitem também a monitorização do consumo de água, gás e energia elétrica evitando o desperdício.

Os principais Elementos do Sistema SCADA são:

- **Sensores e atuadores**

São os dispositivos conectados aos equipamentos controlados e monitorizados pelo sistema. Os sensores convertem parâmetros físicos, tais como velocidade, níveis de líquido e temperatura, para sinais analógicos e digitais que são enviados para as estações remotas. Já os atuadores são utilizados para agir sobre o sistema, ligando, desligando ou movimentando determinados equipamentos [5].

- **PLC/RTU**

São equipamentos dotados de processadores, através dos quais a estação central de monitorização comunica com os dispositivos existentes nos diversos setores do edifício. O processo de aquisição de dados é concluído com o respetivo armazenamento em uma base de dados central do sistema. A diferença entre os *programmable logic controller* (PLC) e as *remote terminal unit* (RTU) está em que os primeiros possuem maior flexibilidade na linguagem de programação e controlo de sinais de *input/output* (I/O) enquanto as RTU possuem uma arquitetura mais distribuída entre sua unidade de processamento central e as cartas de I/O com maior precisão e controlo de eventos para além de permitir comunicação sem fio (*wireless*) [5].

- **Redes de comunicação**

Plataforma através do qual as informações do sistema são transferidas para o controlo central. A rede de comunicação pode ser implementada utilizando diversos meios de transmissão

como por exemplo cabos coaxiais e de par trançado (RS-232, RS-485, etc), cabos de fibra óptica, sinais de radiofrequência.

- **Estação de controlo central**

As estações de controlo central são as unidades principais dos sistemas SCADA responsáveis pela monitorização e supervisão de todo o sistema de automação e por recolher a informação enviada pelas estações remotas e atuar de acordo com os eventos detetados. Podem estar centralizadas em um único computador ou distribuídas por uma rede de computadores de modo a permitir a partilha dos dados [5].

2.3. Software SCADA

Os sistemas SCADA são suportados por várias camadas de *software* que integram com o *hardware* de controlo e de aquisição de dados e disponibilizam interfaces gráficas que permitem a monitorização de estado do sistema por parte do operador. O *software* mais utilizado para o tipo de aplicação relevante para a presente dissertação é denominado *software* SCADA/HMI. O SCADA/HMI é normalmente composto por um conjunto de aplicações distribuídas encarregues de fazer o tratamento e interpretação da informação proveniente das camadas inferiores, que descrevem o estado do sistema monitorizado, sendo ainda responsável por disponibilizar graficamente essa informação.

O desenvolvimento do HMI, neste contexto, resultou da necessidade de padronizar a forma de apresentar, monitorizar e controlar os múltiplos sistemas de controlo. Além disso, o HMI está ligado a uma base de dados do sistema SCADA permitindo a monitorização e análise do sistema ao longo do tempo através de um registo histórico e de dados estatísticos utilizados para melhorar o desempenho do sistema. Dois aspetos muito importantes a ter em consideração nestes sistemas são a manutenção e a segurança. No que concerne à manutenção, devem existir interruptores locais e indicadores que permitam o controlo manual do equipamento para fins de manutenção ou na ausência de comunicações devido a falhas no sistema. Ao nível de segurança, para evitar que pessoas não autorizadas executem ações para as quais não estão autorizadas ou não tenham competências e ponham em causa o desempenho do sistema e eventualmente a segurança dos ocupantes e bens do edifício, deve-se restringir o acesso ao controlo do sistema, ou parte dele, por exemplo, recorrendo ao uso de passwords.

2.4. Protocolos de Comunicação

Para haver comunicação é necessária a existência de uma fonte (emissor), de uma mensagem e de um recetor. Um protocolo de comunicação descreve formalmente o formato da

mensagem a ser transmitida e as respectivas regras de transmissão relativamente à sintaxe, à semântica e à sincronização da comunicação. Assim, em 1984 foi desenvolvida pela *International Organization Standard* (ISO) uma norma de comunicação entre redes de computadores distribuídos por sete camadas ou níveis (física, lógica, rede, transporte, sessão, apresentação e aplicação) para definir as diferentes fases pelas quais a informação passa de um dispositivo para outro através de uma rede. Este modelo (**Figura 2.1**) tem o nome de *Open Systems Interconnection* (OSI).

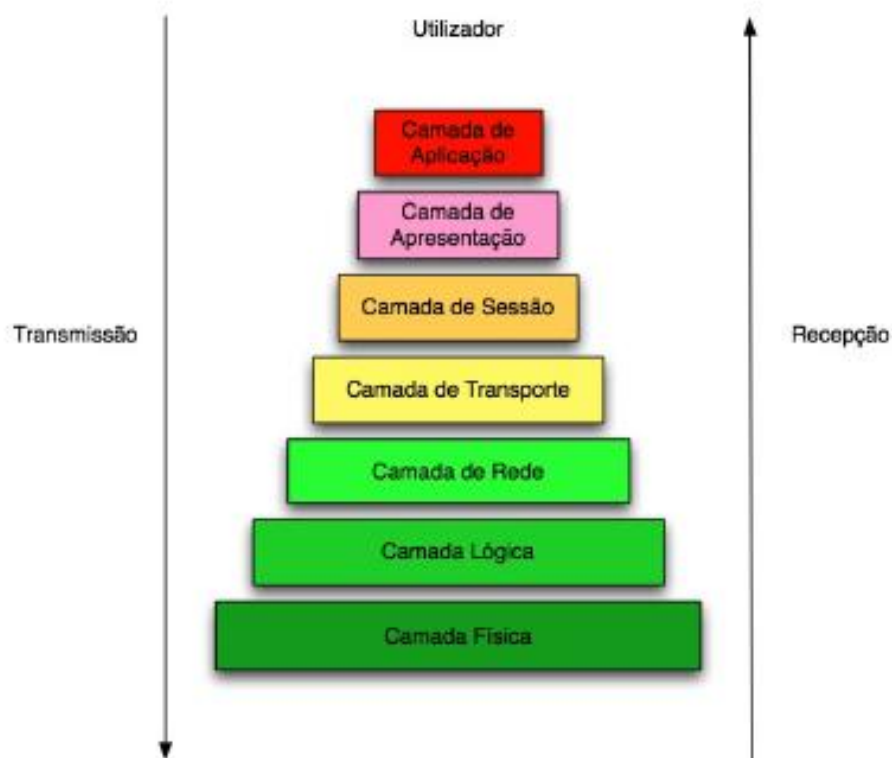


Figura 2. 1- Camadas do Protocolo de Comunicação OSI

A primeira camada física tem a função de conseguir transmitir corretamente um bit sobre o meio físico de interligação e é necessário ter em conta as características de propagação do sinal para este nível.

O nível lógico utiliza os serviços da camada física para enviar pacotes de dados entre duas máquinas ligadas à mesma rede física. Aqui, é muito importante controlar a multiplexagem do meio de transmissão para ser possível enviar as tramas e garantir que os dados enviados são recebidos corretamente sem serem adulterados por falhas no meio físico.

Um SGT, como já foi referido, é um sistema hierarquizado e com um elevado grau de complexidade. Esta complexidade, o elevado número de marcas que laboram nesta área de

mercado e que dispõem de um número elevadíssimo de equipamentos, juntamente com os diversos protocolos de comunicação existentes, obriga à necessidade de mapear, etiquetar e identificar toda a informação relacionada com SGT instalado de forma clara e correta. O caso mais evidente e problemático é descobrir o tipo de protocolo comunicação usado numa rede, quando não dispomos de documentação. Tal deve-se ao facto de o protocolo de comunicação não conter qualquer componente física que o possa denunciar. Nesta dissertação, tendo em conta que já se conhece o tipo de protocolo de comunicação utilizado pela Siemens para a rede de campo dos controladores do sistema AVAC e o tipo de protocolo de comunicação entre a aplicação SCADA/HMI e a *gateway*, optou-se por explicar o funcionamento destes.

2.4.1. Tipos de Protocolos de Comunicação

Existe um consenso cada vez maior entre fornecedores e utilizadores de equipamentos de sistemas industriais sobre a necessidade da busca contínua de produtos com arquiteturas próprias, independentes de fabricantes, com alto desempenho, comprovados mecanismos de segurança e que sejam tecnologicamente modernos e robustos. Estes produtos precisam: atender às novas exigências de controlo, distribuição e armazenamento de informações; ter maior interoperacionalidade entre plataformas de diferentes fabricantes; apresentar maior flexibilidade em manutenção e futuras atualizações [6].

2.4.1.1. Protocolo Proprietário

Os protocolos proprietários são definidos por uma empresa e não são disponibilizados aos utilizadores e os outros fabricantes de dispositivos. Neste caso somente dispositivos da empresa em questão são capazes de comunicar uns com os outros [6]. Em geral, os sistemas proprietários exibem desempenhos aceitáveis para o fim para que foram concebidos. Ao investir num sistema deste tipo não se está apenas a comprar um produto, mas sim a criar uma ligação, que geralmente apenas favorece o fornecedor. Assim, torna-se impraticável, ou mesmo financeiramente difícil, depois de realizado um investimento inicial num sistema proprietário de determinado fornecedor, mudar para outro. Para além dos aspetos económicos/financeiros, os sistemas proprietários revelam-se tendencialmente incompatíveis com *software* e *hardware* de outros fornecedores [7].

Protocolo RS-bus

A informação disponível acerca deste modo de comunicação é bastante reduzida, sendo só possível encontrar informações sobre este tema nos manuais dos equipamentos da Siemens [3]. A rede com comunicação RS-bus (**Figura 2.2**) é constituída por um sistema multiponto num barramento série, suportando um máximo de 32 controladores todos eles com capacidade de

comunicação entre si. Os controladores do tipo NRU ou NRK (que são os controladores existentes no projeto explorado nesta dissertação) estão numerados de 1 a 16, enquanto os números de 17 a 32 estão reservados para os terminais de operação (controlador NBRN) ou para interface da estação de controle [3].

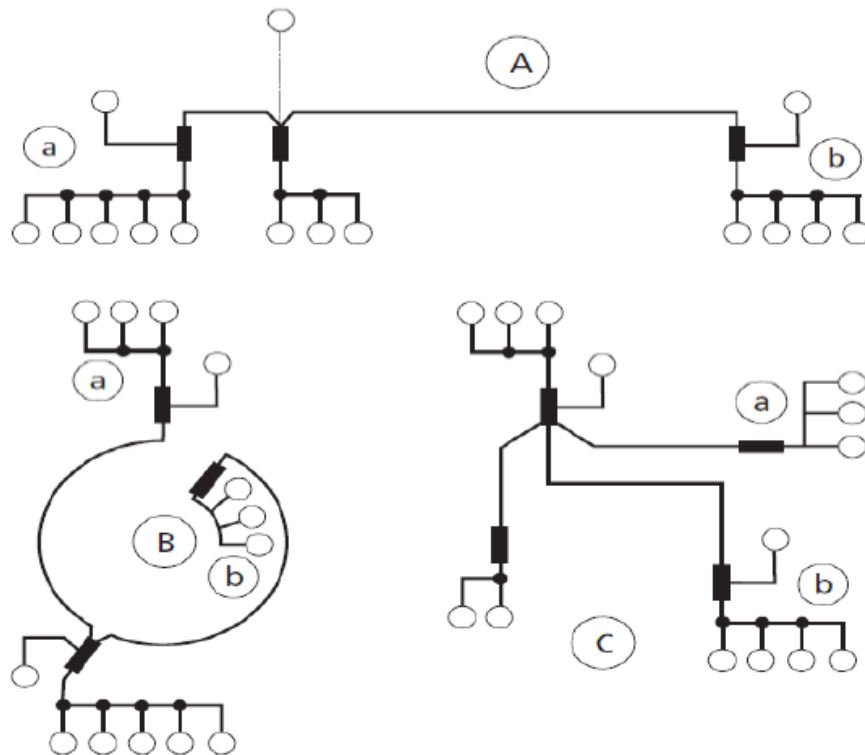


Figura 2. 2- Configurações da Comunicação RS-bus [8]

2.4.1.2. Protocolo Não Proprietário

Os protocolos abertos, pelo contrário, são aqueles cujas regras e convenções são amplamente divulgadas, geralmente na forma de uma especificação técnica internacional, nacional ou regional. Neste caso, diversos fabricantes podem, em princípio, desenvolver sistemas computacionais que permitam a interface entre os seus dispositivos com os outros que entendam o mesmo protocolo. Uma das principais vantagens da adoção de protocolos abertos é a independência de fabricantes, ou seja, quanto mais empresas tiverem produtos disponíveis em um protocolo, menos dependente fica a automação de uma empresa específica. Tal aspecto tende a levar a uma redução dos custos dos dispositivos em função da concorrência que naturalmente surge no mercado [6].

Protocolo Bacnet

BACnet (*Building Automation Control network*) é um protocolo normalizado (ISO 16484-5) de origem norte-americana, destinado à automação de edifícios residenciais e foi desenvolvido

com o apoio de ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*), uma vez que o seu objetivo inicial era o controlo de equipamentos AVAC.

A arquitetura desta tecnologia baseia-se numa forma simplificada do modelo ISO OSI (*Open System Interconnection*), utilizando quatro das sete camadas (aplicação, rede, lógica e física) de transmissão

de dados [9]. Na **Figura 2.3**, é possível observar a arquitetura Bacnet com base na arquitetura colapsada do modelo OSI. Esta arquitetura faz referência a quatro das sete camadas deste modelo.

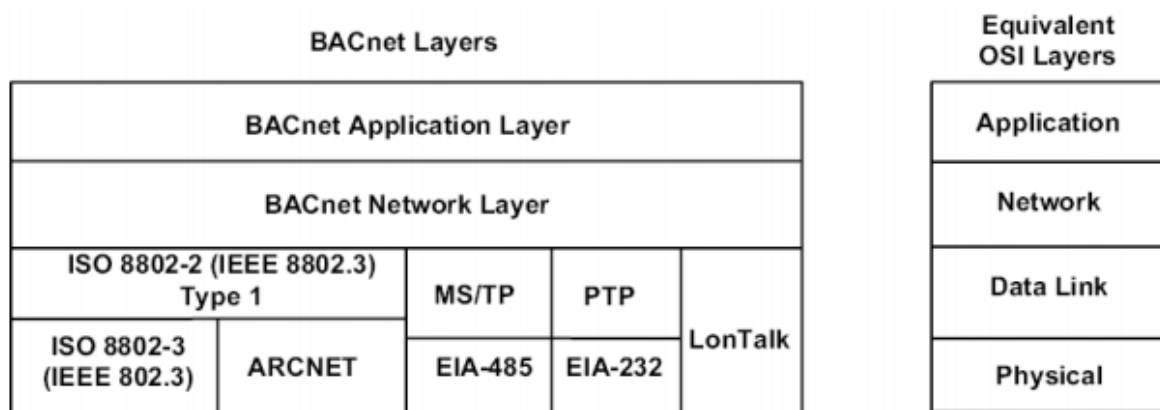


Figura 2.3-Arquitetura do protocolo Bacnet baseado no modelo OSI [10]

Os suportes físicos utilizados pelo Bacnet são: RS485 (até 1Mbit/s), RS232, ARCnet (até 2.5Mbit/s), Ethernet (até 10Mbit/s redes de tecnologias da informação), TCP/IP (rede da Internet) [9].



Figura 2.4- Logótipo do protocolo BACnet [11]

A Bacnet fornece a infraestrutura de comunicação necessária de forma a integrar produtos de diferentes fabricantes e serviços do edifício que são independentes, tais como, a monitorização, o controlo de ar condicionado, ventilação e iluminação [12].

Na **Figura 2.4** é apresentado o logótipo do protocolo BACnet.

Vantagens do protocolo Bacnet:

- Foi desenvolvido especialmente para sistemas de gestão de edifícios - ASHRAE;
- AVAC está nas suas raízes, sendo o padrão para incorporar outras funções;
- Dispositivos nativos Bacnet podem ser ligados a um sistema Bacnet sem necessidade de *hardware* para comunicar com o mesmo;
- Investimento seguro a longo prazo;
- Projetos complexos podem ser criados ou remodelados passo-a-passo, sem favorecer uma determinada marca na primeira fase de construção [12].

Os dados num dispositivo Bacnet são organizados como uma série de objetos de diversos tipos com um conjunto de propriedades associadas. Um dispositivo é constituído pelo menos por um objeto utilizado para representar o próprio.

Assim, quem utiliza o Bacnet não necessita de saber como um determinado dispositivo funciona internamente, dado que este é tratado como uma coleção de objetos os quais podem ser acedidos através dos serviços Bacnet. Tal facilita o tratamento de dados dos dispositivos de diferentes fabricantes, pois as características internas de cada um ficam “ocultas”. Um outro ponto interessante, é que não há necessidade de saber quais são os outros protocolos, pois estes funcionam em conjunto com Bacnet.

Protocolo OPC

O protocolo OPC é um padrão de comunicação aberto, que tem por principal objetivo a interoperabilidade vertical entre sistemas dentro de uma organização. A primeira versão funcional do OPC foi desenvolvida por volta de 1996, resultado do trabalho conjunto entre fornecedores de sistemas para automação industrial. Deste esforço conjunto surgiu a OPC Foundation, organização que define os padrões do OPC e que busca constantemente sua melhoria e evolução.

OPC é a sigla para “OLE *for Process Control*”, onde OLE significa “*Object Linking and Embedding*”. Este é o nome dado a uma interface padronizada de comunicação que foi criada na tentativa de minimizar os problemas relacionados com a inconsistência dos “*drivers*” de equipamentos industriais de diferentes fabricantes.

OLE

Object é uma unidade de informação que pode ser criada e manipulada pelos utilizadores. Por outras palavras, objetos são módulos de dados/*software* que podem ser incluídos nos pacotes de *softwares*. Podem ser *linked* ou *embedded*.

Enquanto no primeiro tipo os objetos são armazenados separadamente e “repartidos” por várias aplicações, no segundo eles são armazenados junto com as aplicações, tornando-se de uso exclusivo das mesmas.

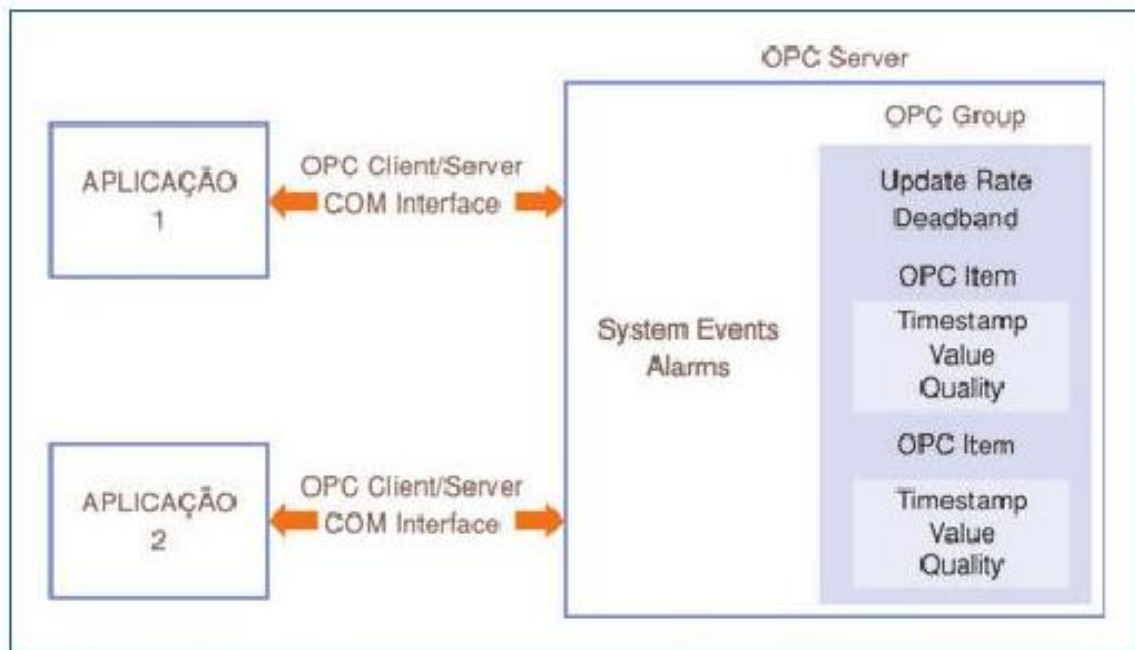


Figura 2. 5- Exemplo de implementação [13].

Os equipamentos dotados de comunicação via OPC (PLC, robôs, etc.) disponibilizam dados internos em uma interface simplificada, onde aplicações externas (**Figura 2.5**) podem interagir com a leitura e/ou escrita de valores em parâmetros, resultados, etc. Cada fabricante disponibiliza os dados mais convenientes, de acordo com o equipamento. Normalmente, dados inerentes à segurança do equipamento não estarão mapeados no “driver” e consequentemente serão invisíveis ao utilizador. A intermediação da comunicação entre aplicação cliente e equipamento é realizada por um servidor OPC (*OPC Server*). Este servidor possui os “drivers” referentes aos equipamentos suportados, e de acordo com o modelo configurado, disponibiliza a região de dados específica. Por exemplo, em uma comunicação com PLC, é possível ler ou escrever valores de ou

para memórias internas, utilizadas no programa do utilizador, ou até mesmo ler estado de entradas e saídas entre outras funcionalidades.

Funcionamento e Benefícios

A tecnologia OPC faz parte do NET *Framework*, da *Microsoft*, e baseia-se na especificação COM (*Component Object Model*), a mesma tecnologia usada na plataforma, que prevêem conectividade e interoperabilidade entre diferentes aplicações de forma “*plug-and-play*”. Estes componentes determinam a infraestrutura das aplicações compartilhadas sob sistemas operativos da *Microsoft*, como o *Windows*, abstraindo as funcionalidades dos sistemas de *software* e expondo-as de forma interativa, através de propriedades, métodos e eventos dos objetos da aplicação. As propriedades são as características específicas do objeto. Métodos são funções que executam ações com o objeto. Eventos são mensagens que o objeto utiliza para informar o mundo externo sobre acontecimentos do processo [14] [13].

A introdução de uma interface padronizada entre programas *Windows* fez com que a quantidade de drivers desenvolvido os quais os fabricantes do *hardware* implementam para seus componentes fosse reduzido para apenas um: o **OPC Server (Servidor OPC-** responsável por disponibilizar os dados). Da mesma forma, apenas uma única interface de driver é requerida para o fabricante do *software*: a interface do **OPC Client (Cliente OPC-** responsável por solicitar os dados). Consequentemente, os benefícios não são somente para os fabricantes, mas para os clientes também. Isso porque, no passado, existia normalmente apenas uma quantidade limitada de drivers compatíveis com componentes individuais de automação. Sabe-se que é praticamente impossível desenvolver drivers para todas as interfaces proprietárias. Nos dias de hoje, os utilizadores são capazes de combinar qualquer sistema de controlo ou de supervisão com qualquer tipo de *hardware* via OPC.

2.5. Plataforma de monitorização de consumos

Os consumos energéticos e custos associados em edifícios de grande envergadura são, por regra, demasiados elevados. Torna-se, portanto, necessário efetuar um controlo eficaz do uso da energia. Para tal, têm sido desenvolvidos sistemas de monitorização capazes de tratar dados recolhidos de dispositivos energéticos existentes nesses edifícios, capazes de fornecer uma análise detalhada de consumos, seleção de tarifas/comercializador e deteção de valores anómalos em tempo real. Assim, no contexto da eficiência energética e da sua necessidade crescente, têm sido desenvolvidos diversos projetos no Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Universidade de Coimbra, com o objetivo de criar um sistema de análise e monitorização de

consumo de energia. Neste seguimento, aparece o sistema MeWaGo, que é o sistema de monitorização de consumos em funcionamento nos edifícios dos departamentos de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Mecânica e Civil, com finalidade de criar um sistema único e eficaz capaz de comunicar com qualquer equipamento de contabilização energética instalado num edifício, manter um histórico de consumos energéticos através dos dados armazenados continuamente por localização ou por equipamento de monitorização [15].

2.5.1. Base de Dados MeWaGo

Esta base de dados usa o *software* MySQL e é a base de dados principal do sistema MeWaGo. O modelo de dados desenvolvido para o sistema MeWaGo torna possível a gestão dos seguintes dados:

- Utilizadores;
- Permissão de acesso aos dados de determinado edifício;
- Alertas;
- Edifícios;
- Localização dos equipamentos de aquisição;
- Equipamentos de aquisição;
- Tarifários;
- Leitura dos consumos registados.

Esta base de dados é composta por quatro componentes, sendo estes, os pontos de aquisição, os proxys, o servidor central e *frontend*. A **Figura 2.6** representa a arquitetura geral da plataforma MeWaGo, onde se pode distinguir as diferentes áreas modulares da mesma.

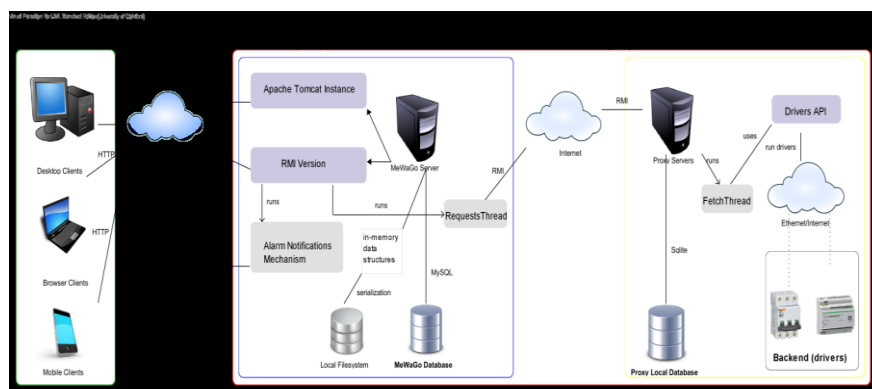


Figura 2. 6-Arquitetura geral da plataforma MeWaGo [3]

Os equipamentos de aquisição são responsáveis por registar os recursos consumidos, a cada quinze minutos, numa determinada localização. De seguida, estes dados seguem para um *proxy* que é o componente responsável para recolher os dados dos vários equipamentos de aquisição

instalados num edifício. Cada *proxy* tem uma base de dados local onde as leituras dos equipamentos de aquisição são armazenadas temporariamente, até serem transferidas para o servidor central. Por último, e após as leituras serem transferidas para o servidor central são armazenadas na base de dados principal do sistema MeWaGo.

2.5.2. *Software MySQL Workbench*

O MySQL *Workbench* é um *software* utilizado para modelação de base de dados, desenvolvido para SQL (*Structured Query Language*) e com ferramentas administrativas para configuração de servidores. A linguagem SQL é usada exclusivamente para aceder a dados em um banco de dados, isto é, trata-se de uma linguagem específica para manipulação de tabelas de dados.

3. Sistema AVAC do DEC

3.1. Introdução

O sistema AVAC do DEC é constituído por três caldeiras, oito eletrobombas, cinco *chillers* e vinte ventiladores extractores que estão ligados a quatro quadros, donominados quadros AVAC, que alojam sete controladores. Estes controladores têm capacidade de processamento e contêm algumas funções básicas no controlo dos dispositivos. A comunicação com o supervisor realiza-se através do meio físico RS-485. Existe ainda uma *gateway* que permite a conversão do protocolo RS-bus para protocolo BACnet. Esta *gateway* permite ainda a passagem do meio físico RS-485 para o meio transmissão Ethernet. Este sistema de controlo da Siemens, designado INTEGRAL AS1000, é responsável pelo controlo de processos do sistema AVAC, através dos módulos RS Controllers (*Application Controller e Compacto Controller*) [16] [8]. A **Figura 3.1** ilustra o diagrama de um dos controladores do sistema AVAC do DEC.

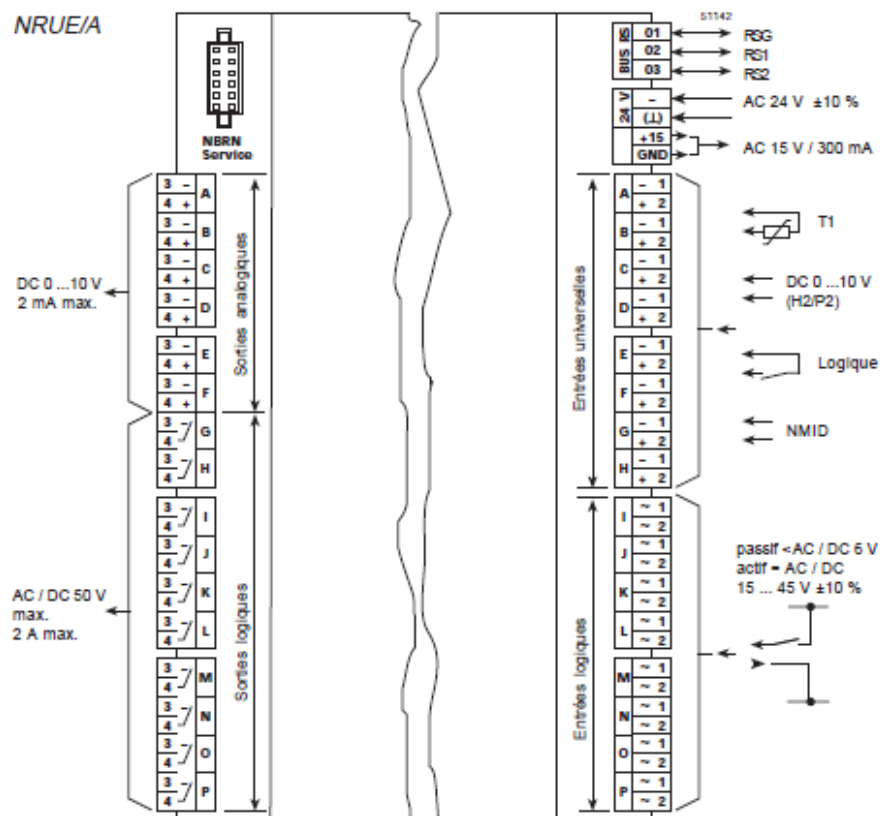


Figura 3. 1-Diagrama de um dos controladores (NRUE/A) [8]

Modelo de funcionamento do SGT/DEC

O diagrama apresentado na **Figura 2.1** representa a rede atual de funcionamento do SGT/DEC. Todos os ítem apresentados neste diagrama foram explicados no capítulo anterior. Assim, este diagrama tem como objetivo permitir ao leitor uma melhor compreensão dos tópicos que são abordados nesta dissertação.

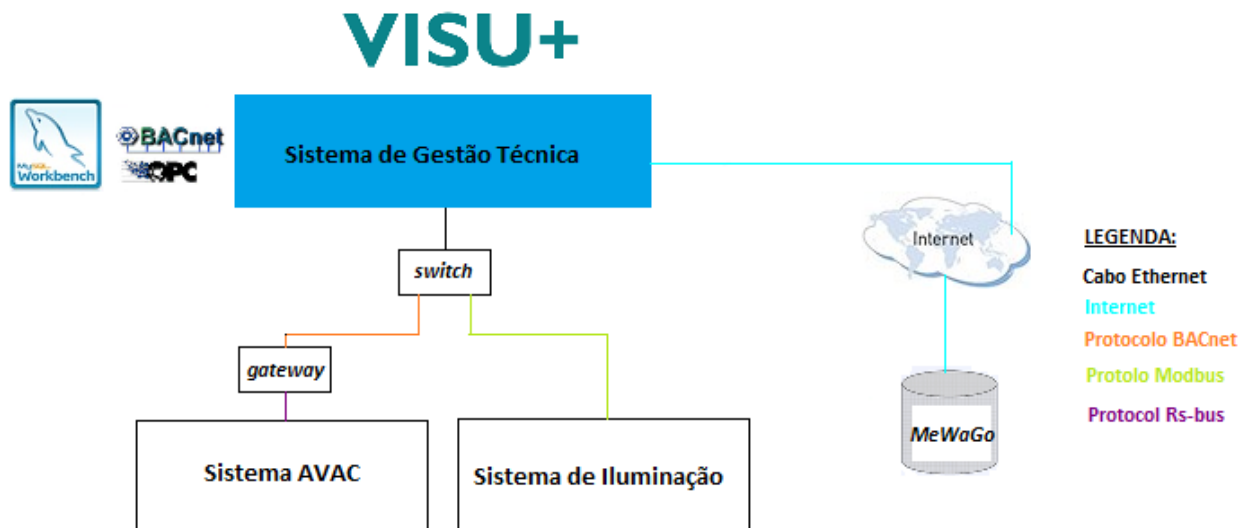


Figura 2.7-Diagrama ilustrativo de funcionamento de SGT do DEC

3.2. Gateway

O protocolo de comunicação utilizado no sistema AVAC é um protocolo proprietário, e como tal, existe pouca ou quase nenhuma informação acerca de como a comunicação é realizada. Assim, foi adquirida uma *gateway* à Siemens para converter o protocolo proprietário RS-*Bus* para o protocolo BACnet (protocolo aberto) [17]. Esta solução designada de interface PX RS pela Siemens permite a integração dos controladores do sistema AS1000 diretamente no nível de automação DESIGO PX (gama de sistemas para edifícios Siemens). Na **Figura 3.2**, está

representada a *gateway* utilizada para converter o protocolo de comunicação proprietário para protocolo aberto.



Figura 3. 2-Gateway utilizada para converter o protocolo RS-Bus para BACnet [18].

A *gateway* Siemens PXC001-E. D (**Figura 3.2**), substitui o conversor NARC utilizado para efetuar a passagem do meio físico RS-485 para RS-232. Deste modo, a interface PX RS está ligada diretamente ao *bus* RS utilizando a porta RS-485. Esta solução permite a interligação de todos os controladores do sistema diretamente no nível de aplicação. Na *gateway*, foi definido um conjunto de estruturas de dados abstratos chamados objetos, com propriedades representativas do *hardware*, *software* e do funcionamento dos dispositivos. Esta interface é assim usada para ler e gravar os registos de dados nos módulos dos controladores RS, que foram mapeados para objetos BACnet. Cadeias de mapeamento de referências DESIGO são utilizadas no procedimento para definir o mapeamento dos registos BACnet [19]. As informações SAPIM¹ contidas na *gateway* foram mapeadas para objetos BACnet pela Siemens [8] [3]. Os objetos da rede de campo dos

¹ Designação do sistema original de controlo existente no edifício

controladores são de diferentes tipos: entradas e saídas analógicas ou digitais, *setpoints* (escrita e/ou leitura), relógio (escrita e/ou leitura) e alarmes.

3.3. Comunicação

O protocolo BACnet não é compatível com a aplicação de supervisão. Assim, e de forma a solucionar este problema, foi necessário converter este protocolo de comunicação. Neste seguimento, e tendo em conta que o Visu+ possui suporte *OPC Client*, a solução foi instalar um servidor OPC BACnet no computador para permitir a comunicação com a *gateway*. A **Figura 3.3** ilustra o diagrama de rede de comunicação do sistema AVAC e iluminação atualmente instalada no DEC.

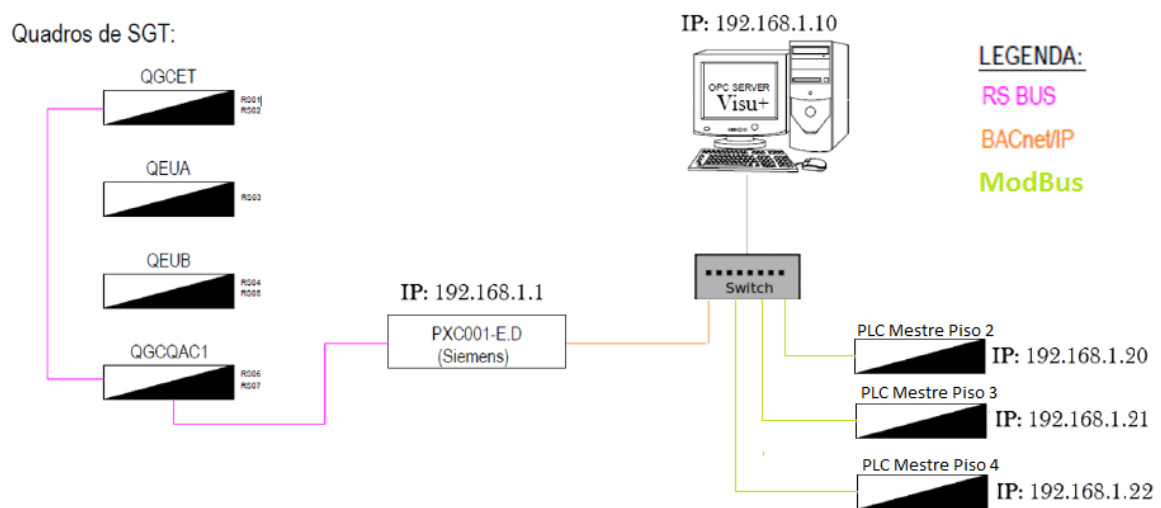


Figura 3.3- Diagrama da rede de comunicação do sistema AVAC e Iluminação DEC.

3.3.1. SCADA Engine BACnet OPC Server

SCADA Engine BACnet OPC Server foi o *software* servidor escolhido para permitir a troca de dados entre a aplicação e os dispositivos de campo. Este servidor permite a aquisição de dados, configuração dos alarmes e eventos e também permite o acesso ao histórico dos dados, entre o OPC cliente e os objetos de rede BACnet [20] [21]. Assim, foi adquirida uma “versão teste” deste servidor para permitir a comunicação com a rede de campo [22]. É necessário criar e configurar uma rede Ethernet com IP na gama do endereço IP da *gateway*. Os detalhes da

configuração são explicados no [Apêndice D]. A **Figura 3.4** apresenta a vista do servidor “SCADA Engine BACnet OPC server” após a detecção dos objetos da rede de campo.

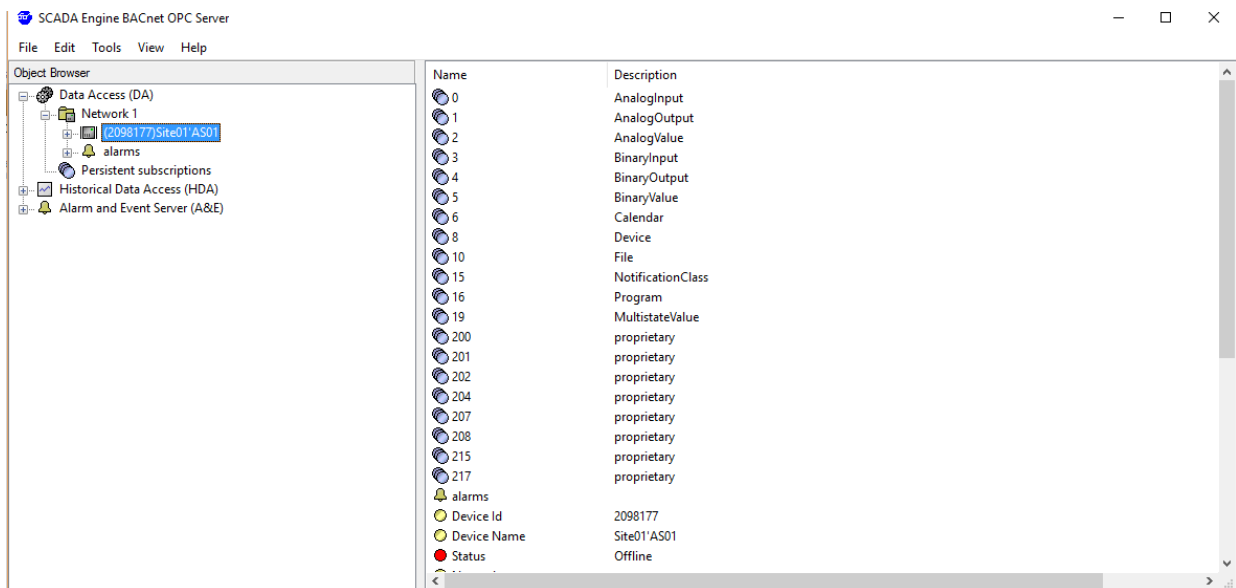


Figura 3.4- Vista do servidor “SCADA Engine BACnet OPC server” [20]

Todos os dados lidos e/ou escritos do ou pelo “cliente OPC” podem ser visualizados diretamente no “servidor OPC”. Para tal, é necessário saber o tipo de dado que se pretende visualizar. Os dados dos controladores são do tipo: *AnalogInput*, *AnalogOutput*, *BinaryInput*, *Binary Output* entre outros como mostra a figura acima.

3.3.2. Leitura e Escrita do Objeto BACnet

O mapeamento dos registos de dados dos controladores do sistema AVAC denominado de AS1000, foi convertido em objetos BACnet, pela Siemens. Assim, a leitura ou escrita é condicionada pelo tipo de objeto [23] [24]. No [Apêndice D] é explicado (com exemplo) como é feito este processo.

4. Nova Aplicação de Gestão Técnica do DEC

4.1. Apresentação do Visu+

A Phoenix Contact é uma empresa de desenvolvimento e produção de componentes elétricos e eletrónicos para sistemas de produção industrial e para sistemas de informação no contexto dos mais diversos setores da atividade económica. Entre os seus produtos podemos destacar o Visu+ [3]. O Visu+ foi o *software* escolhido, no segundo trabalho de dissertação, intitulado “Desenvolvimento de uma Aplicação de Gestão Técnica do Edifício do DEC”, para criar a nova aplicação de gestão técnica que já está atualmente instalado no Departamento de Engenharia Civil.

Esta plataforma permite criar aplicações, executar projetos de monitorização e controlar processos. O seu ambiente de desenvolvimento é intuitivo e possui bibliotecas de objetos. Este *software* fornece todas as funcionalidades necessárias para criação de projetos baseados numa linguagem de programação gráfica ou mnemónica. Para tal, apresenta um ambiente de desenvolvimento panorâmico e de operações intuitivas, bibliotecas de objetos pré-construídos para as áreas de aplicação em torno da monitorização, comando de instalações e com a possibilidade de seleção rápida dos elementos de visualização via *Drag & Drop*. Além disso, sempre que necessário, como sucedeu no desenvolvimento desta dissertação, o Visu+ permite desenvolver pequenas parcelas de código baseado em operadores lógicos e de comparação. Este programa possui uma árvore de recursos denominada Project Explorer, situada à esquerda da área central de trabalho. À direita da área de trabalho podemos encontrar as propriedades apresentadas por cada ítem. Na parte inferior do ecrã está localizada uma janela denominada *IL Logic Explorer* que permite desenvolver os códigos.

Na figura a seguir (**Figura 4.1**) é apresentado o ambiente de trabalho em modo de desenvolvimento, do Visu+.

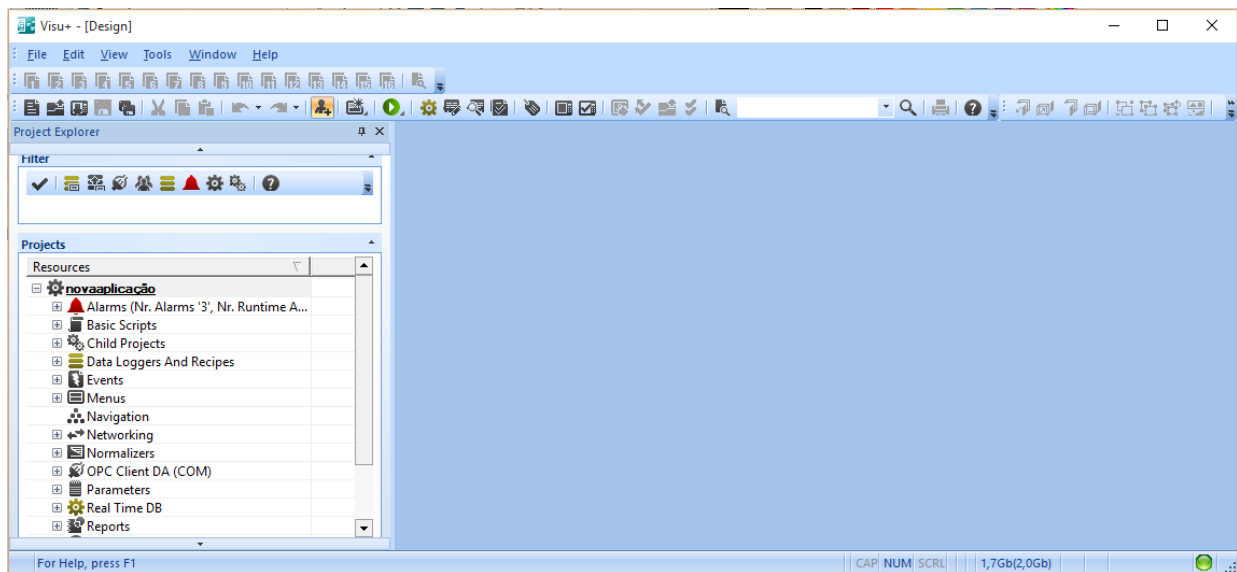


Figura 4. 1- Ambiente de trabalho em modo desenvolvimento.

4.2. Apresentação da NAGT para AVAC

A nova aplicação para o SGT do DEC seguiu uma estrutura que, não sendo uma regra consumada, é usada na generalidade dos SGT. Esta estrutura é formada por um conjunto de vistas. Aqui uma vista é uma janela de ambiente de trabalho, ou também comumente designada por interface, em que cada uma, consoante a sua natureza, está associada a uma funcionalidade do SGT ou a um ou mais equipamentos. Pretende-se que a estruturação das vistas, modos de amostragem de parâmetros e de ações e o controlo de equipamentos sigam o mesmo modelo por forma a apresentar uma plataforma uniformizada para facilitar o controlo e monitorização por parte dos utilizadores [3]. Dado o elevado número de equipamentos, existem muitos objetos, funções e mesmo vistas iguais ou que apenas apresentam pequenas diferenças entre si. Como tal, e antes de apresentar a descrição das diversas vistas, é importante também, de modo a facilitar a compreensão do leitor, enumerar algumas situações ilustrativas destes casos. Todos os equipamentos constituintes deste sistema AVAC podem ser controlados diretamente. O controlo pode ser feito através do objeto da biblioteca do Visu+ denominado *tri-State Button*. Como o próprio nome indica, o botão de três estados permite ao utilizador comandar o equipamento em três modos distintos.

O primeiro, quando o botão está na posição “Manual”, o equipamento por ele controlado está sempre em funcionamento (desde que este não dependa de outra condição de funcionamento). A segunda, na posição “OFF”, o equipamento está em modo desligado. Por último, na posição “Automático”, ou simplesmente “Auto”, é necessário ter em conta outras condições, o horário de funcionamento e a ocorrência de um dado evento ou condição. De referir ainda que em “modo

Manual” e em “modo Auto” podem ser ainda respeitadas outras condições do sistema controlado. Uma das funcionalidades vitais em qualquer sistema SCADA é a possibilidade de funcionamento condicionado por horário, permitindo ao utilizador introduzir um horário de início e paragem de funcionamento de um dado equipamento. Esta funcionalidade é conseguida com recurso a um objeto da biblioteca do Visu+ designado *Hour Selector*. Aliada à utilização deste objeto, durante a programação da plataforma, é necessário criar um agendamento associado a cada variável que se pretende controlar. Relativamente ao utilizador, este tem possibilidade de introduzir os períodos horários de funcionamento para equipamento que pretende controlar. De notar, que o agendamento de um horário funciona apenas para o “modo Auto”. A **Figura 4.2** ilustra uma vista indicada para o funcionamento condicionado por horário.

		Start	End
	1	07:00	19:00
Monday	2		
Tuesday	3		
Wednesday	4		
Thursday	5		
Friday	6		
Saturday	7		
Sunday	8		
	9		

Figura 4. 2-Vista para funcionamento agendado.

Existe em todas as vistas a possibilidade de o utilizador regressar ao menu da vista principal assim como tem sempre disponível a data e hora, à exceção das vistas dos horários de funcionamento, vista principal e vista reservada à apresentação do mapa do DEC.

Por último, referir que todas as vistas do sistema são apresentadas, juntamente com a sua respetiva função, no manual de referência apresentado no [Apêndice D].

4.2.1. Interface principal

A interface principal desta aplicação é constituída por uma série de botões. Estes permitem acesso às interfaces de controlo dos sistemas referentes à Iluminação de circulação, AVAC e Monitorização de Consumos. Esta janela também contém um botão que remete para os históricos das variáveis de temperatura ambiente, eletrobombas, caldeiras e unidades condicionadoras, correspondentes ao sistema AVAC e o histórico de consumos (eletricidade, água e gás) do edifício. Como interface principal, é essencial que a mesma seja identificada com o nome do Departamento

de Engenharia Civil. Ainda nesta vista, existe um espaço com informação da data e hora local. Aquando do desenvolvimento desta aplicação teve-se em consideração a necessidade de ser intuitiva. Com efeito, foi criado um padrão de apresentação ao utilizador. Neste seguimento, independentemente do sistema, existe sempre um conjunto de botões estáticos referentes às especificações do sistema. Além disso, nas interfaces correspondentes aos vários sistemas que fazem parte do SGT, existe sempre um botão que permite o retorno à interface principal do programa de aplicação. Na **Figura 4.3** encontra-se representada a interface principal da NAGT do DEC.

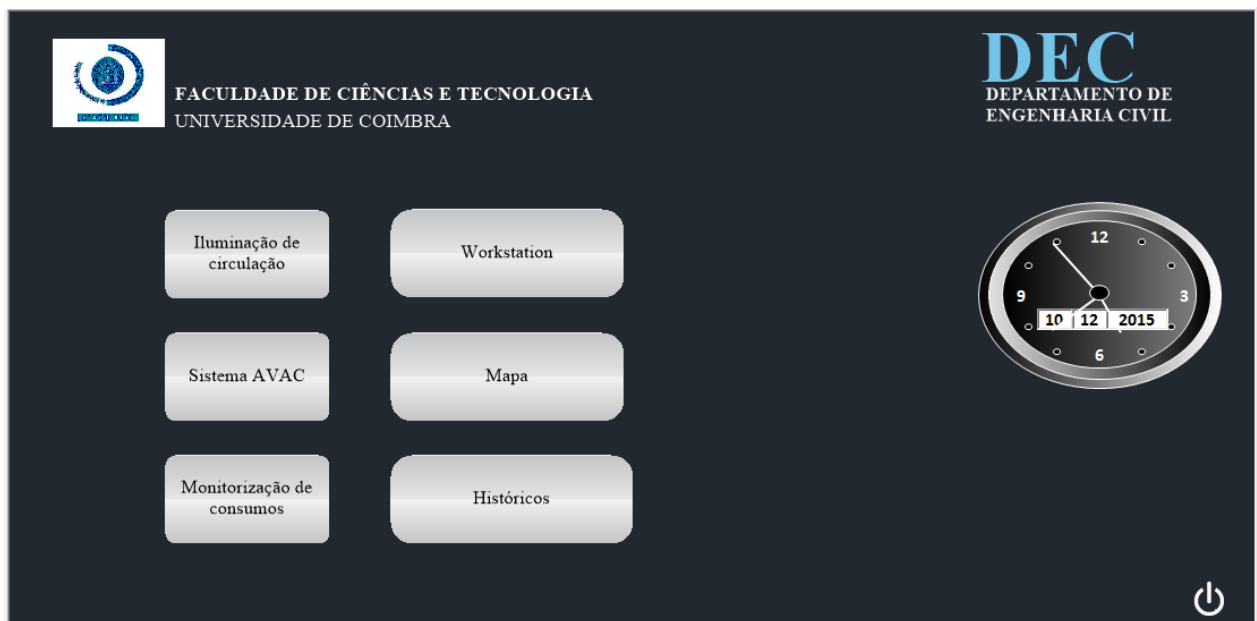


Figura 4. 3- Interface principal da NAGT do DEC

4.2.2. Interfaces do sistema AVAC da NAGT

Nesta interface (**Figura 4.4**) é apresentado um conjunto de botões que formam o menu do sistema AVAC. A partir da escolha adequada, é possível ao utilizador navegar por toda a plataforma, monitorizar e executar ações de controlo sobre o sistema. O menu é constituído por sete botões, devidamente identificados, que direcionam o utilizador para todas as vistas existentes. Alguns destes botões incluem ainda um submenu. Por exemplo, caso o utilizador pretenda consultar o histórico de funcionamento das caldeiras, deve, no menu, escolher o botão identificado com “Históricos” e no respetivo submenu escolher a opção “Caldeira”.

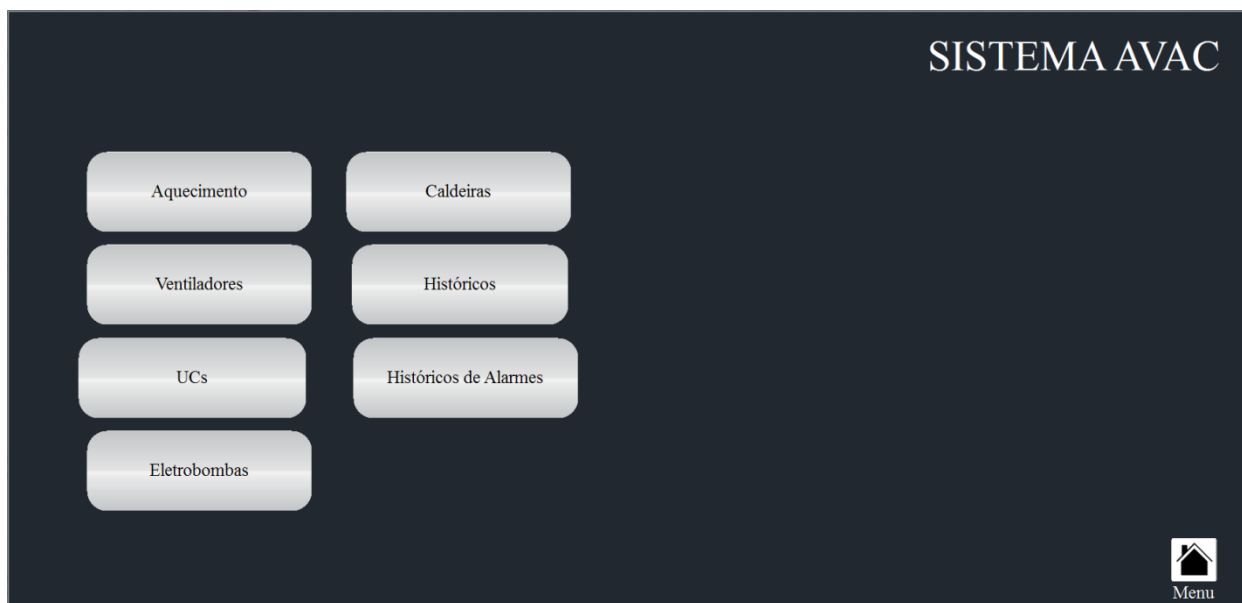


Figura 4. 4-Interface da NAGT sistema AVAC do DEC

4.2.2.1. Caldeiras

O comando das caldeiras é feito através do botão de três estados. Na vista apresentada na **Figura 4.5**, encontra-se representado o sinótico das três caldeiras, com indicação do funcionamento das caldeiras dois e três. As caldeiras são comandadas individualmente. Em “modo Manual”, o funcionamento é condicionado pela temperatura de *setpoint*, ou seja, para que a caldeira ligue, a temperatura de *setpoint* deve ser superior à temperatura de retorno das caldeiras. Estas desligam caso a condição referida anteriormente não se verificar.

O funcionamento em “modo Automático” ou simplesmente “modo Auto” é similar ao “modo Manual”, mas condicionado por horários (início e fim) do funcionamento do sistema. Este modo de funcionamento também permite ao utilizador definir o desfasamento horário entre arranques das caldeiras, evitando assim que todas as caldeiras liguem ao mesmo tempo. O sinótico simboliza o estado da caldeira, indicando assim se o comando de controlo foi enviado. Assim, recomenda-se ao utilizador que mesmo havendo indicação sinótica do envio do comando de controlo, este deve deslocar-se para junto da caldeira para confirmar se a mesma ligou. Exposto isto, caso a caldeira não esteja ligada, o utilizador deve carregar no botão local associada à caldeira para ligá-la. De salientar que este processo de ligação é uma prática habitual do responsável do sistema AVAC e esta só é possível se a caldeira receber ordem de comando do supervisor.



Figura 4. 5- Vista de funcionamento das Caldeiras

Criou-se a possibilidade de definir a “temperatura de *setpoint*” para permitir uma maior flexibilidade em relação ao tempo de funcionamento individual das caldeiras. De referir que essa possibilidade foi sugerida pelo responsável do sistema, pois a mesma não estava contemplada no sistema anterior de controlo do AVAC.

4.2.2.2. Eletrobombas

O sistema AVAC do DEC é constituído por oito eletrobombas. Destas oito, seis estão reservadas para circulação de água quente nos circuitos destinados ao aquecimento, uma para circulação de água quente destinada às unidades condicionadoras (UC) e uma eletrobomba destinada à recirculação da água. A eletrobomba de recirculação, denominada de “GECC” liga, se pelo menos uma das caldeiras estiver ligada e todas as eletrobombas estiverem desligadas. Na vista da **Figura 4.6** mostra a interface da monitorização do funcionamento das eletrobombas e as temperaturas de imersão. Os sinóticos representativos das eletrobombas mudam de cor sempre que estas ligam ou desligam. No caso ilustrado abaixo temos a “GECC” desligada.



Figura 4. 6- Interface "Eletrobombas" e Temperatura de Imersão

Nesta interface, são ainda apresentados sete blocos de leitura que indicam ao utilizador o valor da temperatura da água registada através de sensores de imersão localizados em cada circuito, com exceção para o circuito destinado às UC que não está aqui representado. De realçar que nesta interface não existe qualquer ordem de comando das eletrobombas apenas é permitida a monitorização de funcionamento. As eletrobombas englobadas no modo de aquecimento do edifício são controladas, embora indiretamente, na vista da figura seguinte (**Figura 4.7**) denominada "Aquecimento". A eletrobomba "GEC7" é controlada nas vistas reservadas às UC.

4.2.2.2.1. Aquecimento

Esta vista tem como objetivo controlar as eletrobombas. A circulação de água quente é forçada em cada circuito através da utilização de eletrobomba. Designada de "Aquecimento", a vista (**Figura 4.7**) permite ainda definir a "temperatura de *setpoint*" dos blocos, definir o valor de "Temp.SetP Inferior", monitorizar a temperatura e funcionamento das eletrobombas. Ainda nesta interface, é permitido comandar o funcionamento das eletrobombas. Estas podem funcionar em "modo Manual" ou em "modo Auto". Em "modo Manual" a eletrobomba funciona se a temperatura de retorno for superior a "Temp.SetP Inferior". Indiretamente esta condição é válida se pelo menos uma caldeira estiver ligada. Criou-se a possibilidade de o utilizador definir o valor de temperatura de "Tem.SetP Inferior" para assegurar que as eletrobombas ligam apenas quando a água estiver à temperatura acima do valor definido. Desta forma reduz-se o tempo de

funcionamento das eletrobombas. O funcionamento em “Modo auto” é similar ao “modo Manual”, mas condicionado por horário.



Figura 4. 7- Interface "Aquecimento"

Cada eletrobomba está associada a um circuito de água quente. A passagem de água quente para um determinado bloco também é condicionada pela posição de válvula modular de três vias, denominada de “válvula circuito 1_n” pela Siemens, onde “n” corresponde ao número da eletrobomba associada ao circuito². De salientar que o aquecimento dos auditórios e da biblioteca é efetuado pelas UC, equipamentos que não são controlados nesta vista, mas sim na vista designada de “UC”. Os blocos dos edifícios estão devidamente identificados nesta interface. Criaram-se sinalizadores com *led* para o campo “Execução” para indicar a confirmação do envio da ordem de comando individual da eletrobomba.

4.2.2.3. UC

Tal como no caso dos ventiladores, existe um botão denominado “UC” no menu da página inicial que permite escolher uma das cinco vistas destinadas ao controlo e monitorização destes equipamentos. Estas estão estruturadas praticamente de igual forma e possibilitam visualizar e atuar sobre as variáveis de campo de cada um dos equipamentos. Na vista da **Figura 4.8**, o utilizador pode visualizar o valor da temperatura exterior, temperatura ambiente (biblioteca),

² Por questão de avaria na saída analógica número dois do controlador CT1 - NRUF/A que controla a “válvula circuito 1_2”, colocou-se a mesma a funcionar em paralelo com a “válvula circuito 1_1”.

humidade relativa (biblioteca), temperatura de *setpoint* (modo aquecimento e arrefecimento) e o valor correspondente à posição da válvula de aquecimento correspondente a unidade condicionadora.

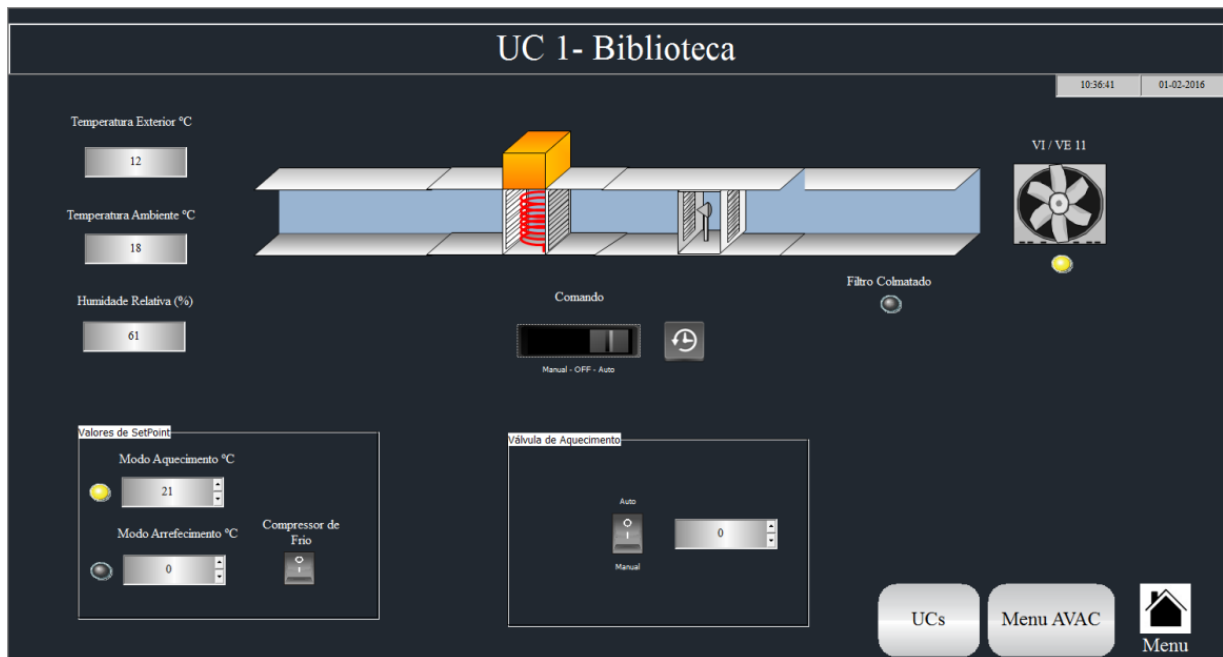


Figura 4. 8- Interface "UC1-Biblioteca modo aquecimento"

Em “modo Manual”, a unidade funciona dependente da temperatura de *setpoint* do “Modo Aquecimento” ou “Modo Arrefecimento”. Com objetivo de indicar o modo de funcionamento (“Modo Aquecimento” ou “Modo Arrefecimento”), criou-se os sinóticos identificativos para os referidos modos, além do “*led*” que também tem a mesma função. O “modo Auto” é similar ao “modo Manual” que, para além de o funcionamento ser condicionado pelo estado das caldeiras, também é condicionado por horários. Ainda nesta vista, o sinótico denominado de “VE11”, indica o funcionamento do ventilador de extração/insuflação da unidade. Este funciona quer para o “Modo Aquecimento” quer para o “Modo Arrefecimento”.

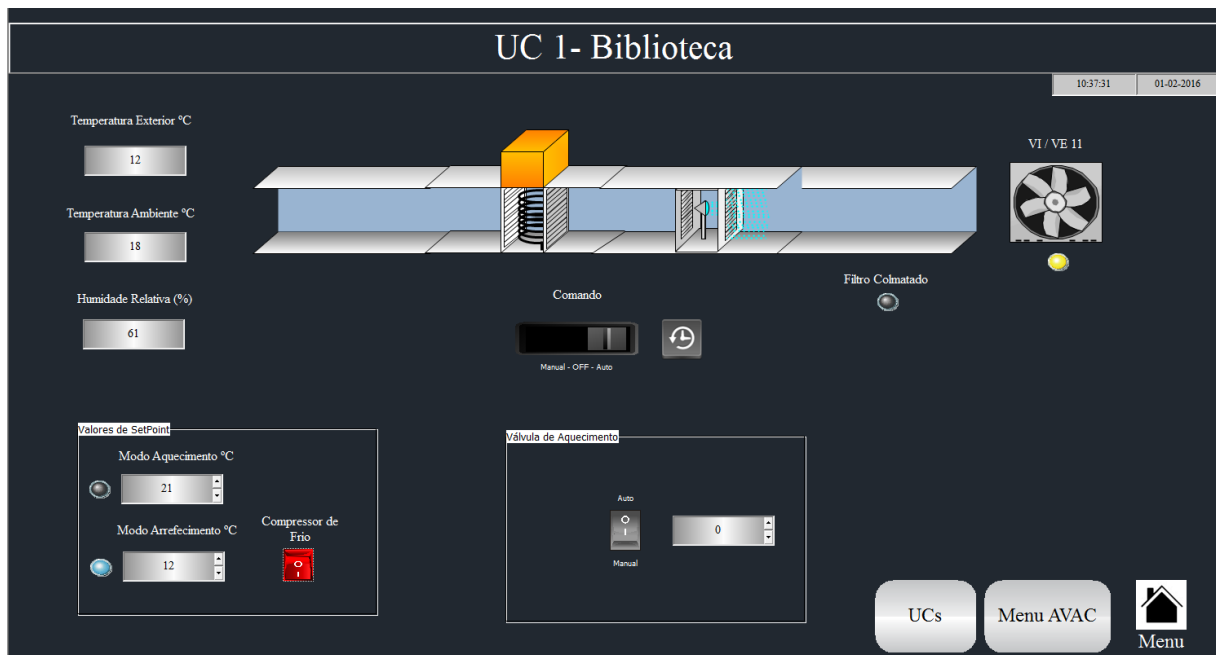


Figura 4. 9- Interface "UC1-Biblioteca modo arrefecimento"

A válvula de aquecimento denominada “Válvula de Aquecimento” na referida interface, é uma válvula modular, de três vias, com controlo motorizado, que permite ou não a passagem de água quente para dentro da unidade. Esta pode ser ajustada pelo utilizador de acordo com a necessidade. Por omissão, o botão de controlo desta válvula está na posição “auto”. Se a unidade condicionadora estiver em “Modo Aquecimento”, significa que a válvula se encontra totalmente aberta, o que permite a circulação de água quente para dentro da unidade. Ainda no mesmo modo de funcionamento, o utilizador pode seleccionar várias posições (entre totalmente aberta “100” e totalmente fechada “0”) da válvula. Para tal, deve colocar o botão em “Válvula de Aquecimento” em manual e ir incrementando valores “5 em 5” até ao valor pretendido.

Em modo arrefecimento, situação apresentada na **Figura 4.9**, a válvula fecha e impede a circulação de água quente para dentro da unidade, fazendo assim um “bypass” do circuito de água. O led “Filtro Colmatado” sinaliza o estado do mesmo. Este ilumina-se em caso de anomalia ou a necessidade de substituição do filtro.

4.2.2.4. Ventilador de Extração (VE)

Na nova aplicação de gestão técnica do AVAC existem interfaces de controlo dos ventiladores de extração. Assim, tal como acontece para os outros equipamentos, estes podem ser comandados em “modo Manual” ou em “modo Auto”. Em “modo Manual”, estes ligam e permanecem ligados. Para o “modo Auto” os ventiladores ligam se estiverem dentro dos horários definidos pelo utilizador. Em muitas situações, por exemplo, grupos de ventiladores de extração

do Bloco D, uma ordem de comando permite ligar/desligar um conjunto de ventiladores, pois estes funcionam em simultâneo como é ilustrado na interface da **Figura 4.10**.

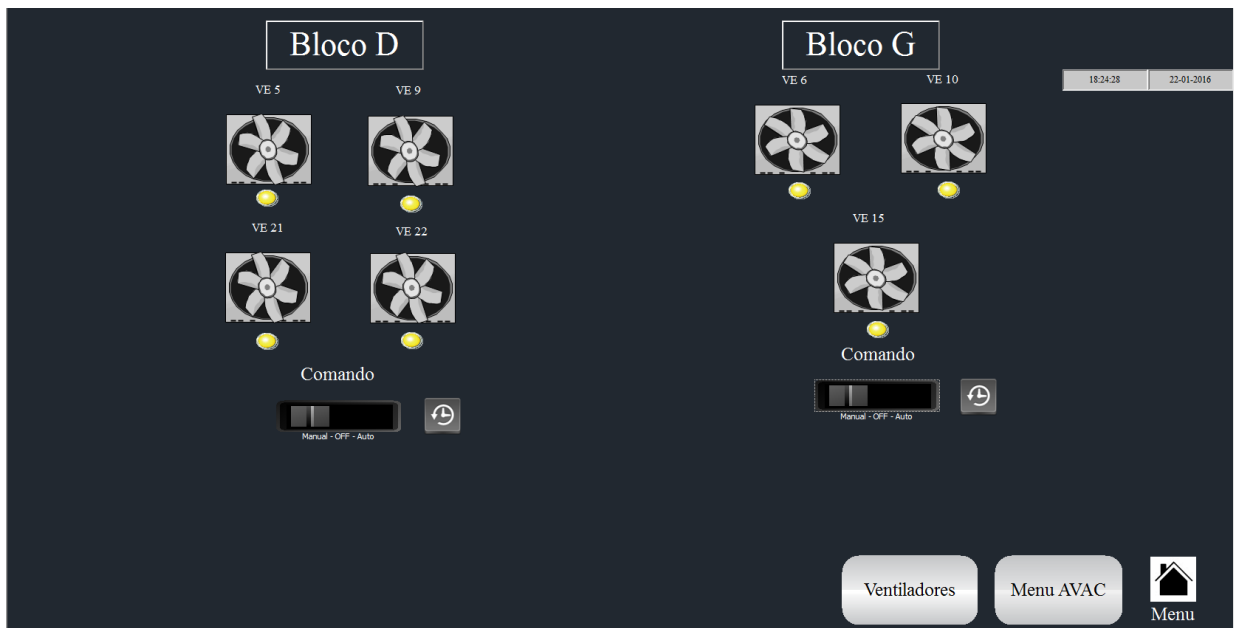


Figura 4. 10- Interface de ventiladores “Bloco D” e “Bloco G”

A interface apresentada na **Figura 4.11** ilustra o funcionamento dos ventiladores “VE18”, “VE2” e VE16, correspondentes aos blocos E, F e H, respetivamente. Estes possuem funcionamento isolado. De referir que o “VE18” se encontra inoperacional enquanto que o funcionamento de “VE16” não depende da ordem do utilizador, pois está ligado diretamente na alimentação.

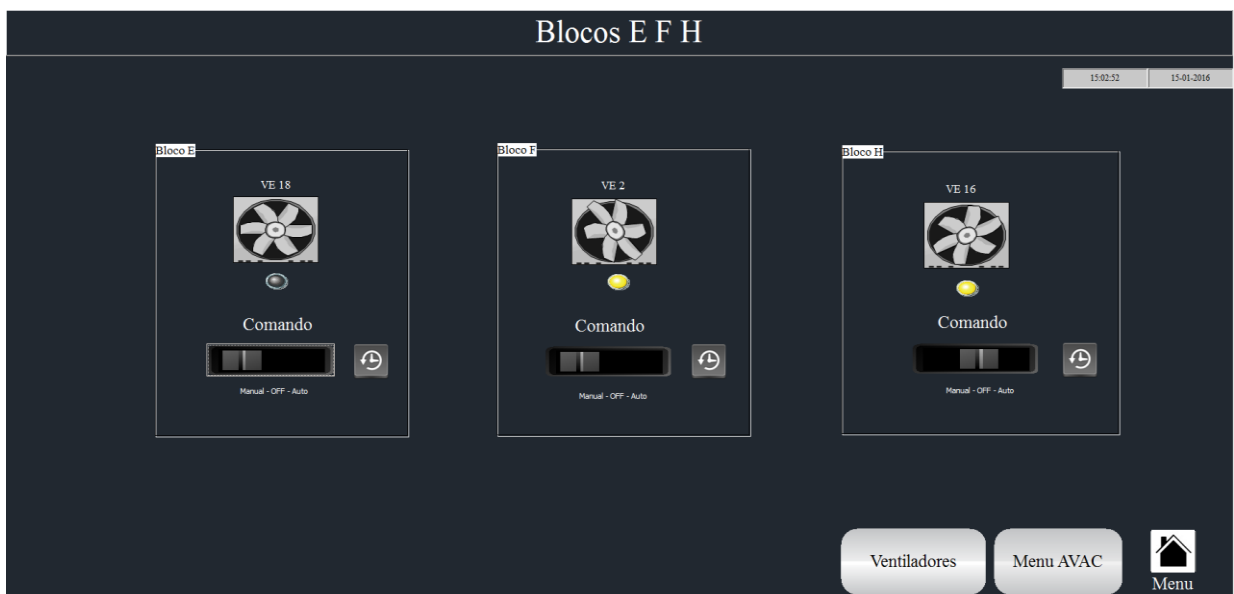
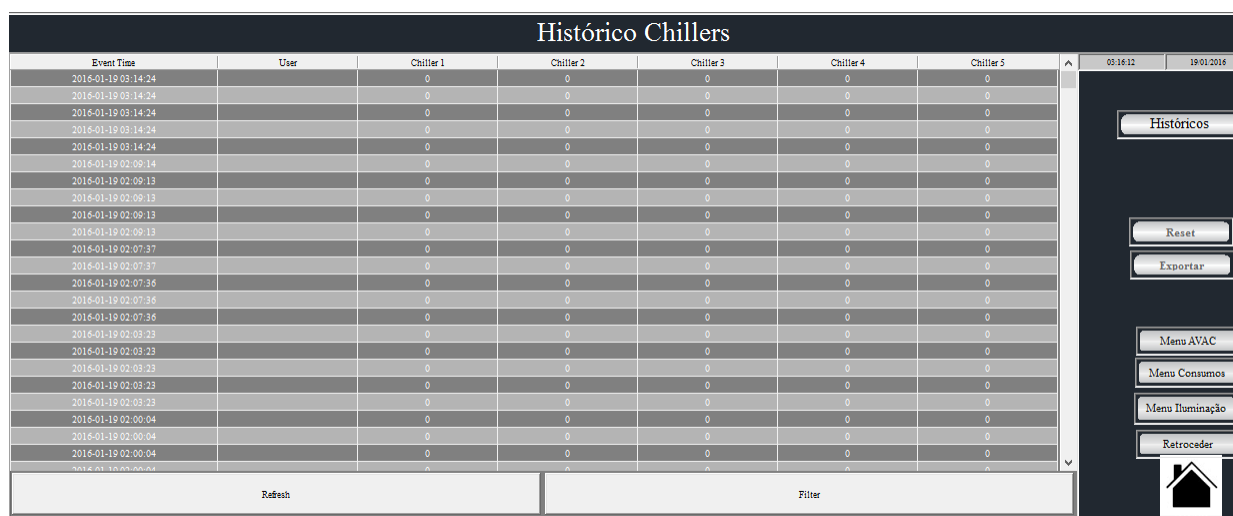


Figura 4. 11- Interface de controlo “VE18” “VE2” “VE16”.

4.2.2.5. Histórico

No submenu do botão “Históricos” da vista principal é possível selecionar o histórico das variáveis de temperatura ambiente, eletrobombas, ventiladores, caldeiras e dados de consumos do edifício. Esta funcionalidade é conseguida através da utilização de um objeto da biblioteca Visu+ que permite registar e guardar, numa base de dados local, os valores de variáveis definidas pelo programador e, posteriormente, proceder à sua amostragem. De forma geral, são apresentados, numa tabela, os valores das variáveis assim como a data e hora em que ocorreu o registo [3].

Assim, estas vistas são constituídas pelo objeto indicado, que engloba ainda um botão de atualizar e um que permite filtrar os dados por período de tempo, um botão para exportar, retroceder, *reset*, regressar aos menus AVAC, Iluminação, Monitorização de Consumos e vista principal. O utilizador, através dos comandos apresentados, consegue atualizar os dados das variáveis, colocar um filtro para limitar o período de registo dos dados, limpar o histórico na totalidade ou ainda exportar os dados apresentados através de *templates* adequados aos tipos de variáveis em análise. A **Figura 4.12** ilustra a interface referente ao histórico do funcionamento dos *Chillers*.



Histórico Chillers							03:16:12	19/01/2018
Event Time	User	Chiller 1	Chiller 2	Chiller 3	Chiller 4	Chiller 5		
2018-01-19 03:14:24		0	0	0	0	0		
2018-01-19 03:14:24		0	0	0	0	0		
2018-01-19 03:14:24		0	0	0	0	0		
2018-01-19 03:14:24		0	0	0	0	0		
2018-01-19 03:14:24		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:09:14		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:09:13		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:09:13		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:09:13		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:09:13		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:07:37		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:07:37		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:07:36		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:07:36		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:07:36		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:03:23		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:03:23		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:03:23		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:03:23		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:03:23		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:00:04		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:00:04		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:00:04		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:00:04		0	0	0	0	0		
2018-01-19 02:00:04		0	0	0	0	0		

Figura 4. 12- Interface "Histórico Chiller"

4.2.2.6. Históricos de Alarmes

A interface denominada de “ALARMES” (Figura 4.13), destina-se aos históricos dos alarmes. Assim, as informações relacionadas com o funcionamento do sistema, nomeadamente falhas/avarias, são armazenadas cronologicamente nesta interface. No caso de falhas no sistema é apresentada na parte inferior da janela da aplicação a proveniência da avaria. O utilizador pode

apagar o alarme selecionando-o e clicando no botão denominado “Reset sel”. Esta operação é bem sucedida se a avaria for solucionada.

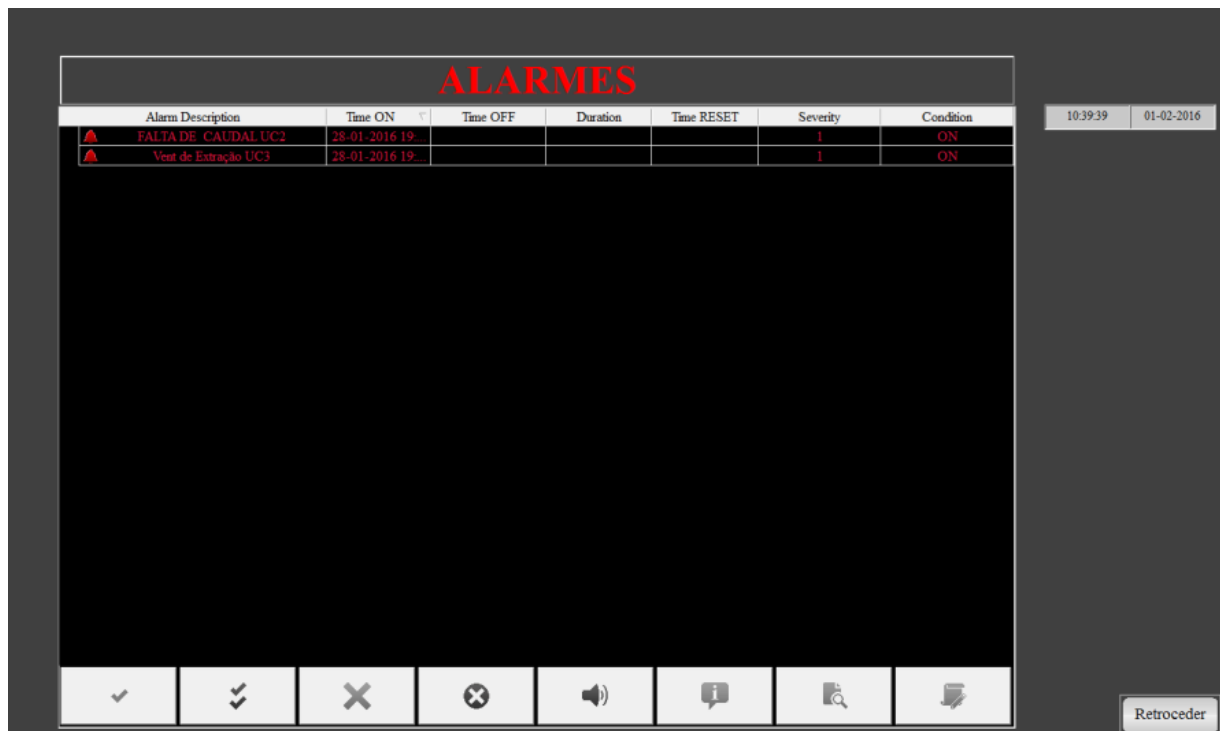


Figura 4. 13- Interface “ALARMES”

4.2.3. Conclusão

Para além das características do edifício, o tempo de funcionamento do sistema depende fortemente de alguns parâmetros definidos pelo utilizador. A implementação desta nova camada de aplicação de gestão técnica para o controlo de AVAC do DEC, não garante por si só, que os equipamentos funcionem como previsto na programação. Pequenas alterações, por exemplo nos valores dos *setpoints* e nos horários de funcionamento em “modo Auto”, podem alterar de forma significativa o funcionamento do sistema e conseqüentemente o consumo de energia. Assim, as escolhas dos valores de *setpoints* e de horário de funcionamento devem ser adequadas, assegurando um ambiente interior saudável e confortável a todos os ocupantes do edifício.

4.3. Monitorização de Consumos

4.3.1. Introdução

A monitorização de consumos passa por, através de *hardware* e *software* dedicados, conseguir obter os consumos dos mais variados aparelhos elétricos ou consumos de água e gás,

com uma boa aproximação, tendo em vista caracterizar de forma detalhada as condições de funcionamento.

Recorrendo à monitorização dos consumos energéticos é possível elevar os níveis de eficiência energética de um edifício, pela determinação das máquinas mais dispendiosas, das causas dos picos de consumo, das más utilizações de energia, dos possíveis defeitos nos aparelhos. Por constituir uma interface de comunicação para utilizador final ou empresa de serviços energéticos, torna possível a implementação de medidas de eficiências energéticas ajustadas. Pela observação de energia consumida, pelos custos imediatos e impactos ambientais associados, é assim criada uma cultura de consciência energética, incentivando os consumidores a uma redução nos seus consumos e posterior redução da fatura energética. Os resultados podem ser bastante úteis para diferentes entidades, entre elas, o próprio consumidor final, obtendo o padrão de consumo e identificação de possíveis intervenções para melhorias energéticas, entidades públicas, edifícios de serviços e até o fabricante de aparelhos [25].

4.3.2. Monitorização de Consumo de Eletricidade do DEC

Inicialmente o sistema de monitorização de consumos em funcionamento no DEC era constituído por dois contadores de energia elétrica localizados no quadro geral de baixa tensão do edifício, um autómato zélio Logic SR3B261BD, que tem como função concentrar as contagens dos dois contadores, e por um computador local (*proxy*) que interroga o zélio e posteriormente envia as contagens para a base de dados MeWaGo.

O zélio *logic* SR3B261BD, é um relé inteligente modular compacto que possui dezasseis entradas, dez saídas e pode ainda receber extensões com mais seis, dez ou catorze entradas ou saídas. Este detém um módulo de extensão SR3NET01BD que permite efetuar a comunicação para que os dados recolhidos sejam armazenados. Na **Figura 4.14**, é possível observar o Zélio *Logic* instalado no DEC.

O equipamento pode ser programado de forma independente, utilizando os botões do módulo lógico (linguagem *Ladder*) ou através de um computador, utilizando o *software* “Zelio

Soft”. Ao utilizar o computador, a programação pode ser realizada em linguagem *Ladder* ou em diagrama de blocos de funções (FDB).



Figura 4. 14-Zélio Logic SR3B261BD com módulo Ethernet SR3NET01BD

O módulo lógico apresentado recebe os impulsos enviados pelos contadores de eletricidade, água e gás. Os contadores trifásicos de eletricidade, da marca Carlo Gavazzi, modelo EM21 72D, são adequados para medir tanto energia ativa como energia reativa. As medições de corrente são realizadas indiretamente através de transformadores de corrente, enquanto a tensão é medida de forma direta.

Com o objetivo de melhorar o controlo de consumos de eletricidade e permitir a monitorização de outros tipos de consumos (água e gás), e tendo em vista saber onde, quando e quanto está a ser consumido, levou os responsáveis deste departamento a instalarem mais trinta e três contadores de eletricidade e contadores de água e gás. Atualmente estes dispositivos ainda não se encontram ligados ao Zélio Logic. Assim, apenas os dados de consumos de eletricidade geral do edifício e o consumo do equipamento denominado de “Firelab” podem ser monitorizados diretamente na aplicação de gestão técnica.

4.3.2.1. Interface “Monitorização de Consumos Gerais do Edifício”

Nesta interface (**Figura 4.15**) o utilizador pode visualizar os consumos gerais do edifício. Este dispõe de três gráficos distintos relativos aos consumos de eletricidade, água e gás. Dispõe ainda de vários botões de navegação. A partir desta interface, o utilizador tem a possibilidade de monitorizar os consumos mais detalhadamente. Para tal, tem ao seu dispor (lado direito da interface) vários botões que permitem visualizar os consumos de cada piso do edifício. Existem

ainda botões que permitem ir ao menu Principal, menu AVAC e menu Iluminação. O botão “retroceder” volta à interface anterior. Associado ao respetivo gráfico existe um botão denominado “Geral” que contém um submenu.



Figura 4. 15- Interface de monitorização de consumos gerais do edifício

Nesta interface em particular, o botão “Geral” possui submenu que permite ao utilizador monitorizar o consumo individual do equipamento e/ou instalação que não faz parte de qualquer piso do edifício em particular. Neste caso, se o utilizador carregar no botão “Geral”

situado por baixo do gráfico de monitorização de consumo de eletricidade, este abre o submenu “Elevadores”. Todas as interfaces de monitorização de consumos estão devidamente identificadas.

4.3.2.2. Interface “Monitorização de Consumo de Eletricidade LEMEC e Forno Eléctrico”

A interface ilustrada na **Figura 4.16** permite monitorizar o consumo de eletricidade LEMEC e do Forno eléctrico.



Figura 4. 16- Interface de monitorização de consumo LEMEC e Forno

Tal como acontece na interface da **Figura 4.15**, nesta (**Figura 4.16**) o utilizador pode visualizar o consumo dos equipamentos afetos ao LEMEC e o consumo do forno eléctrico. Pode visualizar consumo instantâneo, consumo do dia anterior e consumo total do dia até ao momento. No lado direito da interface existem botões que permitem ao utilizador navegar para diferentes interfaces do sistema. Todas as interfaces estão devidamente identificadas. A cor na borda do botão do lado direito indica o piso a que pertence o equipamento. Os valores do consumo podem ser visualizados no *display* analógico ou digital, além de poderem ser analisados graficamente.

4.3.3. Conclusão

Os consumos e custos com energia devem ser geridos de forma tão importante quanto as matérias-primas, trabalho, etc. Desta feita, a energia deve ser monitorizada, os seus consumos racionalizados, os consumidores consciencializados e os equipamentos e técnicas optimizadas. Com a criação desta aplicação, as informações sobre o consumo (onde, quando e quanto) são facilmente obtidas/conhecidas, o que permite contabilizar e seguir a evolução dos consumos em tempo real ao longo do dia. Toda as informações são armazenadas numa base de dados local e podem ser

consultadas para tomada decisão em relação às medidas de racionalização/otimização e sem penalizar o conforto. Assim, cabe à responsável de gestão a otimização do funcionamento do edifício através da tomada de medidas adequadas e fundamentais na escolha e tratamento de dados e informação relevante com objetivo de reduzir as faturas energéticas.

4.4. Documentação

4.4.1. Introdução à Documentação

A documentação engloba todos os documentos que possuam informação que ajude na perceção de um projeto, ou tomar decisões, ou permitam registar dados de interesse para uma determinada tarefa. Na elaboração deste tipo de documento deve-se ter ainda em atenção a clareza com que se expõem as ideias e o vocabulário utilizado para não induzir o leitor/utilizador em erro. Nesta secção apresentados e explicados alguns documentos, com aspetos e funções diferentes como manuais e tabelas de dados que constituem a documentação da NAGT.

4.4.2. Plano de testes

O objetivo de um plano de testes é de detalhar todos os testes realizados assim como enunciar todos os equipamentos e meios humanos necessários à realização dos mesmos. Assim, concluída a programação da NAGT é necessária a realização de um conjunto de testes em todo o sistema com o intuito de verificar as funcionalidades da nova aplicação de SGT. Para a realização destes testes de campo, como são denominados, é necessária elaboração de um plano de teste que tem por objetivo estruturar e detalhar minuciosamente todos os testes a efetuar, assim como enunciar os equipamentos e meios humanos necessários. Neste seguimento, finalizado o processo de mapeamento das variáveis de controlo do sistema de controlo do AVAC no visu+, foi necessário realizar um conjunto de testes previamente definidos com finalidade de verificar todas as funcionalidades da aplicação. Foram realizados todos os testes descritos no plano. Como era previsto, foram detetadas algumas falhas durante a realização dos mesmos, contudo todas elas foram solucionadas.

4.4.3. Lista de testes

Durante a realização do plano de testes é necessário registar os dados recolhidos e/ou todas as informações que possam ser consideradas importantes. Foram assim elaboradas tabelas, de forma a poderem ser registados todos os dados do plano de testes intuitivamente e com rapidez. Uma das tabelas elaboradas tem como objetivo registar os dados globais do plano de testes como o nome do edifício em que vai decorrer o plano de testes, data, hora, material usado ou ainda os

meios humanos e respetiva função. As outras tabelas são para o registo dos dados das UC, ventiladores de extração, eletrobombas e caldeiras e estão preparadas para registar dados como data e hora do início e fim do teste, ocorrência de avarias ou registos dos horários de funcionamento. Cada tabela deve ser utilizada para um único equipamento, devendo ser registado o nome de cada equipamento no início de cada uma [3].

4.4.4. Manual de referência

Foi atualizado o manual de referência anterior do sistema AVAC/DEC. Os programas utilizados para o controlo do sistema AVAC do DEC foram o *software* SCADA/HMI Visu+ e o *software* “SCADA Engine BACnet OPC Server”. No manual de referência são descritos todos os passos utilizados para a configuração do servidor OPC BACnet, como também os passos necessários à configuração do *hardware*, endereço usado e processo para detetar a rede de campo. O manual de referência do Visu+ contém as informações relativas aos processos de mapeamentos de todas as entradas e saídas dos equipamentos controlados diretamente pelo supervisor, descrevendo que parâmetros recebem as entradas e que informações enviam as saídas. Além disso, o manual de referência descreve e detalha as funções utilizadas, nomeadamente manipulações e operações efetuadas. Foi acrescentado detalhes/passos que foram necessários para escrever os *scripts* com as respetivas *queries*, assim como todo o processo de comunicação com a base de dados MeWaGo para permitir a monitorização de consumos do edifício.

4.4.5. Conclusão

Sendo o manual de referência um documento onde contém informações sobre o funcionamento do projeto e que deve estar ao alcance do utilizador, teve-se o cuidado de facultar e/ou documentar todas as informações que se achou útil, de uma forma explícita e o mais clara possível no sentido de facilitar a compreensão de tudo o que foi realizado.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

5.1. Conclusão

Com a realização deste projeto de dissertação, que consistiu em tornar funcional a nova aplicação de controlo do sistema AVAC e na criação de aplicação para Monitorização de Consumos do edifício de Engenharia Civil, deram-se passos importantes em relação ao conjunto de ações e medidas que têm como objetivo a melhoria de utilização da energia e consequente redução de custos inerentes aos consumos.

Com estas novas aplicações consegue-se ter um maior controlo no funcionamento dos equipamentos do sistema AVAC e a visualização em tempo real de consumos de eletricidade, água e gás, do edifício.

Para conclusão deste projeto, verificou-se que a organização de ordem de trabalho foi determinante. Assim, foi imperativo realizar estudo e investigação detalhados em diversas áreas.

Visto que a rede de controlador do sistema de controlo de AVAC é uma rede de protocolo proprietário (protocolo fechado), este facto dificultou a compreensão do funcionamento da referida rede, pois existe pouca informação de como é feita a comunicação. Além da dificuldade acima mencionada, teve-se a necessidade de estudar o funcionamento da gateway. Esta foi adquirida à empresa Siemens e permite que a aplicação Visu+ comunique com a rede de campo dos controladores, convertendo o protocolo proprietário (Rs-bus) em protocolo aberto (BACnet). Esta ainda permite a passagem do meio de transmissão RS-485 para Ethernet. A aplicação Visu+ não permite a comunicação direta com o protocolo BACnet mas possui o protocolo OPC Client. Assim, foi necessário adquirir o *software* servidor denominado “SCADA Engine BACnet OPC server” para permitir a troca de dados entre a aplicação Visu+ e a gateway. Dito isto, foi necessário estudo para compreender o funcionamento de todos os processos acima referidos.

No que à aplicação de monitorização de consumos diz respeito, foi necessário compreender como é feita a leitura no servidor de base de dados central dos consumos (MeWaGo) através da aplicação. Para tal, teve-se que solicitar ajuda ao Eng.º Francisco Maia, pesquisar sobre o *software* MySQL Workbench, configuração do *driver* de controlador ODBC e escrita do script que contém as queries. Devido ao atraso na instalação dos contadores que recolhem os dados de consumos de água e gás, infelizmente ainda não é possível visualizar os dados destas variáveis no supervisor. No entanto, criaram-se todas as interfaces gráficas necessárias para que no futuro próximo estas variáveis possam ser incluídas na aplicação.

Em relação ao sistema de controlo de Iluminação foi solicitado auxílio pela gestão do DEC para resolver uma falha relacionada com funcionamento do modo automático do referido sistema.

Após algum estudo resolveu-se a falha. Ainda em relação a este sistema, foi necessário alterar os endereços IPs dos PLCs/Mestres (de todos os pisos) que controlam este sistema para endereços na gama do IP da gateway, pois a rede local que inicialmente comandava apenas a Iluminação passou a comandar também o sistema AVAC. As tarefas acima mencionadas foram todas realizadas com sucesso.

Para concluir, considera-se que com a realização deste projeto, se adquiriu capacidade para a resolução de tarefas com garantia e segurança dentro do tempo previamente definido.

Assim, espera-se que com implementação destas novas aplicações, se consiga alcançar maior eficiência no funcionamento do edifício, com consumo energético e um esforço menor de manutenção, proporcionando um ambiente seguro e confortável a todos os ocupantes, do edifício do DEC.

5.2. Trabalho Futuro

Existem alguns aspetos a serem melhorados/corrigidos no sistema de controlo do AVAC. Assim sugere-se os seguintes aspetos a serem melhorados:

- É urgente a criação de um mecanismo para detetar o funcionamento efetivo das caldeiras quando é dada a ordem de arranque no supervisor. Procurou-se conhecer a causa dessa falha, mas não se descobriu. Inicialmente pensou-se que seria devido ao arranque simultâneo das caldeiras, e criou-se a possibilidade de permitir ao utilizador definir horário de desfasamento de arranque entre elas, mas a falha persiste. O mecanismo acima referido não foi resolvido devido à impossibilidade de programar os controladores existentes. De referir que cada caldeira dispõe de um indicador luminoso e um botão de pressão. O indicador luminoso acende quando a caldeira recebe ordem de comando vinda do supervisor, mas não liga. Assim, o utilizador deve carregar no botão para que a caldeira possa ligar. Dito isto, sugere-se que o processo que até então é manual, passasse a ser automático.
- É imperativa uma revisão a todos os sensores de temperatura espalhados pelo edifício, pois alguns apresentam falha de leitura.
- Algumas válvulas modulares, nomeadamente as válvulas de aquecimento UC2 e UC3, devem ser substituídas por estarem avariadas.
- Sugere-se uma revisão a todos os ventiladores de extração que estão operacionais e tentativa de recuperação dos que estão avariados.
- Seguir os passos necessários, com base no manual de referência, para incluir outras variáveis de consumos no supervisor quando as mesmas estiverem disponíveis.

No futuro pretende-se com este projeto alargar a reestruturação dos SGT a outros edifícios da Universidade de Coimbra.

Referências Bibliográficas

- [1] “Gestão Técnica Centralizada,” Climatização, [Online].
Available: <http://www.edificioseenergia.pt/media/27302/temacapagtc.pdf>.
- [2] ADENE, “ADENE,” 2015. [Online].
Available: <http://www.adene.pt/politica-energetica>.
- [3] J. Figueiredo, “Desenvolvimento de uma Aplicação de Gestão Técnica do Edifício do DEC,” Coimbra, 2014.
- [4] WordPress, “Gestão Técnica Centralizada,” FSYS, 10 10 2014. [Online].
Available: <http://www.fsys.pt/fsysnews/gtc-gestao-tecnica-de-edificios/>.
- [5] J. S. Pinheiro, “Projeto de Redes,” 6 4 2006. [Online].
Available: http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_de_supervisao_e_controle.php.
- [6] F. Carvalho, “Introdução A Redes De Comunicação: Processo De Transmissão Em Ambientes Industriais,” 5 8 2009. [Online].
Available: <http://www.artigonal.com/tecnologias-artigos/introducao-a-redes-de-comunicacao-protocolos-de-transmissao-em-ambientes-industriais-1100278.html>.
- [7] F. Ferreira, “Dissertação bacnet e OPC,” ISEL, Lisboa, 2011.
- [8] LANDIS&STAEFA, Integral RSM Terminal modules, 1997.
- [9] C. F. e. C. d. C. Romero, Domótica e InMótica- Viviendas y Edificios Inteligentes., Madrid: RA-MA Edital, 2010.
- [10] Weg, “Manual de Comunicação Bacnet-Weg,” 2013. [Online].
Available: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-cfw501-manual-da-comunicacao-bacnet-10002041154-manual-portugues-br.pdf>.
- [11] D. SA, “Smart Controls: Ingeniería Domótica,” Domoinmótica SA, 2015.
- [12] E. d. I. T. Especiais, “apirac,” 22 3 2012. [Online].
Available: http://apirac.pt/documentos/comunicacoes_2_inst/c_05.pdf.

- [13] “Mecatrónica Atual,” 19 08 2013. [Online]. Available:
<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1298-o-que-opc>.
- [14] A. Puda, “Padronização da Comunicação através da Tecnologia OPC,” Brasil, 2008.
- [15] A. Iodice, “Desenvolvimento de plataforma para monitorização de consumos em edifícios,”
Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.
- [16] L. & STAEFA, “Integral_AS1000,” 1997.
- [17] O. Sousa, “Gestão Técnica do Edifício do Departamento de Engenharia Civil,”
DEC UC, Coimbra, 2015.
- [18] K. Wellinger, System-Controller PXC001, 2014.
- [19] Siemens, DESIGO PX OPEN PX RS-Bus, 2008.
- [20] S. E. B. S. API, “BACnet OPC Server,” 2004. [Online].
Available: www.scadaengine.com. [Acedido em 12 2015].
- [21] P. C. G. & C. KG, Application note AH EN VISU+ BEST PRACTICE, 2013.
- [22] Dtraybur, Microsoft Word - OPC_BASICs, 2009.
- [23] L. Revés, Solution Partner Building. UNIV_COIMBRA-SiteAS01, 2015.
- [24] LaglerE, DESIGO INSIGHT OPEN BACnet Client Data sheet N9753, 2006.
- [25] J. Carvalho, “Metodologia de Monitorização de Consumos,” Porto, 2013.
- [26] Siemens, “Diagrama de Rede Univ de Coimbra Polo 2 Model,” 2014.

Apêndice A

Plano de Testes

Caldeiras e Eletrobombas

Material:

- Sistema de comunicação via rádio (*walkie talkie*)
- Um termómetro

Recursos Humanos:

- Duas pessoas (pelo menos)

Teste:

1. Ordem de comando da Caldeira e GECC

1.1.No supervisor:

1.1.1. Colocar em modo manual.

- 1.1.1.1. Definir um valor da temperatura de *setpoint* superior ao valor da temperatura de retorno das caldeiras.
- 1.1.1.2. Verificar no supervisor a indicação do funcionamento da caldeira.
- 1.1.1.3. Verificar que o valor da temperatura de retorno começa a aumentar.
- 1.1.1.4. Verificar que a caldeira desliga quando o valor da temperatura de retorno atinge o valor da temperatura de *setpoint*.
- 1.1.1.5. Verificar que a caldeira volta a ligar quando a temperatura de retorno for inferior a temperatura de *setpoint*.
- 1.1.1.6. Verificar também que a caldeira pode ser desligada através do botão de comando (considerando o ponto 1.1.1.1).
- 1.1.1.7. Verificar que a GECC funciona em simultâneo com a caldeira.

1.1.2. Colocar em modo auto.

- 1.1.2.1. Repetir o ponto 1.1.1.1.
- 1.1.2.2. Verificar que a caldeira não liga.
- 1.1.2.3. Definir os horários (início e fim do funcionamento), clicando no botão para o efeito.
- 1.1.2.4. Verificar que a caldeira liga, se o horário de início for igual a hora atual.
- 1.1.2.5. Verificar o ponto 1.1.1.3.
- 1.1.2.6. Verificar os pontos 1.1.1.4. e 1.1.1.5.
- 1.1.2.7. Verificar que a caldeira desliga depois do horário do fim.

1.1.2.8. Verificar os pontos 1.1.1.6. e 1.1.1.7

1.2. No Campo.

1.2.1. Verificar as correspondências de funcionamento dos equipamentos em relação aos pontos 1.1.1.2 a 1.1.1.7.

1.2.2. Verificar que pode haver necessidade de carregar no botão de ligar a caldeira.

1.2.3. Verificar que o valor de temperatura apresentado no termómetro é aproximadamente igual à de retorno das caldeiras (no supervisor).

2. Ordem de comando da eletrobomba (exceto GECC e GEC7)

2.1. No supervisor

2.1.1. Modo manual.

2.1.1.1. Verificar que a eletrobomba não liga, se a temperatura de *setpoint* (“Temperatura de *Setpoint* - °C”) for inferior a temperatura ambiente (“Temperatura Ambiente -°C) e a temperatura de *setpoint* inferior (“Temp. SetP Inferiro - °C”) for menor do que a temperatura de retorno.

2.1.1.2. Definir um valor da temperatura de *setpoint* superior ao valor da temperatura ambiente do bloco.

2.1.1.3. Verificar que a eletrobomba permanece desligada enquanto a temperatura de *setpoint* inferior (“Temp. SetP Inferior - °C”) for menor do que a temperatura de retorno.

2.1.1.4. Verificar que a eletrobomba liga (considerando o ponto 2.1.1.2), se pelo menos uma caldeira estiver ligada.

2.1.1.5. Verificar que a eletrobomba liga ou desliga, quando a temperatura de *setpoint* é superior ou inferior a temperatura ambiente do bloco, respetivamente.

2.1.1.6. Verificar também que a eletrobomba pode ser desligada através do botão de comando (considerando os pontos 2.1.1.2 e 2.1.1.4).

2.1.2. Modo auto.

2.1.2.1. Repetir os pontos 2.1.1.1 a 2.1.1.3.

2.1.2.2. Definir os horários (início e fim do funcionamento).

2.1.2.3. Verificar o ponto 2.1.1.4. considerando que o horário de início definido no ponto anterior está dentro da hora atual.

2.1.2.4. Verificar que a eletrobomba desliga findo o horário definido.

2.2. No Campo.

2.2.1. Verificar a correspondência com os pontos 2.1.1.1, 2.1.1.3 a 2.1.1.5.

- 2.1.1. Medir a temperatura ambiente da sala onde se situa o sensor correspondente ao bloco (ver **Tabela A1**).
- 2.1.2. Comparar com o valor apresentado no supervisor.
- 2.1.3. Anotar a diferença.

Para a realização dos testes das eletrobombas, devem ser tidos em conta dois pontos:

Ponto 1: São necessárias pelo menos três pessoas.

Ponto 2: O plano de testes elaborados é similar para todas as eletrobombas, com exceção para as eletrobombas GECC e GECC7, pois estas funcionam mediante outras condições. Assim, é necessário alterar o número correspondente à eletrobomba, o bloco e a sala onde está localizado o sensor que regista o valor da temperatura ambiente de cada circuito. Com base no exposto no ponto 2, a **Tabela A1** apresenta os dados relativos aos sensores de temperatura de cada circuito.

Tabela A 1- Dados relativos à localização dos sensores de temperatura ambiente

Localização dos sensores de temperatura ambiente			
Bloco	Piso	Sala	Eletrobomba
A	3	SA3.11	GEC1
C	3	SC 3.4	GEC3
D	3	SE 3.1	GEC5
E			
F	3	SF 3.3	GEC2
G	4	SG 4.3	GEC4
H	4	SH 4.3	GEC6

Unidade Condicionadora (UC)

Material:

- Sistema de comunicação via rádio (*walkie talkie*)
- Um termómetro
- Chave de fenda ou estrela
- Relógio

Recursos Humanos:

- Três pessoas (pelo menos)

Devido a associação da unidade condicionadora ao respetivo ventilador e ao sistema de aquecimento, durante a realização dos testes serão realizados os testes aos ventiladores

VE11_UC1_UC2, VE12_UC3, VE13_UC4 e VE14_UC5 assim como às eletrobombas GEC7. Assim devem ter tidos em conta dois pontos:

- 1- Se um dos pontos do plano de testes não apresentar os resultados pretendidos, não é aconselhável a continuação dos testes, sob pena de o passo em questão ter de ser repetido.
- 2- O plano de testes é similar para todas as UC, sendo apenas necessário alterar o nome da UC, do ventilador e da zona onde está localizado o sensor que regista a temperatura ambiente de cada circuito.

Com base no exposto no ponto 2, a **Tabela A2** apresenta a localização dos sensores de cada circuito e associação dos ventiladores aos *chillers*

Tabela A 2- Dados relativos à localização dos sensores de temperatura

UC	Ventilador	Localização dos sensores
UC1	VE11	Biblioteca Ala Esquerda
UC2	VE11	Biblioteca Ala Direita
UC3	VE12	Auditório AFD 3.3
UC4	VE13	Auditório AFD 3.1
UC5	VE14	Auditório ALS

Teste:

3. Ordem de comando da UC

3.1. No Supervisor.

3.1.1. Colocar em modo manual.

3.1.1.1. Considerar o modo aquecimento.

- 3.1.1.1.1. Verificar a temperatura ambiente apresentada.
- 3.1.1.1.2. Definir uma temperatura de *setpoint* de aquecimento superior a temperatura ambiente associada à UC em causa.
- 3.1.1.1.3. Verificar que o sinótico de aquecimento e o ventilador de extração associado à UC não ligam, se todas as caldeiras estiverem desligadas.
- 3.1.1.1.4. Verificar que os sinóticos de aquecimento e de ventilador ligam, se pelo menos uma das caldeiras estiver ligada.
- 3.1.1.1.5. Verificar que os sinóticos de aquecimento e de ventilador desligam, se o valor da temperatura ambiente atingir o valor da temperatura de *setpoint* aquecimento.
- 3.1.1.1.6. Verificar que por omissão o botão “Válvula de Aquecimento” se encontra na posição “Auto”.

- 3.1.1.1.7. Verificar que a posição da válvula motorizada denominada “Válvula de Aquecimento” pode ser alterada se o botão para o efeito estiver na posição manual.
- 3.1.1.1.8. Verificar que, se o botão de compressor for ligado, o sinótico de aquecimento desliga e liga o sinótico de arrefecimento.
- 3.1.1.1.9. Verificar que os leds indicam o modo funcionamento (modo aquecimento ou arrefecimento).
- 3.1.1.1.10. Verificar que a UC pode ser desligada através do botão de comando

3.1.1.2. Considerar o modo arrefecimento.

- 3.1.1.2.1. Verificar o valor da temperatura ambiente.
- 3.1.1.2.2. Definir o *setpoint* de arrefecimento menor do que a temperatura ambiente.
- 3.1.1.2.3. Ligar o botão denominado “Compressor de Frio”.
- 3.1.1.2.4. Verificar que os sinóticos de frio e de ventilador de extração ligam.
- 3.1.1.2.5. Verificar o estado do led que indica o modo de funcionamento (modo arrefecimento).
- 3.1.1.2.6. Verificar que o ventilador de extração funciona para os dois modos de funcionamento (modo aquecimento e modo arrefecimento).
- 3.1.1.2.7. Verificar que o sistema desliga se o valor da temperatura ambiente atingir o valor de *setpoint* de arrefecimento.

3.1.2. Colocar em “modo Auto”.

- 3.1.2.1. Definir os horários (início e fim do funcionamento).
- 3.1.2.2. Realizar todos os pontos acima mencionados e verificar que o funcionamento também é condicionado pelo período dos horários definidos.

3.2. No Campo.

- 3.2.1. Medir a temperatura ambiente associada a cada unidade e comparar com o valor mostrado no supervisor.
- 3.2.2. Verificar a subida do valor da temperatura se a unidade funcionar em modo aquecimento.

- 3.2.3. Verificar a descida do valor da temperatura se a unidade funcionar em modo arrefecimento.
- 3.2.4. Verificar o funcionamento dos equipamentos correspondentes aos sinóticos representativos dos mesmos.
- 3.2.5. Verificar o funcionamento da GEC7 se unidade funcionar em modo aquecimento
- 3.2.6. Verificar que o ventilador de extração funciona para os dois modos de funcionamento (modo aquecimento e modo arrefecimento).
- 3.2.7. Verificar que as situações referidas nos pontos 3.2.1. e 3.2.2. dependem do estado de pelo menos uma das caldeiras, ou seja, pelo menos uma das três caldeiras deve estar em funcionamento.
- 3.2.8. Verificar que a unidade desliga findo o tempo definido em modo automático ou através do botão de comando.

Ventiladores de Extração

Material:

- Um sistema de comunicação via rádio (*walkie talkie*)
- Um relógio

Recursos Humanos:

- Duas pessoas

De forma a simplificar e diminuir o material escrito disponibilizado para realização do plano de testes dos ventiladores foi apenas elaborada uma versão deste plano de teste. No entanto, os testes foram realizados a todos os ventiladores no sentido de verificar o funcionamento dos mesmos. Assim, os ventiladores são os seguintes:

- VE1.1, VE1.2 e VE1.3
- VE 2
- V16
- VE3 e VE4
- VE5, VE9, VE21 e VE22
- VE6, VE10 e VE15
- VE18

Teste:

4. **Ordem de comando de VEy (exceto VE11, VE 12, VE13, VE14).**

4.1 **No Supervisor.**

4.1.1. **Modo manual.**

4.1.1.1. Verificar o funcionamento do VEy.

4.1.1.2. Verificar que o VEy desliga quando o utilizador desliga o botão do comando.

4.1.2. **Modo automático.**

4.1.2.1. Definir os horários.

4.1.2.2. Verificar que o VEy não liga fora do horário definido no ponto anterior.

4.1.2.3. Verificar que o VEy desliga findo o período definido no 4.1.2.1.

4.2 **No Campo**

4.2.1. Verificar que o ventilador VEy liga confirmando assim o ponto 4.1.1.1.

4.2.2. Verificar que o VEy desliga confirmando assim o ponto 4.1.1.2.

4.2.3. **Marcar o tempo de início e fim do funcionamento.**

4.2.3.1. Verificar que o VEy liga no início do tempo e desliga findo o tempo.

4.2.3.2. Verificar o ponto 4.1.2.2

Apêndice B

Lista de Testes

Tabela B 1-Tabela Plano de teste de Caldeira

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: ____/____/____ Hora: ____:____			
	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Modo Manual			
Caldeira _	Supervisor		Campo	
	Temp stp maior Temp retorno		Local. Sensor Ret. Cald: Sala das Caldeiras	
			Temp Ret Cald:	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Desliga		Desliga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Temp stp menor Temp retorno			
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			
	Modo Automático			
	Temp stp maior Temp retorno			
	Horário de Início:		Horário de Início:	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Horário de Fim:		Horário de Fim:	
	Desliga		Desliga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Temp stp menor Temp retorno			
	Início:		Início:	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

Tabela B 2- Tabela Plano de teste da UC modo manual (1/3).

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: __/__/____ Hora: __: __											
	Tipo de Teste: Ordem de Comando											
	Modo Manual											
UC __	Supervisor						Campo					
	Modo Arrefecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Arref. Menor T. Ambiente						T. Ambiente: __°C					
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		100		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Compressor						Compressor					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:											

Tabela B 3- Tabela Plano de teste da UC modo manual (2/3).

UC _	T. stp Arref. Maior T. Ambiente											
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/> X			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/> X		
	VE__UC__						VE__UC__					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Posição (Manual)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:											
	Modo Aquecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Aquec. Maior T. Ambiente						T. Ambiente: __°C					
	Compressor						Compressor					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	VE__UC__						VE__UC__					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

Tabela B 4- Tabela Plano de teste da UC modo manual (3/3).

UC _	Modo Aquecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Aquec. Maior T. Ambiente						T. Ambiente: ___°C					
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

Tabela B 5- Tabela Plano de teste da UC modo automático (1/2).

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: ___/___/___ Hora: __:___											
	Tipo de Teste: Ordem de Comando											
	Modo Automático											
UC __	Supervisor						Campo					
	Modo Arrefecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Arref. Menor T. Ambiente						T. Ambiente: ___°C					
	Horário de Início: __:___						Horário de Início: __:___					
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição						Posição					
	0		100		Outros		0		100		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Hora do Fim: __:___						Hora do Fim: __:___					
	Compressor						Compressor ON					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

Tabela B 6 -Tabela Plano de teste da UC modo automático (2/2).

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: ___/___/___ Hora: __:___											
	Tipo de Teste: Ordem de Comando											
	Modo Automático											
UC __	Supervisor						Campo					
	Modo Aquecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Aquec. Maior T. Ambiente						T. Ambiente: ___°C					
	Horário de Início: __:___						Horário de Início: __:___					
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Hora do Fim: __:___						Hora do Fim: __:___					
	VE__ UC__						VE__ UC__					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

Tabela B 7- Tabela Plano de teste das Eletrobombas

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: __/__/____ Hora: __: __			
	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Modo Manual			
GEC __	Supervisor		Campo	
	Modo Aquecimento		Loc. do sensor:	
	T. stp Aquec. menor T. Ambiente		T. Ambiente: __°C	
	Caldeira (s): __, __, __ ON (pelo menos 1)			
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	T. stp Aquec. maior T. Ambiente			
	Caldeira (s): __, __, __ ON			
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	T. stp Aquec. maior T. Ambiente			
	Caldeira (s): __, __, __ OFF (todas)			
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			
	Modo Automático			
	Modo Aquecimento			
	T. stp Aquec. maior T. Ambiente			
	Caldeira(s): 1, __, __ ON (pelo menos 1)		Caldeira(s): 1, __, __ ON (pelo menos 1)	
	Horário de Início: __: __		Horário de Início: __: __	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Hora do Fim: __: __		Hora do Fim: __: __	
	Desliga		Desliga	
Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	

Tabela B 8- Tabela Plano de teste da GECC

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: __/__/____ Hora: __:____			
	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Modo Manual/Automático			
GECC	Supervisor		Campo	
	Caldeira (s): __,__,__ ON (pelo menos 1 ON)			
	GEC __,__,__,__,__,__ OFF		GEC __,__,__,__,__,__ OFF	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	GEC __,__,__,__,__,__ ON		GEC __,__,__,__,__,__ ON	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Caldeira (s): __,__,__ OFF		Caldeira (s): __,__,__ OFF	
	Desliga		Desliga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Obs:				

Tabela B 9-Tabela Plano de teste de GEC7

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: __/__/____ Hora: __:____			
	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Modo Manual/Automático			
GEC7	Supervisor		Campo	
	UCs: __,__,__,__,__,__ ON (pelo menos 1 ON)			
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	UCs: __,__,__,__,__,__ OFF (todas OFF)			
	Desliga		Desliga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			

Tabela B 10- Tabela Plano de teste de VE

Equipamento	Nº Teste: _____ Data: ___/___/___ Hora: __:___			
VE __, __, __	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Supervisor		Campo	
	Horário de Início: __:___		Horário de Início: __:___	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Hora do Fim: __:___		Hora do Fim: __:___	
	Desliga		Desliga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			
	Novo Horário Início: __:___		Novo Horário Início: __:___	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Novo Horário Fim: __:___		Novo Horário Fim: __:___	
	Desliga		Desliga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			

Apêndice C

Resultado da Simulação

(Amostra dos testes realizados)

Tabela C 1- Tabela Referente à realização do Plano de testes

Plano de testes: Testes de ordem de comando		
Edifício: Departamento de Engenharia Civil (DEC)		
Pessoas envolvidas: Citeljor Menezes, Engº Edmundo Pais, Ricardo Oliveira		
Pessoas	Localização	Função
Citeljor Menezes	Campo	Confirmar os resultados
Engº Edmundo Pais	Campo	Confirmar os resultados
Ricardo Oliveira	Supervisor	Controlo supervisor
Materiais usados:		
Material	Utilização	
Computador	Controlo	
Aplicação de supervisão	Controlo	
walkie talkie	Comunicação	
Plano de teste impresso	Suporte para anotação	
Termómetro	Medir a temperatura	
Relógio	Marcar o tempo	
Chave de fenda/estrela	Desapertar a tampa de proteção das válvulas modulares das UCs	
Resultados:		
Data: 14/01/2016		
Quem preencheu: Edmundo Pais, Citeljor Menezes		

Tabela C 2- Tabela Referente à realização da secção da Caldeira 1 do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>1</u>		Data: <u>14/01/2016</u>		Hora: <u>16:02</u>	
	Tipo de Teste: Ordem de Comando					
	Modo Manual					
Caldeira <u>1</u>	Supervisor			Campo		
	Temp <i>stp</i> maior Temp retorno			Local. Sensor Ret. Cald: Sala das Caldeiras		
				Temp Ret Cald: 52°C		
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Desliga			Desliga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Temp <i>stp</i> menor Temp retorno					
	Liga			Liga		
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>
	Obs:					
	Modo Automático					
	Temp <i>stp</i> maior Temp retorno					
	Horário de Início: 16:10			Horário de Início: 16:10		
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Horário de Fim: 16:12			Horário de Fim: 16:12		
	Desliga			Desliga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Temp <i>stp</i> menor Temp retorno					
	Início: 16:15			Início: 16:15		
	Liga			Liga		
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>

Tabela C 3- Tabela Referente à realização da secção da Caldeira 2 do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>2</u>		Data: <u>14/01/2016</u>		Hora: <u>16:15</u>	
	Tipo de Teste: Ordem de Comando					
	Modo Manual					
Caldeira 2	Supervisor			Campo		
	Temp <i>stp</i> maior Temp retorno			Local. Sensor Ret. Cald: Sala das caldeiras		
	Temp Ret Cald: 52°C					
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Desliga			Desliga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Temp <i>stp</i> menor Temp retorno					
	Liga			Liga		
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>
	Obs:					
	Modo Automático					
	Temp <i>stp</i> maior Temp retorno					
	Horário de Início: 16:18			Horário de Início: 16:18		
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Horário de Fim: 16:20			Horário de Fim: 16:20		
	Desliga			Desliga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Temp <i>stp</i> menor Temp retorno					
Início: 16:22			Início: 16:22			
Liga			Liga			
Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	

Tabela C 4-Tabela Referente à realização da secção da Caldeira 3 do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>3</u>		Data: <u>14/01/2016</u>		Hora: <u>16:30</u>	
	Tipo de Teste: Ordem de Comando					
	Modo Manual					
Caldeira <u>3</u>	Supervisor			Campo		
	Temp <i>stp</i> maior Temp retorno			Local. Sensor Ret. Cald: Sala das caldeiras		
				Temp Ret Cald: 52°C		
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Desliga			Desliga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Temp <i>stp</i> menor Temp retorno					
	Liga			Liga		
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>
	Obs:					
	Modo Automático					
	Temp <i>stp</i> maior Temp retorno					
	Horário de Início: 16:32			Horário de Início: 16:32		
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Horário de Fim: 16:34			Horário de Fim: 16:34		
	Desliga			Desliga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Temp <i>stp</i> menor Temp retorno					
	Início: 16:36			Início: 16:36		
	Liga			Liga		
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>

Tabela C 5-Tabela Referente à realização da secção da Eletrobomba GEC1 do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>4</u>		Data: <u>14/01/2016</u>		Hora: <u>17:05</u>	
	Tipo de Teste: Ordem de Comando					
	Modo Manual					
GEC 1	Supervisor			Campo		
	Modo Aquecimento			Loc. do sensor: SA 3.11		
	T. stp Aquec. menor T. Ambiente			T. Ambiente: 19.4°C		
	Caldeira (s): <u>1</u> , __, __ ON(pelo menos 1)					
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	T. stp Aquec. maior T. Ambiente					
	Caldeira (s): <u>1</u> __, __, __ ON					
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	T. stp Aquec. maior T. Ambiente					
	Caldeira (s): <u>1,2,3</u> OFF (todas)					
	Liga			Liga		
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>
	Obs:					
	Modo Automático					
	Modo Aquecimento					
	T. stp Aquec. maior T. Ambiente					
	Caldeira(s): <u>1</u> , __, __ ON(pelo menos 1)			Caldeira(s): <u>1</u> , __, __ ON(pelo menos 1)		
	Horário de Início <u>17:15</u>			Horário de Início: <u>17:15</u>		
	Liga			Liga		
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Hora do Fim: <u>17:17</u>			Hora do Fim: <u>17:17</u>		
	Desliga			Desliga		
Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	

Tabela C 6- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (1/5)

Equipamento	Nº Teste: <u>5</u>		Data: <u>14/01/2016</u>		Hora: <u>15:00</u>	
	Tipo de Teste: Ordem de Comando					
	Modo Manual					
UC 1	Supervisor			Campo		
	Modo Arrefecimento			Local sensor: Biblioteca		
	T. stp Arref. Menor T. Ambiente			T. Ambiente: 21°C		
	Compressor			Compressor		
	Liga			Liga		
	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	VE11 UC1			VE11 UC1		
	Liga			Liga		
	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Válvula de Aquecimento			Válvula de Aquecimento		
	Posição (Auto)			Posição		
	0		100	Outros		Outros
	Si m <input type="checkbox"/>	Nã o <input type="checkbox"/>	Si m <input type="checkbox"/>	Nã o <input type="checkbox"/>	Si m <input type="checkbox"/>	Nã o <input type="checkbox"/>
	Compressor		Compressor		Compressor	
	Desliga			Desliga		
	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	VE11 UC1			VE11 UC1		
	Desliga			Desliga		
	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Válvula de Aquecimento			Válvula de Aquecimento		
	Posição			Posição		
	0		100	Outros		Outros
	Si m <input type="checkbox"/>	Nã o <input type="checkbox"/>	Si m <input type="checkbox"/>	Nã o <input type="checkbox"/>	Si m <input type="checkbox"/>	Nã o <input type="checkbox"/>
Obs:						

Tabela C 7- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (2/5)

UC1	T. stp Arref. Maior T. Ambiente											
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input checked="" type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input checked="" type="checkbox"/>		
	VE11 UC1						VE11 UC1					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>			Não <input checked="" type="checkbox"/>			Sim <input type="checkbox"/>			Não <input checked="" type="checkbox"/>		
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>
	Posição (Manual)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sim	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Não
	Obs:											
	Modo Aquecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Aquec. Maior T. Ambiente						T. Ambiente: 21°C					
	Compressor						Compressor					
	Desliga						Desliga					
	<input type="checkbox"/> Sim			Não <input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> Sim			Não <input checked="" type="checkbox"/>		
	VE11 UC1						VE11 UC1					
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>			Sim <input checked="" type="checkbox"/>			Não <input type="checkbox"/>		
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
0		100		Outros		0		10		Outros		
Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	

Tabela C 8- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (3/5)

UC 1	Modo Aquecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Aquec. Maior T. Ambiente						T. Ambiente: 21°C					
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim		Não				Sim		Não			
	X <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				X <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
	VE11 UC1						VE11 UC1					
	Liga						Liga					
	Sim		Não				Sim		Não			
	X <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				X <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
0		100		Outros		0		10		Outros		
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
<input type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X <input type="checkbox"/>	

Tabela C 9- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (4/5)

Equipamento	Nº Teste: <u>6</u>						Data: <u>14/01/2016</u>						Hora: <u>15:40</u>					
	Tipo de Teste: Ordem de Comando																	
	Modo Automático																	
UC <u>1</u>	Supervisor						Campo											
	Modo Arrefecimento						Local sensor: Biblioteca											
	T. stp Arref. Menor T. Ambiente						T. Ambiente: 21°C											
	Horário de Início: <u>15:43</u>						Horário de Início: <u>15:43</u>											
	Compressor						Compressor											
	Liga						Liga											
	Sim			Não			Sim			Não								
	X <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			X <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>								
	VE11 UC1						VE11 UC1											
	Liga						Liga											
	Sim			Não			Sim			Não								
	X <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			X <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>								
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento											
	Posição						Posição											
	0		100		Outros		0		100		Outros							
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não						
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
	Hora do Fim: <u>15:45</u>						Hora do Fim: <u>15:45</u>											
	Compressor						Compressor ON											
	Desliga						Desliga											
	Sim			Não			Sim			Não								
	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>								
	VE11 UC1						VE11 UC1											
	Desliga						Desliga											
	Sim			Não			Sim			Não								
	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>								
Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento												
Posição						Posição												
0		100		Outros		0		10		Outros								
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não							
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							

Tabela C 10- Tabela Referente à realização da secção do UC1 do Plano de testes (5/5)

Equipamento	Nº Teste: <u>6</u>		Data: <u>14/01/2016</u>				Hora: <u>15:50</u>					
	Tipo de Teste: Ordem de Comando											
	Modo Automático											
UC 1	Supervisor						Campo					
	Modo Aquecimento						Local sensor: Biblioteca					
	T. stp Aquec. Maior T. Ambiente						T. Ambiente: 21°C					
	Horário de Início: <u>15:53</u>						Horário de Início: <u>15:53</u>					
	Compressor						Compressor					
	Liga						Liga					
	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>				Sim <input type="checkbox"/>		Não <input checked="" type="checkbox"/>			
	VE11 UC1						VE11 UC1					
	Liga						Liga					
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição (Auto)						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>
	Hora do Fim: <u>15:55</u>						Hora do Fim: <u>15:55</u>					
	VE11 UC1						VE11 UC1					
	Desliga						Desliga					
	Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>				Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
	Válvula de Aquecimento						Válvula de Aquecimento					
	Posição						Posição					
	0		100		Outros		0		10		Outros	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

Tabela C 11-Tabela Referente à realização da secção da Eletrobomba GEC7 do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>6</u>		Data: <u>14/01/2016</u>		Hora: <u>16:30</u>	
	Tipo de Teste: Ordem de Comando					
	Modo Manual/Automático					
GEC7	Supervisor			Campo		
	UCs: <u>1</u> , __, __, __, __ ON (pelo menos 1 ON)			UCs: <u>1</u> , __, __, __, __ ON (pelo menos 1 ON)		
	Liga			Liga		
	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	UCs: <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> OFF (todas OFF)			UCs: <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> OFF (todas OFF)		
	Desliga			Desliga		
	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>
	Obs:Funciona em simultâneo com as UCs					

Tabela C 12-Tabela Referente à realização da secção da Eletrobomba GECC do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>3</u>	Data: <u>14/01/2016</u>	Hora: <u>16:30</u>	
GECC	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Supervisor		Campo	
	Caldeira (s): <u>1</u> , <u> </u> , <u> </u> ON (pelo menos 1 ON)		Caldeira (s): <u>1</u> , <u> </u> , <u> </u> ON (pelo menos 1 ON)	
	GEC <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> OFF		GEC <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> OFF	
	Liga		Liga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Liga		Liga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	GEC <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> ON		GEC <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> , <u> </u> ON	
	Liga		Liga	
	Sim <input type="checkbox"/>	Não X <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não X <input type="checkbox"/>
	Caldeira (s): <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> OFF		Caldeira (s): <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> OFF	
	Desliga		Desliga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs: Funciona em simultâneo com as Caldeiras			

Tabela C 13-Tabela Referente à realização da secção dos Ventiladores do Plano de testes

Equipamento	Nº Teste: <u>7</u>	Data: <u>14/01/2016</u>	Hora: <u>18:15</u>	
VE ,<u>9,21,22</u>	Tipo de Teste: Ordem de Comando			
	Supervisor		Campo	
	Horário de Início: <u>18:20</u>		Horário de Início: <u>18:20</u>	
	Liga		Liga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Hora do Fim: <u>18:22</u>		Hora do Fim: <u>18:22</u>	
	Desliga		Desliga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			
	Novo Horário Início: <u>18:27</u>		Novo Horário Início: <u>18:27</u>	
	Liga		Liga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Novo Horário Fim: <u>18:30</u>		Novo Horário Fim: <u>18:30</u>	
	Desliga		Desliga	
	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Sim X <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
	Obs:			

Apêndice D

Manual de Referência

**Manual
de
Referência**

Sistema AVAC

Departamento de Engenharia Civil

Elaborado por: Citeljor Menezes

Janeiro de 2016

Índice

Índice.....	1
Lista de Figuras	2
Lista de Tabelas.....	3
Introdução.....	4
Correspondência das variáveis	5
Códigos desenvolvidos.....	7
Controlo dos grupos dos ventiladores dos Blocos D/G.....	7
Controlo das Caldeiras	7
Controlo das Eletrobombas e das Válvulas Modulares dos circuitos de circulação	9
Controlo das UC.....	12
Mapeamento	17
Introdução.....	17
Comunicação OPC <i>client</i>	17
1. Passos para o mapeamento.....	17
Material de Referência do servidor “SCADA Engine BACnet OPC Server”	23
Introdução.....	24
1. Configurações.....	24
1.1. <i>Configure port</i>	25
1.2. <i>Configure Device</i>	26
1.3. <i>Configure Device Bindings</i>	27
1.4. <i>Browser BACnet Network</i>	27
1.5. <i>Objetos BACnet</i>	29
1.6. <i>Leitura</i>	30
1.7. <i>Escrita</i>	32
Material de Apoio Monitorização de Consumos.....	34
Introdução.....	35
Acesso à base de dados a partir do Visu+	35
1. Configuração do <i>drive</i> ODBC.....	35
Criar um Script.....	40

Lista de Figuras

Figura D 1-Código desenvolvido para controlo dos ventiladores dos Blocos D/G	7
Figura D 2- Código desenvolvido para o funcionamento da “Caldeira 1”	9
Figura D 3- Código desenvolvido para o funcionamento da “GEC1”	11
Figura D 4- Código desenvolvido para o funcionamento da “GECC”	12
Figura D 5- Código desenvolvido para o funcionamento da “UC5”	16
Figura D 6- Código desenvolvido para controlo da válvula de aquecimento UC4.....	16
Figura D 7- Código desenvolvido para controlo da “GEC7”	17
Figura D 8-Passos para mapeamento da variável (1/6).....	18
Figura D 9 -Passos para mapeamento da variável (2/6).....	19
Figura D 10-Passos para mapeamento da variável (3/6).....	19
Figura D 11-Passos para mapeamento da variável (4/6).....	20
Figura D 12- Passos para mapeamento da variável (5/6).....	21
Figura D 13- Passos para mapeamento da variável (6/6).....	21
Figura D 14- Ambiente inicial do servidor SCADA Engine	24
Figura D 15- Configuração do porto	25
Figura D 16- Configuração da gateway	26
Figura D 17- Confirmação do endereço estático.....	27
Figura D 18-Browse Bacnet Network.....	28
Figura D 19-Imagem Device scan com deteção da rede Dev 2098177	28
Figura D 20-Objetos da rede de campo (1/2)	29
Figura D 21- Objetos da rede de campo (2/2)	30
Figura D 22- Imagem de Analog Input (1/2)	31
Figura D 23- Conteúdo do objeto “sensor exterior 1”	32
Figura D 24- Conteúdo do objeto “VálvCircl_1”.	32
Figura D 25 Imagem de Grid	36
Figura D 26- Configuração do driver ODBC (1/6)	37
Figura D 27- Configuração do driver ODBC (2/6)	37
Figura D 28- Configuração do driver ODBC (3/6)	38
Figura D 29- Configuração do driver ODBC (4/6)	38
Figura D 30- Configuração do driver ODBC (5/6)	39
Figura D 31- Configuração do driver ODBC (6/6)	40

Lista de Tabelas

Tabela D 1-Correspondência de Variáveis CT3 com Visu+.....	6
Tabela D 2 -Correspondência de Variáveis CT4 com Visu+.....	2
Tabela D 3-Correspondência de Variáveis CT7 com Visu+.....	2
Tabela D 4-Correspondência de Variáveis CT5 com Visu+.....	3
Tabela D 5-Correspondência de Variáveis CT6 com Visu+.....	3
Tabela D 6-Correspondência de Variáveis CT1 com Visu+.....	3
Tabela D 7-Correspondência de Variáveis CT2 com Visu+.....	4
Tabela D 8-Correspondência de Variáveis CT3 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	4
Tabela D 9-Correspondência de Variáveis CT7 com Visu+(<i>feedback</i>).....	4
Tabela D 10- Correspondência de Variáveis CT5 com Visu+(<i>feedback</i>).....	4
Tabela D 11-Correspondência de Variáveis CT6 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	5
Tabela D 12-Correspondência de Variáveis CT1 com Visu+ (<i>feedback</i>).....	5
Tabela D 13-Correspondência de Variáveis CT2 com Visu+(<i>feedback</i>).....	5
Tabela D 14- Variáveis de Alarmes CT7	5
Tabela D 15- Variáveis de Alarmes CT6	6
Tabela D 16- Variáveis de Alarmes CT4	6
Tabela D 17-Variáveis de Reset Alarmes CT7	6
Tabela D 18-Variáveis de Reset Alarmes CT6	6
Tabela D 19-Variáveis de Reset Alarmes CT4	6
Tabela D 20- Variáveis relativas ao funcionamento das Caldeiras.....	8
Tabela D 21- Variáveis relativas ao funcionamento das eletrobombas	10
Tabela D 22- Variáveis relativas ao funcionamento das UCs.....	13

Introdução

Este documento tem por objetivo atualizar o manual de referência de programas criados no âmbito do projeto de desenvolvimento de uma Nova Aplicação de Gestão Técnica (NAGT) de controlo e monitorização do sistema AVAC e descrever detalhadamente a Aplicação para permitir a Monitorização de Consumos do Departamento do Engenharia Civil. Aqui são apresentadas todas as variáveis criadas assim como o respetivo objetivo e funcionalidade, todas as opções tomadas e a forma como o programador as executou sendo ainda apresentados e explicados excertos de códigos desenvolvidos.

Correspondência das variáveis

Nas **Tabelas** numeradas de **D1** a **D19** são representadas as correspondências entre as variáveis de controlo dos dispositivos de campo e a aplicação Visu+.

Tabela D 1-Correspondência de Variáveis CT3 com Visu+

Grupo RS0n ¹ /CTy ²	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS01/CT3 NRUF/A	Sensor exterior 1	01	UI	-	CT3	Float	UI01_CT3
	Sensor exterior 2	02	UI	-	CT3	Float	UI02_CT3
	Sensor exterior 3	03	UI	-	CT3	Float	UI03_CT3
	Sensor exterior 4	04	UI	-	CT3	Float	UI04_CT3
	Sensor de Imersão 1	05	UI	-	CT3	Float	UI05_CT3
	Sensor de Imersão 2	06	UI	-	CT3	Float	UI06_CT3
	Sensor de Imersão 3	07	UI	-	CT3	Float	UI07_CT3
	Sensor de Imersão 4	08	UI	-	CT3	Float	UI08_CT3
	Sensor Ambiente 1	09	UI	-	CT3	Float	UI09_CT3
	Sensor Ambiente 2	10	UI	-	CT3	Float	UI10_CT3
	Sensor Ambiente 3	11	UI	-	CT3	Float	UI11_CT3
	Sensor Ambiente 4	12	UI	-	CT3	Float	UI12_CT3
	SenTempRetordeCal	13	UI		CT3	Float	UI13_CT3
	Válvula Circulação 1	-	UO	01	Eletrobombas	Float	VálvCirc1_1
	Válvula Circulação 2	-	UO	02	Eletrobombas	Float	VálvCirc1_2
	Válvula Circulação3	-	UO	03	Eletrobombas	Float	VálvCirc1_3
	Válvula Circulação4	-	UO	04	Eletrobombas	Float	VálvCirc1_4
	EletrobombaRecircul	-	UO	09	Eletrobombas	Float	bombacc
	Eletrobomba 1	-	UO	10	Eletrobombas	Float	bomba1
	Eletrobomba 2	-	UO	11	Eletrobombas	Float	bomba2
	Eletrobomba 3	-	UO	12	Eletrobombas	Float	bomba3
	Eletrobomba 4	-	UO	13	Eletrobombas	Float	bomba4
	Eletrobomba 5	-	UO	14	Eletrobombas	Float	bomba5
	Eletrobomba 6	-	UO	15	Eletrobombas	Float	bomba6
	Eletrobomba 7	-	UO	16	Eletrobombas	Float	bomba7
	Caldeira 1	-	DO	01	Caldeiras	Float	caldeira1
	Caldeira 2	-	DO	02	Caldeiras	Float	caldeira2
	Caldeira 3	-	DO	03	Caldeiras	Float	caldeira3
	VE17_18	-	DO	04	CT3	Float	DO04_CT3

¹ Critério escolhido para sequência das tabelas. Grupo “RS0n” com “n” a indicar o número de grupo(*software*).

² Designação do controlador no quadro elétrico. “CTy” com “y” a indicar o número de controlador

Tabela D 2 -Correspondência de Variáveis CT4 com Visu+

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS02/CT4 NRK 9/A	Sensor Imersão 5	01	UI	-	CT4	Float	UI01_CT4
	Sensor Imersão 6	02	UI	-	CT4	Float	UI02_CT4
	Sensor Ambiente 5	03	UI	-	CT4	Float	UI03_CT4
	Sensor Ambiente 6	04	UI	-	CT4	Float	UI04_CT4
	Válvula Circulação 5	-	UO	01	Eletrobombas	Float	VálvCirc1_5
	Válvula Circulação 6	-	UO	02	Eletrobombas	Float	VálvCirc1_6

Tabela D 3-Correspondência de Variáveis CT7 com Visu+

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS03/CT7 NRUE/A	Temperatura UC3	01	UI	-	CT7	Float	UI01_CT7
	Temperatura UC4	02	UI	-	CT7	Float	UI02_CT7
	Temperatura UC5	03	UI	-	CT7	Float	UI03_CT7
	Válvula Aquec UC3	-	UO	01	Chiller	Float	valvulaAQUUC3
	Válvula Aquec UC4	-	UO	02	Chiller	Float	valvulaAQUUC4
	Válvula Aquec UC5	-	UO	03	Chiller	Float	valvulaAQUUC5
	1ºEscalão Frio UC3	-	UO	08	CT7	Float	UO08_CT7
	2ºEscalão Frio UC3	-	DO	01	CT7	Float	DO01_CT7
	1ºEscalão Frio UC4	-	DO	02	CT7	Float	DO02_CT7
	2ºEscalão Frio UC4	-	DO	03	CT	Float	DO03_CT7
	1ºEscalão Frio UC5	-	DO	04	CT7	Float	DO04_CT7
	2ºEscalão Frio UC5	-	DO	05	CT7	Float	DO05_CT7
	VE12 UC3	-	DO	06	Chiller	Float	UC3_comando
	VE13 UC4	-	DO	07	Chiller	Float	UC4_comando
	VE14 UC5	-	DO	08	Chiller	Float	UC5_comando

Tabela D 4-Correspondência de Variáveis CT5 com Visu+

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS04/CT5 NRK16/A	Temp Ambiente UC1	01	UI	-	CT5	Float	UI01_CT5
	Humidade Amb UC1	02	UI	-	CT5	Float	UI02_CT5
	Válvula Aquec UC1	-	UO	01	Chiller	Float	valvulaAQUC1
	Humidificador UC1	-	UO	02	CT5	Float	UO02_CT5
	1º Escalão Frio UC1	-	UO	03	CT5	Float	UO03_CT5
	2º Escalão Frio UC1	-	UO	04	CT5	Float	UO04_CT5
	VE11 UC1	-	UO	05	CT5	Float	UC1_comando

Tabela D 5-Correspondência de Variáveis CT6 com Visu+

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS05/CT6 NRK16/A	Temp Ambiente UC2	01	UI	-	CT6	Float	UI01_CT6
	Humidade Amb UC2	02	UI	-	CT6	Float	UI02_CT6
	Válvula Aquec UC2	-	UO	01	Chiller	Float	valvulaAQUC2
	UC2 Humidificador	-	UO	02	CT6	Float	-
	1º Escalão Frio UC2	-	UO	03	CT6	Float	UO03_CT6
	2º Escalão Frio UC2	-	UO	04	CT6	Float	UO04_CT6
	VE UC2	-	UO	05	CT6	Float	UC2_comando

Tabela D 6-Correspondência de Variáveis CT1 com Visu+

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS06/CT1 NRK16/A	VE_5_9_21_22	-	UO	03	CT1	Float	UO03_CT1
	VE_6_10_15	-	UO	04	CT1	Float	UO04_CT1
	VE 2	-	UO	05	CT1	Float	UO05_CT1
	VE_1.1_1.2_1.3	-	UO	06	CT1	Float	UO06_CT1

Tabela D 7-Correspondência de Variáveis CT2 com Visu+

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador			Aplicação Visu+		
		Entrada	Tipo I/O	Saída	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS07/CT2 NRD24/A	VE_3_4	-	UO	01	CT2	Float	UO01_CT2
	VE 16	-	UO	02	CT2	Float	UO02_CT2

Tabela D 8-Correspondência de Variáveis CT3 com Visu+ (*feedback*)

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS01/CT3 NRUF/A	Eletrobomba GECC	01	DI	CT3	DI	DI01_CT3
	Eletrobomba 1	02	DI	CT3	DI	DI02_CT3
	Eletrobomba 2	03	DI	CT3	DI	DI03_CT3
	Eletrobomba 3	04	DI	CT3	DI	DI04_CT3
	Eletrobomba 4	05	DI	CT3	DI	DI05_CT3
	Eletrobomba 5	06	DI	CT3	DI	DI06_CT3
	Eletrobomba 6	07	DI	CT3	DI	DI07_CT3
	Eletrobomba 7	08	DI	CT3	DI	DI08_CT3

Tabela D 9-Correspondência de Variáveis CT7 com Visu+ (*feedback*)

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS03/CT7 NRUE/A	UC3_estado	01	DI	CT7	DI	DI01_CT7
	FiltroColUC4_estado	02	DI	CT7	DI	DI02_CT7
	UC4_estado	03	DI	CT7	DI	DI03_CT7
	FiltroColUC5_estado	04	DI	CT7	DI	DI04_CT7
	UC5_estado	05	DI	CT7	DI	DI05_CT7
	VE12_estado	06	DI	CT7	DI	DI06_CT7
	VE13_estado	07	DI	CT7	DI	DI07_CT7
	VE14_estado	08	DI	CT7	DI	DI08_CT7
	FiltroColUC3_estado	09	UI	CT7	DI	UI08_CT7

Tabela D 10- Correspondência de Variáveis CT5 com Visu+ (*feedback*)

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS04/CT5 NRK16/A	FiltroColUC1_estado	03	DI	CT5	DI	UI03_CT5
	UC1_estado	04	UI	CT5	DI	UI04_CT5
	VE11_estado	05	UI	CT5	DI	UI05_CT5

Tabela D 11-Correspondência de Variáveis CT6 com Visu+ (*feedback*)

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (<i>feedback</i> do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS05/CT6 NRK16/A	FiltroColUC2_estado	03	DI	CT6	DI	UI03_CT6
	UC2_estado	04	DI	CT6	DI	UI03_CT6

Tabela D 12-Correspondência de Variáveis CT1 com Visu+ (*feedback*)

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (<i>feedback</i> do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS06/CT1 NRK16/A	VE5_estado	01	UI	CT1	DI	UI01_CT1
	VE21_estado	02	UI	CT1	DI	UI02_CT1
	VE22_estado	03	UI	CT1	DI	UI03_CT1
	VE9_estado	04	UI	CT1	DI	UI04_CT1
	VE6_estado	05	UI	CT1	DI	UI05_CT1
	VE10_estado	06	UI	CT1	DI	UI06_CT1
	VE15_estado	07	UI	CT1	DI	UI07_CT1
	VE1.1_estado	08	UI	CT1	DI	UI08_CT1
	VE1.2_estado	09	UI	CT1	DI	UI09_CT1
	VE1.3_estado	10	UI	CT1	DI	UI10_CT1

Tabela D 13-Correspondência de Variáveis CT2 com Visu+ (*feedback*)

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (<i>feedback</i> do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS07/CT2 NRD24/A	VE3_estado	01	UI	CT2	DI	UI01_CT2
	VE4_estado	02	UI	CT2	DI	UI02_CT2
	VE16_estado	03	UI	CT2	DI	UI03_CT2
	VE2_estado	04	UI	CT2	DI	UI04_CT2

Tabela D 14- Variáveis de Alarmes CT7

Grupo RS0n/CTy	Alarmes	Controlador		Aplicação Visu+ (<i>feedback</i> do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS03/CT7 NRUE/A	Alarme VE12		DI	VarAlarmes	DI	AlEstVE_UC3
	Alarme VE13		DI	VarAlarmes	DI	AlEstVE_UC4
	Alarme VE14		DI	VarAlarmes	DI	AlEstVE_UC5
	Alarme UC3		DI	VarAlarmes	DI	AlEstUC3
	Alarme UC4		DI	VarAlarmes	DI	AlEstUC4
	Alarme UC5		DI	VarAlarmes	DI	AlEstUC5

Tabela D 15- Variáveis de Alarmes CT6

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS04/CT5 NRK16/A	Alarme Est VE11		DI	VarAlarmes	DI	UI03_CT5
	Alarme Est UC1		DI	VarAlarmes	DI	UI04_CT5

Tabela D 16- Variáveis de Alarmes CT4

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS05/CT6 NRK16/A	Alarme Est UC2		DI	VarAlarmes	DI	AIEstUC2

Tabela D 17-Variáveis de Reset Alarmes CT7

Grupo RS0n/CTy	Descrição	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS03/CT7 NRUE/A	AIEstVE_UC3_Reset	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstVE_UC3
	AIEstVE_UC4_Reset	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstVE_UC4
	AIEstVE_UC5_Reset	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstVE_UC5
	AIEstUC3_Reset	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstUC3
	AIEstUC4_Reset	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstUC4
	AIEstUC5_Reset	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstUC5

Tabela D 18-Variáveis de Reset Alarmes CT6

Grupo RS0n/CTy	Alarmes Reset	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS04/CT5 NRK16/A	Alarme Est VE11		DI	VarAlarmes	DI	UI03_CT5
	Alarme Est UC1	-	DI	VarAlarmes	DI	UI04_CT5

Tabela D 19-Variáveis de Reset Alarmes CT4

Grupo RS0n/CTy	Alarmes Reset	Controlador		Aplicação Visu+ (feedback do campo)		
		Entrada	Tipo I	Var Group	Tipo Var	Var Name
RS05/CT6 NRK16/A	Alarme Est UC2	-	DI	VarAlarmes	DI	AIEstUC2

Códigos desenvolvidos

Controlo dos grupos dos ventiladores dos Blocos D/G

O código desenvolvido para controlo dos grupos dos ventiladores dos Blocos D/G está representado na Figura D1.

```
//Código para o funcionamento dos Ventiladores do Bloco D e G
a(
  l button_blocoD1
  l kd 2
  ==
  =auto_BlocoD1

  l button_blocoD1
  l kd 1
  ==
  =manual_BlocoD1

  a manual_BlocoD1
  o(
    a auto_BlocoD1
    = auxBlocoD1
    a auxiliarBlocoD1
  )
  = U003_CT1 //saída comum para VE5 VE9 VE21 VE22
)

a(
  l button_blocoD2
  l kd 2
  ==
  =auto_BlocoD2

  l button_blocoD2
  l kd 1

  ==
  =manual_BlocoD2

  a manual_BlocoD2
  o(
    a auto_BlocoD2
    = auxBlocoD2
    a auxiliarBlocoD2
  )
  = U004_CT1 //saída comum para VE6 VE10 VE15
)
```

Figura D 1-Código desenvolvido para controlo dos ventiladores dos Blocos D/G

Controlo das Caldeiras

O funcionamento das caldeiras depende do valor da temperatura do *setpoints* definida pelo utilizador. Como tal, nesta vista são apresentadas as variáveis referentes às três caldeiras, os botões

de comando, as variáveis que definem os valores das temperaturas de *setpoint* e a variável que apresenta temperatura de retorno.

Variáveis

Na Tabela D20 são apresentadas as variáveis criadas para o desenvolvimento das funcionalidades das caldeiras

Tabela D 20- Variáveis relativas ao funcionamento das Caldeiras

Pasta	Variável	Tipo	Descrição
Caldeiras	caldeira1	Float	Caldeira 1
	caldeira2	Float	Caldeira 2
	caldeira3	Float	Caldeira 3
	button_caldeira1	Word	-
	button_caldeira2	Word	-
	button_caldeira3	Word	-
	<i>SetpointCald1</i>	Word	-
	<i>SetpointCald2</i>	Word	-
	<i>SetpointCald3</i>	Word	-
CT3	UI13_CT3	Float	Sensor Temp Retorn Cald

Cada caldeira tem associado um botão de três estados que comanda o seu funcionamento, possibilitando o funcionamento independente das caldeiras.

A partir do botão de três estados controla-se o funcionamento da caldeira através do “modo Manual” ou “modo Auto”. O funcionamento da caldeira em “modo Manual” é condicionado pela comparação entre o valor da temperatura de retorno das caldeiras e o valor da temperatura de *setpoint* definida pelo utilizador para cada caldeira. O valor de temperatura de *setpoint* deve ser maior do que o valor da temperatura apresentado no bloco denominado “Temperatura de retorno –C^o” na interface das caldeiras.

Em “modo Auto”, o funcionamento é similar ao “modo Manual”, mas condicionado por horário. A hora atual deve estar dentro do período horário definido. É nesta interface onde é comandada indiretamente a eletrobomba de recirculação (“GECC”). Esta funciona se pelo menos uma caldeira estiver ligada e nenhuma das outras eletrobombas estiver em funcionamento. Estando

qualquer outra eletrobomba em funcionamento, esta faz a recirculação de água quente no circuito. Assim, é desnecessário que a “GECC” funcione.

Código

O código apresentado na **Figura D2** foi desenvolvido para o funcionamento da caldeira 1 mas deve ser considerado para as caldeiras 2 e 3 alterando somente o nome atribuído às variáveis destas caldeiras e dos respetivos botões de comando.

```

//*****CALDEIRA 1*****
a(
    1 SetPointCald1
    1 UI13_CT3
    >
    =AuxCald1

    1 button_caldeira1
    1 kd 0
    ==
    r caldeira1

    1 button_caldeira1
    1 kd 1
    ==
    =arranqmanualCald1

    1 button_caldeira1
    1 kd 2
    ==
    =ArranqProgrmadCald1

    a(
        a arranqmanualCald1
        a AuxCald1

        o(
            a ArranqProgrmadCald1
            =AuxHorarioCaldeira1
            a HorarioFuncionCald1
            a AuxCald1
        )
        =caldeira1 //SAÍDA CALDEIRA 1
    )
)

```

Figura D 2- Código desenvolvido para o funcionamento da “Caldeira 1”

Controlo das Eletrobombas e das Válvulas Modulares dos circuitos de circulação

O controlo das eletrobombas (exceto GECC e GEC7) é efetuado de forma indireta e depende do valor da temperatura ambiente, valor de *setpoint* para temperatura ambiente, valor de temperatura de *setpoint* inferior e ainda do valor da temperatura de retorno das caldeiras.

No “modo Manual” as eletrobombas funcionam se o valor de *setpoint* definido para a temperatura ambiente (“Temperatura *Setpoint* - °C”) for maior do que a temperatura ambiente (Temperatura Ambiente – °C) e se a temperatura de retorno (Temperatura de retorno - °C) for superior a “temperatura de *setpoint* inferior”. Com as condições acima referidas garante-se que, por um lado, as eletrobombas funcionam apenas quando a temperatura da água estiver acima da

temperatura de *setpoint* inferior. Por outro lado, mesmo que todas as caldeiras estejam desligadas, as eletrobombas permanecem em funcionamento enquanto a temperatura água (Temperatura de retorno - °C) for superior ao valor de “Temp. SetP Inferior”. O funcionamento em “modo Auto” é similar ao “modo Manual”, mas condicionado por horário.

As válvulas modulares abrem (posição 100 no supervisor e 10 no campo) quando as eletrobombas funcionam, ou seja, se, por exemplo, a “GEC3” entrar em funcionamento, a válvula VálvCirc1_3 recebe ordem de comando para abrir. De lembrar que as válvulas VálvCirc1_1 e VálvCirc1_2 funcionam em simultâneo.

Variáveis

Na Tabela D21 são apresentadas todas as variáveis criadas para o controle das eletrobombas e as válvulas modulares associadas às eletrobombas

Tabela D 21- Variáveis relativas ao funcionamento das eletrobombas

Pasta	Variável	Tipo	Descrição
Eletrobombas	bombacc	Float	GECC
	bomba1	Float	GEC1
	bBomba2	Float	GEC2
	bomba3	Float	GEC3
	bomba4	Foat	GEC4
	bomba5	Float	GEC5
	bomba6	Float	GEC6
	bomba7	Float	GEC7
	VálvCirc1_1	Float	Válv modul 1
	VálvCirc1_2	Float	Válv modul 2
	VálvCirc1_3	Float	Válv modul 3
	VálvCirc1_4	Float	Válv modul 4
	VálvCirc1_5	Foat	Válv modul 5
	VálvCirc1_6	Float	Válv modul 6
AuxBombas	Float	Recebe valor de <i>stp</i>	
Aux1Bombas	Bit	Indicador <i>stp</i> ><Temp Retorno	
CT3	UI09_CT3	Foat	Sensor Temp Amb 1
	UI10_CT3	Float	Sensor Temp Amb 2
	UI11_CT3	Float	Sensor Temp Amb 3
CT4	UI12_CT3	Float	Sensor Temp Amb 4
	UI03_CT4	Float	Sensor Temp Amb 5
	UI04_CT4	Float	Sensor Temp Amb 6

Código (exceto GEC7 e GECC)

```

//*****ELETROBOMBA 1*****

//código para bomba1
a(
//verifica a condição de temperatura
  l UI09_CT3 //Sensor Ambiente1
  l SP_GEC1
  <
  = condicao1

//verifica se está no modo manual
  l button_GEC1
  l kd 1
  ==
  = manual1

//verifica se está no modo automático
  l button_GEC1
  l kd 2
  ==
  = automatico1
  l button_GEC1
  l kd 0
  ==
  r bomba1

// condição para abrir a eletrovalvula 1
  l kd 100 //abre a valvula 1 à 100%
  t VálvCirc1_1
//condições de funcionamento

  a(
      a manual1
      a condicao1
      a Aux1Bombas
      o
      a automatico1
      = auxGEC1 //variável do scheduler
      a aux1
      a condicao1
      a Aux1Bombas
      = bomba1 //SAIDA ELETROBOMBA 1
  )
)

```

Figura D 3- Código desenvolvido para o funcionamento da “GEC1”

O código apresentado na **Figura D3** foi desenvolvido para o funcionamento da “GEC1” mas deve ser considerado para as outras eletrobombas alterando somente o nome atribuído às variáveis destas eletrobombas e dos respectivos botões de comando.

Código “GECC”

Como foi referido aquando da explicação das caldeiras, a “GECC” funciona se pelo menos uma caldeira estiver em funcionamento e nenhuma das outras eletrobombas estiver ligada. Assim, foi desenvolvido o código apresentado na Figura 4 onde são respeitadas todas as condições de funcionamento.

```
//*****GECC*****  
a AuxCaldsOn //indicador de que pelo  
//menos uma caldeira está on  
an bomba1  
an bomba2  
an bomba3  
an bomba4  
an bomba5  
an bomba6  
an bomba7  
= bombacc //GECC
```

Figura D 4- Código desenvolvido para o funcionamento da “GECC”

Controlo das UC

As UC são unidades que podem funcionar tanto em “modo aquecimento” como em “modo arrefecimento”. O “modo aquecimento” é conseguido através da circulação de água quente através do circuito da eletrobomba “GEC7”. A água é aquecida com recurso às três caldeiras existente no edifício.

Variáveis

Tabela D 22- Variáveis relativas ao funcionamento das UCs

Pasta	Variável	Tipo	Descrição
<i>Chillers</i>	UC1_comando	Float	Vent. InsuflUC1
	UC2_comando	Float	Vent. InsuflUC2
	UC3_comando	Float	Vent. Extrac UC3
	UC4_comando	Float	Vent. Extrac UC4
	UC5_comando	Foat	Vent. Extrac UC5
<i>Chillers (valvula aquecimento)</i>	valvulaAQUC1	Foat	Válv modu UC1
	valvulaAQUC2	Float	Válv modu UC1
	valvulaAQUC3	Float	Válv modu UC1
	valvulaAQUC4	Float	Válv modu UC1
	valvulaAQUC5	Float	Válv modu UC1
CT5	UO03_CT5	Foat	1ºEscFrioUC1
CT6	UO03_CT6	Float	1ºEscFrioUC2
CT7	UO08_CT7	Float	1ºEscFrioUC3
	DO02_CT7	Float	1ºEscFrioUC4
	DO04_CT7	Float	1ºEscFrioUC5
CT3	UI01_CT3	Float	Sensor Exterior 1
	UI02_CT3	Float	Sensor Exterior 2
	UI03_CT3	Float	Sensor Exterior 3
	UI04_CT3	Float	Sensor Exterior 4
CT5	UI01_CT5	Float	Temp Amb UC1
CT6	UI01_CT6	Float	Temp Amb UC2
CT7	UI01_CT7	Float	Temp Amb UC3
CT7	UI02_CT7	Float	Temp Amb UC4
CT7	UI03_CT7	Float	Temp Amb UC5

Código

O funcionamento da UC, tal como acontece para outros equipamentos, pode ser em “modo Manual” o “modo Auto”. Existem ainda mais dois modos de funcionamento que são: “modo Aquecimento” e “modo Arrefecimento”.

Considerando o funcionamento em “modo Manual” e “modo Aquecimento”, a UC (VEy UCx) funciona se a temperatura de *setpoint* (“Modo Aquecimento °C”) for maior do que temperatura ambiente (“Temperatura Ambiente °C”). Ainda nesse modo de funcionamento, a válvula modular recebe a ordem para abrir se o botão denominado de “Válvula de Aquecimento” estiver na posição “Auto”. O utilizador pode escolher outras posições para a referida válvula se colocar o botão na posição “Manual”. Para o “modo Arrefecimento” é ativado o compressor de frio e a válvula recebe ordem para fechar. O ventilador funciona quer para o “modo Aquecimento” quer para o “modo Arrefecimento”. Foram criadas condições para evitar que a unidade funcione nos dois modos em simultâneo (“modo Aquecimento” e “modo Arrefecimento”).

O funcionamento em “modo Auto” é similar ao “modo Manual”, mas condicionado por horário e pela temperatura da água que deve ser superior ao valor de “Temp. SetP Inferior”. O código apresentado na Figura D5 foi desenvolvido para o funcionamento da “UC5”, mas deve ser considerado para as outras UC alterando somente o nome atribuído às variáveis destas UC e dos respetivos botões de comando.

```

//*****CHILLER 5*****

//Chiller 5
// condição de temperatura
a(
  l UI03_CT7
  l arrefecimento5
  >=
  = condicaoUC5_arref

  l UI03_CT7
  l aquecimento5
  <
  = condicaoUC5_aquec

// botão do compressor de frio

  l button_compressor5
  l kd 1
  ==
  = frioUC5

// botão de 3 estados
  l button_uc5
  l kd 1
  ==
  = manualUC5 //criar variavel

  l button_uc5
  l kd 2

==
= automaticoUC5 // criar variavel

a(
  // para o modo arrefecimento
  a manualUC5 // no modo manual
  a condicaoUC5_arref
  a frioUC5
  an modoaq5
  o(
    a automaticoUC5 // no modo automático
    =auxUC5
    a auxiliarUC5
    a condicaoUC5_arref
    a frioUC5
    an modoaq5
  )

  = modofrioUC5
)

a( // para modo aquecimento
  a manualUC5 // no modo manual
  a condicaoUC5_aquec
  an frioUC5

  o(
    a automaticoUC5 // no modo automático
    = auxUC5

```

```

        a auxiliarUC5
        a condicaoUC5_aquec
        a Aux1Bombas
        an frioUC5
    )
    = modoaq5
)
)
//#####

```

Figura D 5- Código desenvolvido para o funcionamento da “UC5”

```

//Código para Válvula Modo Aquecimento do UC4
a(
    a modofrioUC4
    l D002_CT7
    l kd 0
    *
    jc label
    a modoaq4
        a(
            l button_valvula4
            l kd 0
            ==
            = auxvalvula4 //atribui o valor 1 à variável auxvalvula1
            l auxvalvula4
            l kd 100
            *
            jc label
        )
    o(
        l button_valvula4
        l kd 1
        ==
        l U002_CT7
    )

)
:label
t valvula4
be

```

Figura D 6- Código desenvolvido para controlo da válvula de aquecimento UC4

Código “GEC7”

O modo aquecimento das UC é conseguido através do circuito de água quente da eletrobomba “GEC7”. Assim, a “GEC7” funciona se pelo menos uma Uc ligar. A **Figura D7** apresenta o código desenvolvido para o controlo da “GEC7”.

```
//#####  
a modoaq1  
o modoaq2  
o modoaq3  
o modoaq4  
o modoaq5  
= bomba7 // GEC7
```

Figura D 7- Código desenvolvido para controlo da “GEC7”.

Mapeamento

Introdução

Este documento tem por objetivo a descrição detalhada do processo de mapeamento das variáveis na aplicação que controla o sistema AVAC do Departamento de Engenharia Civil.

Neste, é explicado como é estabelecida a comunicação entre a aplicação Visu+ e o servidor “OPC BACnet” e consequentemente com a rede de campo.

Comunicação OPC *client*

Para ser possível controlar os equipamentos de campo através da aplicação de gestão técnica é necessário um protocolo de comunicação que define o formato de mensagem que será enviada/recebida. A aplicação Visu+ não possui o protocolo de comunicação compatível com o protocolo BACnet. No entanto, esta aplicação possui outro tipo de protocolo de comunicação denominado “OPC *client*”. Este permite trocas de dados com a rede de protocolo BACnet. Para tal, é necessário instalar o servidor OPC. Esta troca de dados é caracterizada como modelo “cliente/servidor”.

1. Passos para o mapeamento

Neste ponto serão apresentados todos os passos necessários para o mapeamento das variáveis da aplicação que controla o sistema AVAC. Os passos serão acompanhados de um exemplo concreto e com figuras para uma melhor compreensão. Será dado o exemplo da variável

que controla a “caldeira 1”. Tentou-se nomear todas as variáveis com o nome do dispositivo a controlar.

- 1.1. Selecionar variável que se pretende associar ao objeto da rede como mostra a **Figura D8**;

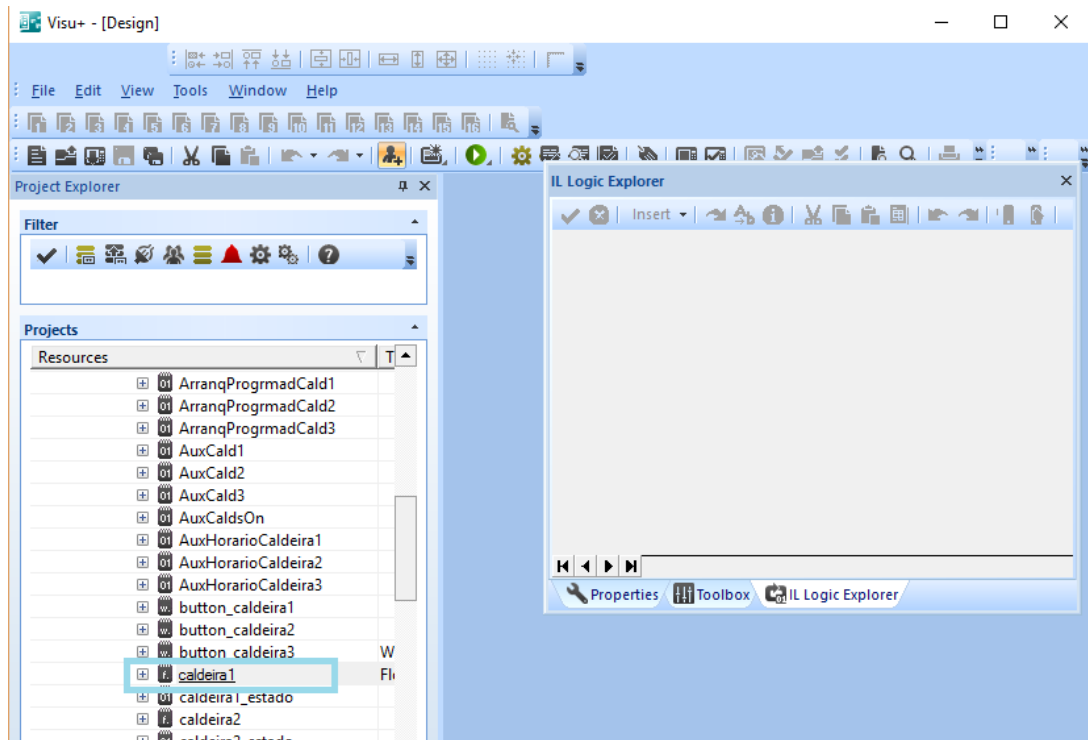


Figura D 8-Passos para mapeamento da variável (1/6)

- 1.2. Clicando duas vezes sobre a mesma, surge uma janela que contém as propriedades da variável;

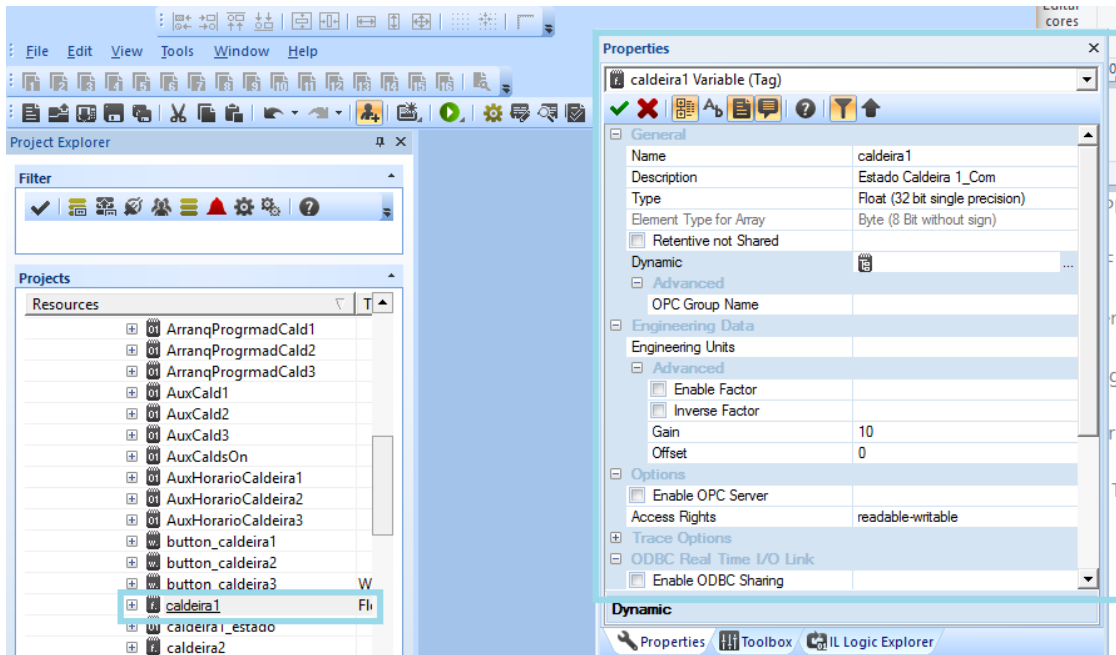


Figura D 9 -Passos para mapeamento da variável (2/6)

- 1.3. Deve-se definir o tipo de variável. Consultar as **Tabelas D1 a D19**. Neste caso concreto a variável “caldeira 1” que supostamente devia ser um *bit* é uma *float*, pois se for definida como *bit* o comando não é enviado;

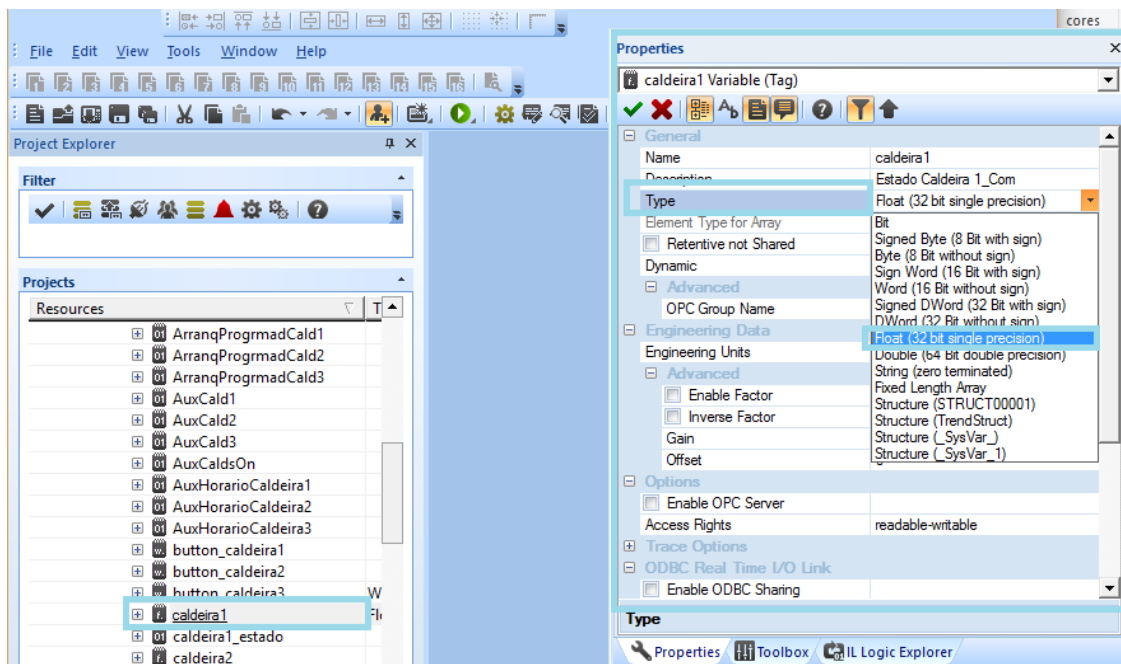


Figura D 10-Passos para mapeamento da variável (3/6)

- 1.4. Clicar em *Dynamic* e aparecerá a janela onde será colocado o endereço;
- 1.5. Na janela *Tag Browser* selecionar OPC;
- 1.6. Selecionar o servidor “SCADA Engine. BACnet OPC Server”;

1.7. Na imagem da **Figura D11** estão representados os resumos dos pontos 1 a 6;

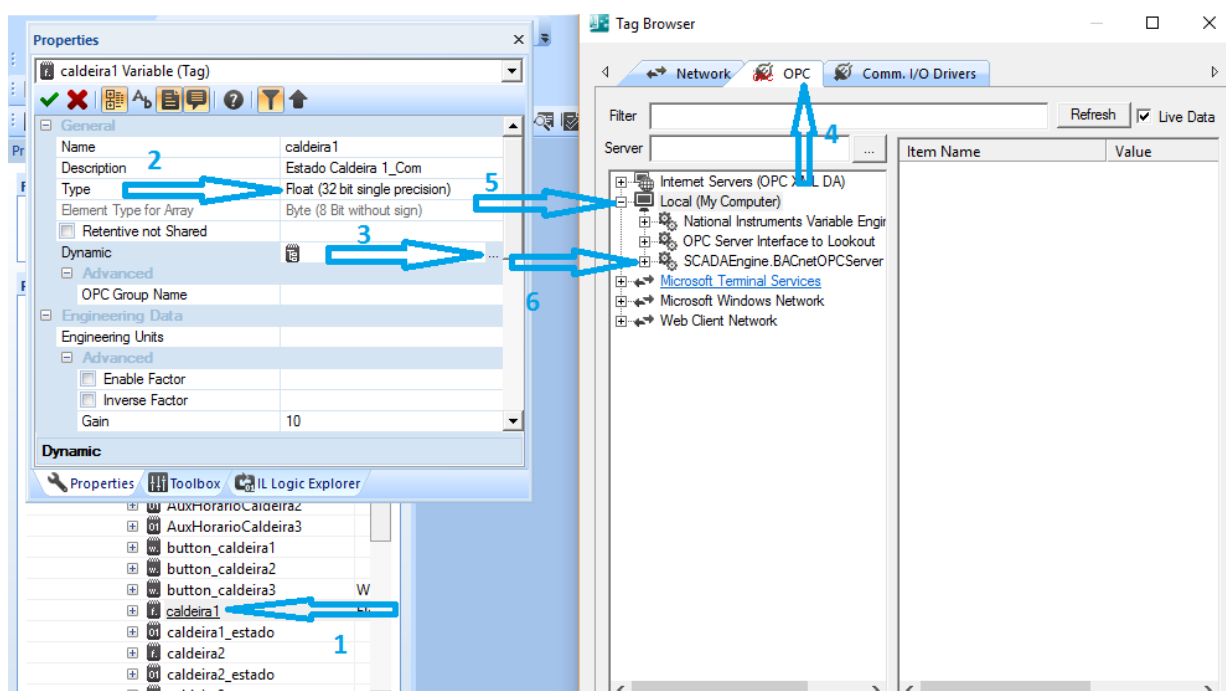


Figura D 11-Passos para mapeamento da variável (4/6)

- 1.8. Após seleccionar o servidor deverá aparecer o nome da rede de campo “(2098177)Site01’AS01” como mostra a imagem da **Figura D12**;
- 1.9. Seguir os passos da **Figura D12** até ao ponto 11(ponto apresentado nas figuras) onde se deve seleccionar *presentValue* e clicar *OK* (**Figura D13**);
- 1.10. Realizados os pontos anteriores o mapeamento está concluído;
- 1.11. Deve-se repetir este processo para todas as variáveis;

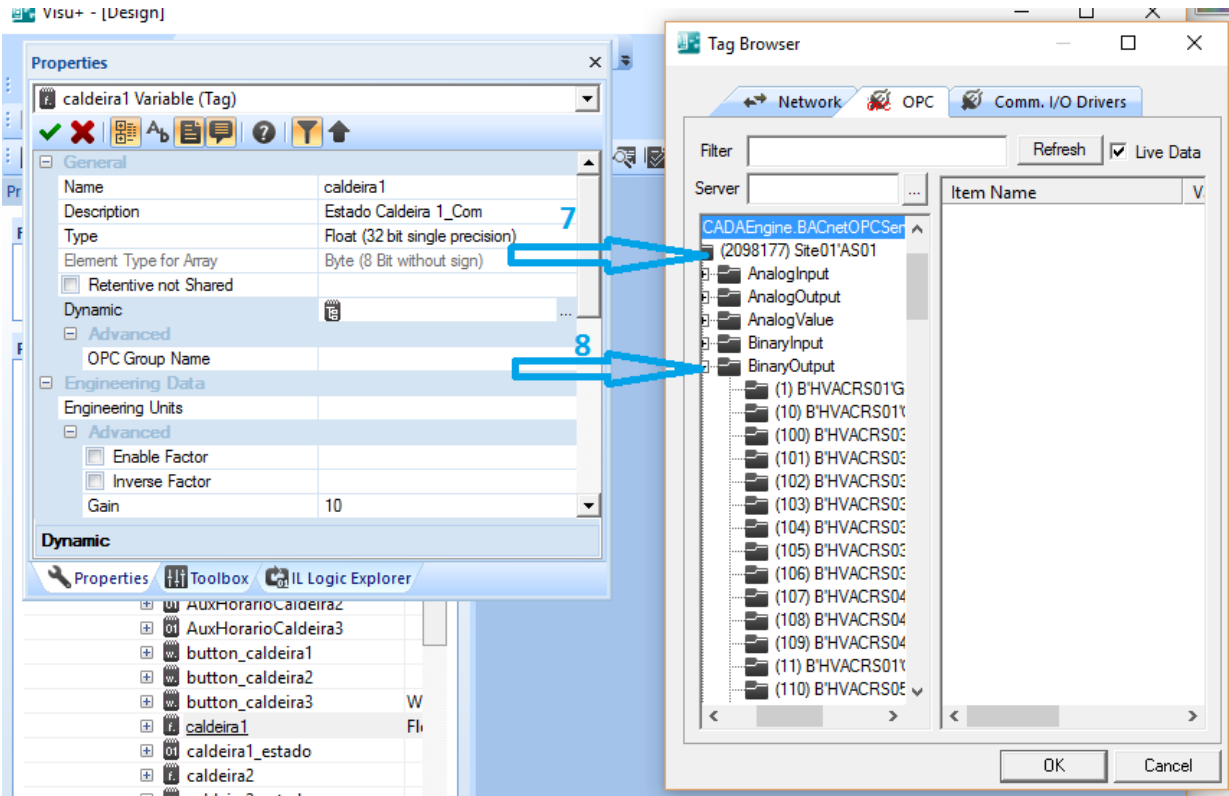


Figura D 12- Passos para mapeamento da variável (5/6)

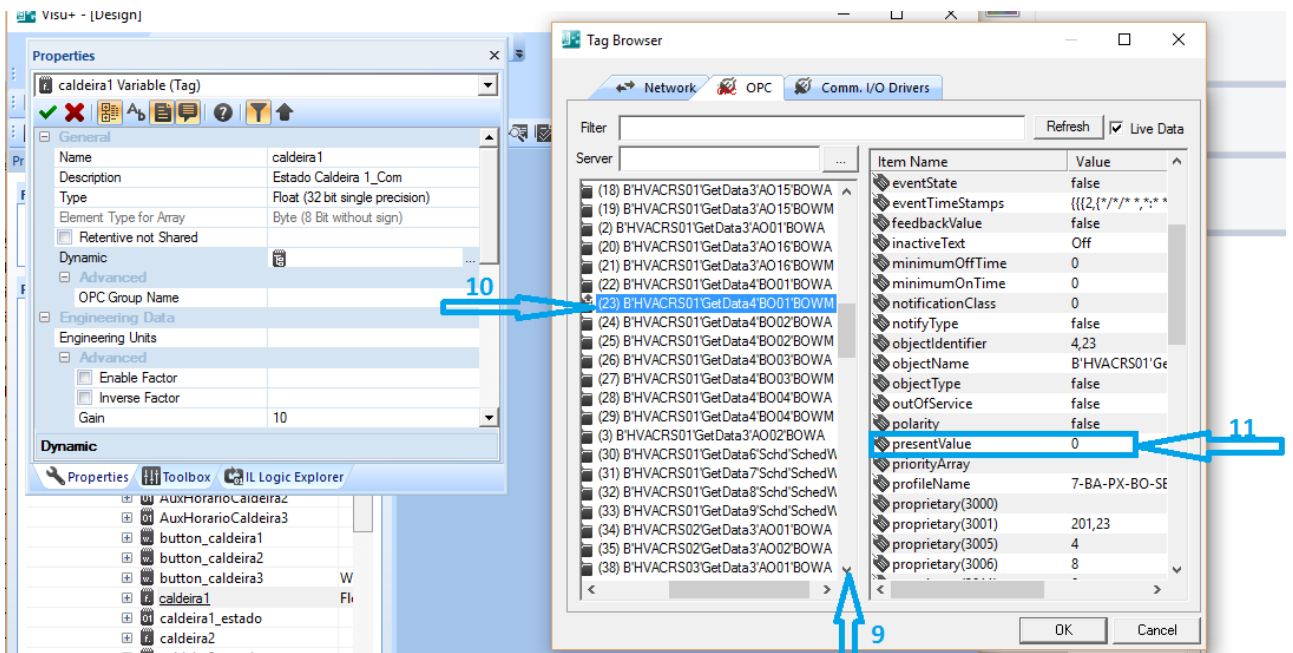


Figura D 13- Passos para mapeamento da variável (6/6)

O mapeamento das outras variáveis segue os passos referidos nas imagens das **Figuras D10, D11 e D12** (ponto 7). O ponto 8 (**Figura D12**) depende do tipo de dado que, neste caso, é

Binary Output. Assim os pontos 8 e 10 das Figuras D12 e D13, respectivamente, dependem de tipo do objeto a que se refere.

1.12. Concluído o mapeamento, o endereço do objeto aparece no campo *Dynamic*.

Verificar que o endereço do objeto de comando da caldeira 1 é:

“[OPC]SCADAEngine.BACnetOPCServer\$(2098177)Site01'AS01.BinaryOutput.(23)B'HVAC
RS01'GetData4'BO01'BOWM.presentValue”

Material de Referência do servidor “SCADA Engine BACnet OPC Server”

Introdução

O manual de referência tem como objetivo auxiliar o programador a utilizar as ferramentas essenciais do software servidor “SCADA Engine OPC BACnet Server”. Este servidor permitir a troca de dados entre a aplicação Visu+ e rede de campo dos controladores do sistema AVAC do Departamento de Engenharia Civil.

Neste, são explicados todos os passos necessários para permitir comunicação. Este documento não dispensa o utilizador de uma leitura do manual existente no menu “help” do servidor.

1. Configurações

Após a instalação do servidor é necessário fazer algumas configurações de modo a permitir a comunicação. Aqui são detalhados todos os passos relacionados com essas configurações.

Ambiente inicial

Na **Figura D14** é apresentado o ambiente inicial do servidor após a instalação.

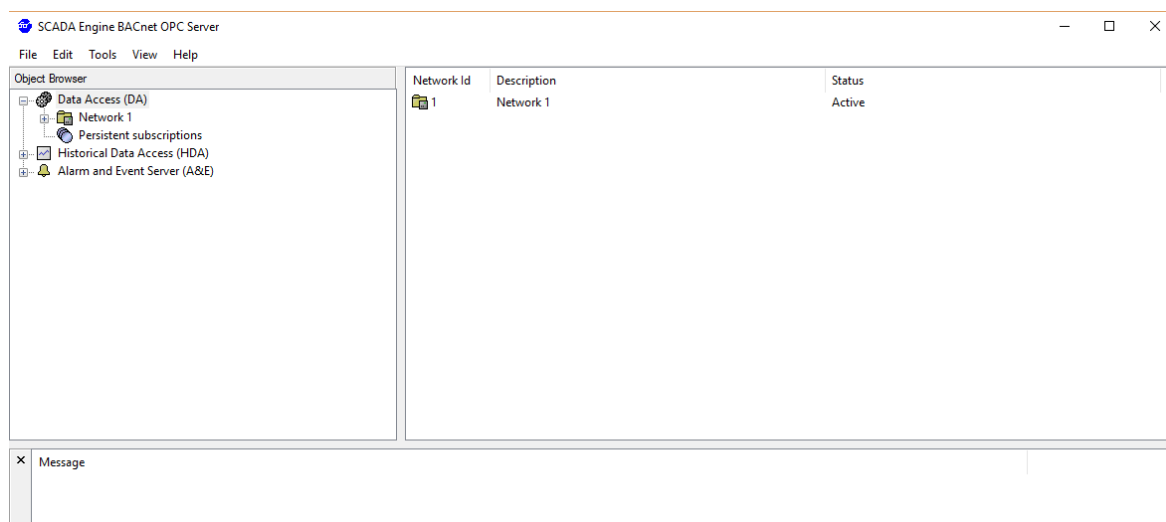


Figura D 14- Ambiente inicial do servidor SCADA Engine

1.1. *Configure port*

- 1.1.1. Selecionar a opção *Tool* a partir do ambiente inicial;
- 1.1.2. Selecionar *Configure port*;
- 1.1.3. Na janela *Edit Ports* aparece: *Name* (nome da placa de rede), *Network* (1), *Type* (tipo de protocolo *BACnet/IP*) e *Detail* (endereço *IP*);
- 1.1.4. Selecionar a opção *Add*;
- 1.1.5. Na janela *Add BACnet Port* aparece “*Name*” (nome da placa de rede do computador), *Network*, *Port*, *IP Adress* (com o endereço *IP* do computador), *Subnet Mask* (*xxx*);
- 1.1.6. Escolher o endereço da rede local (endereço previamente configurado no computador) a partir do *I.P Address*;
- 1.1.7. Selecionar a opção *Configure BBMDS*;
- 1.1.8. Na janela *Edit BBMD connections* escolher a opção *Add*;
- 1.1.9. Na janela *Add Foreign Device* colocar o endereço *IP* da *gateway* e manter outras configurações;
- 1.1.10. Selecionar *OK* até o ambiente inicial;

Para mais informação consultar “*Help, Contents*” no ambiente inicial.

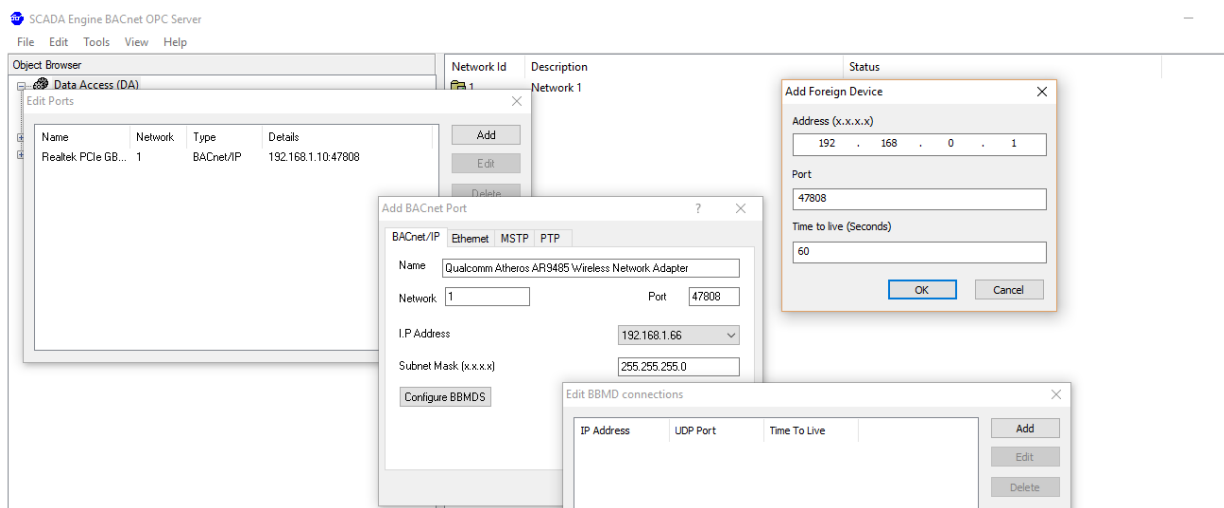


Figura D 15- Configuração do porto

1.2. *Configure Device*

- 1.2.1. Selecionar a opção *Tool* a partir do ambiente inicial;
- 1.2.2. Selecionar a opção *Configure Device*;
- 1.2.3. Na janela *Edit Device* no campo *Name* colocar “DEV 2098177”, *Instance* colocar “0” *APDU Timeout* “200”, *APDU Segment Timeout* “200” e *APDU Retries* colocar “3”;
- 1.2.4. Selecionar *OK* até o ambiente inicial.

Para mais informação consultar “*Help, Contents*” no ambiente inicial.

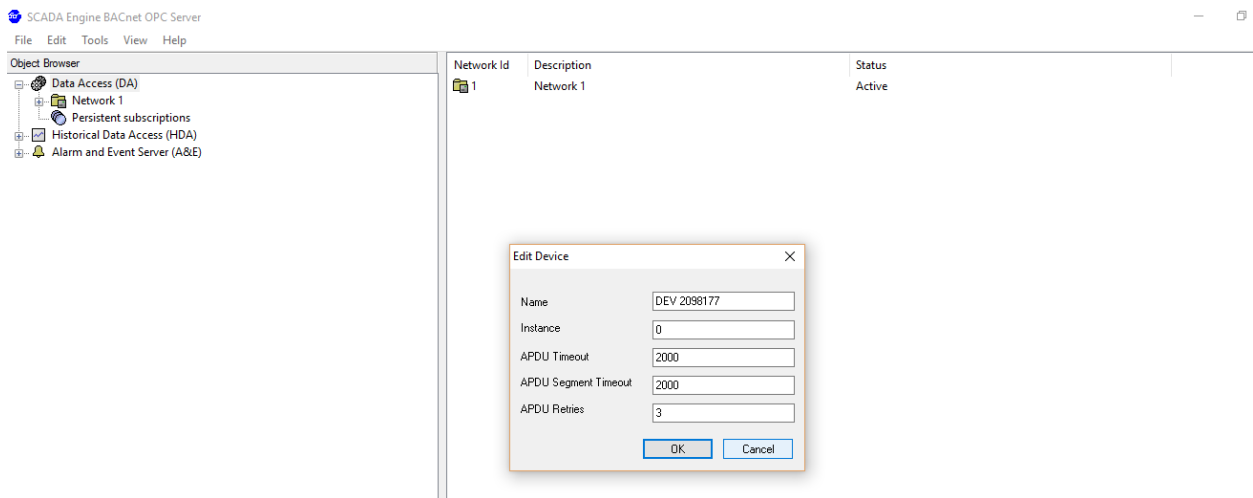


Figura D 16- Configuração da gateway

1.3. *Configure Device Bindings*

- 1.3.1. Selecionar a opção *Tool* a partir do ambiente inicial;
- 1.3.2. Selecionar a opção *Configure Device Bindings*;
- 1.3.3. Na janela *Static Address Bindings* deve aparecer: *Device ID* “0” (por omissão), *IP Address* (com endereço da rede que foi criada) e *Port* “47808” (por omissão);
- 1.3.4. Selecionar *OK* até ao ambiente inicial.

Para mais informação consultar “*Help, Contents*” no ambiente inicial.

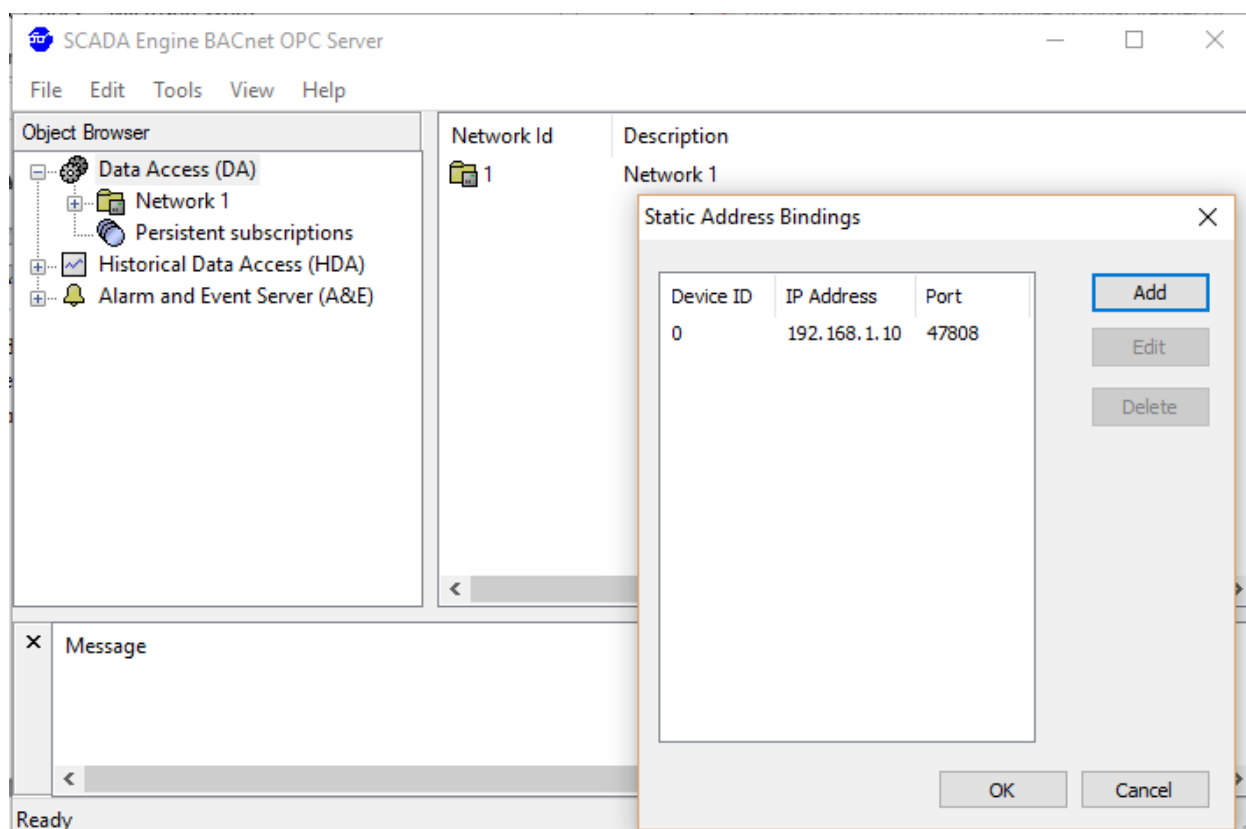


Figura D 17- Confirmação do endereço estático

1.4. *Browse BACnet Network*

- 1.4.1. Selecionar a opção *Edit* a partir do ambiente inicial;
- 1.4.2. Na janela *Browse BACnet Network* ativar *Device Scan Enable*, *Read Device Name*, *Read Object List*, *Add Recipient to all Notification Class Objects*, *Add Trendlogs to HDA Server* e manter o *Hight Limit* “4194302”(valor por defeito), *Low Limit* “0”.

Selecionar *Configure Static Device Binding* e verificar o ponto 1.4.3;

1.4.3. Selecionar *OK*;

1.4.4. Verificar que começa o *scan* para detetar a rede de campo;

1.4.5. Verificar que aparece a imagem da **Figura D19**;

1.4.6. Selecionar *OK*.

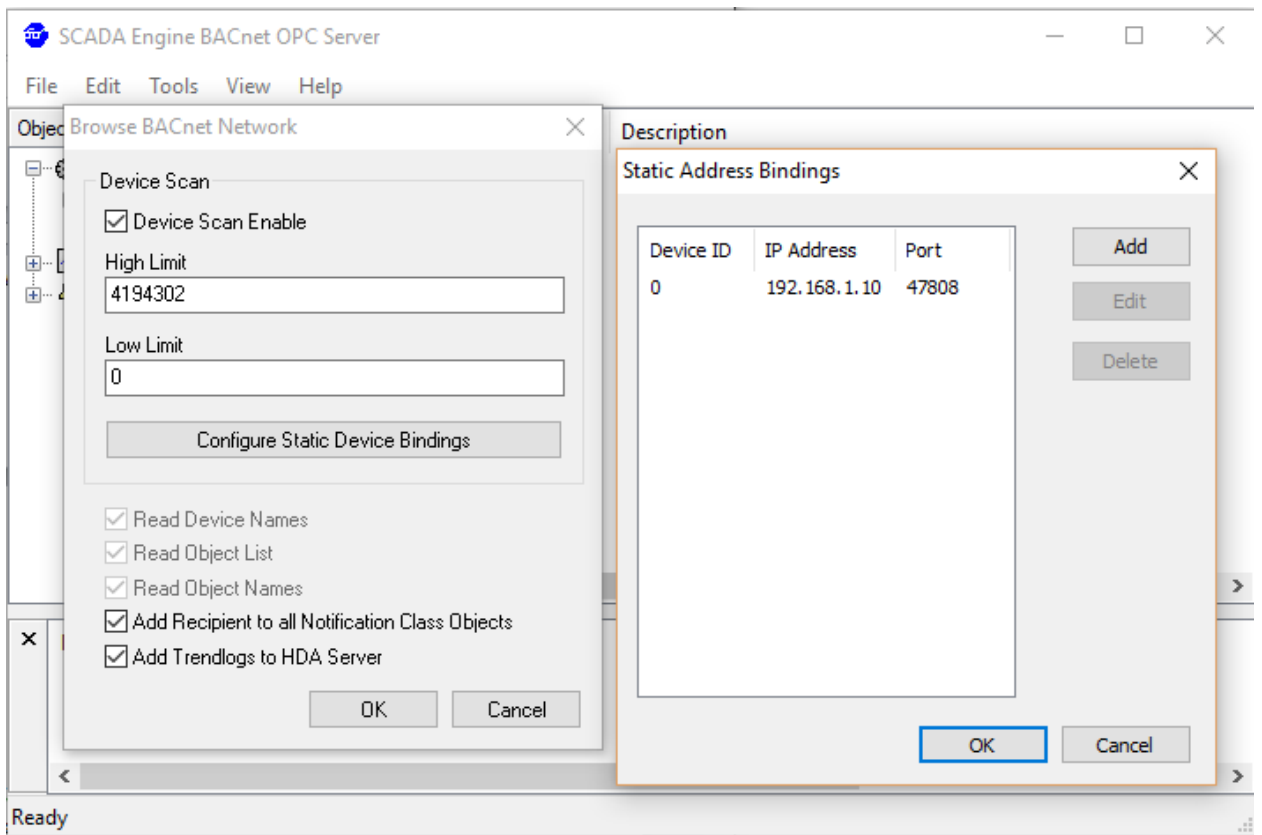


Figura D 18-Browse Bacnet Network

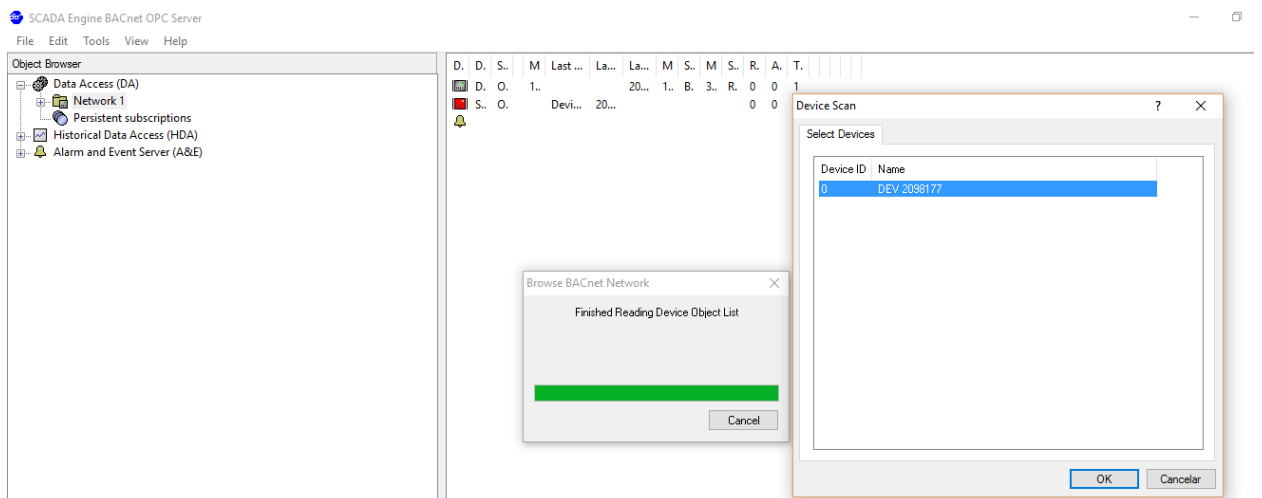


Figura D 19-Imagem Device scan com deteção da rede Dev 2098177

1.5. Objetos BACnet

Neste ponto considera-se que todas as configurações foram bem sucedidas e que a rede de campo foi detetada;

- 1.5.1. Selecionar *Network 1* (lado esquerdo do ambiente inicial) para localizar a rede de campo;
- 1.5.2. Verificar que aparece a rede de campo denominada “(2098177)Site01’AS01”;
- 1.5.3. Selecionar para ver os objetos da rede como mostra a **Figura D20**;

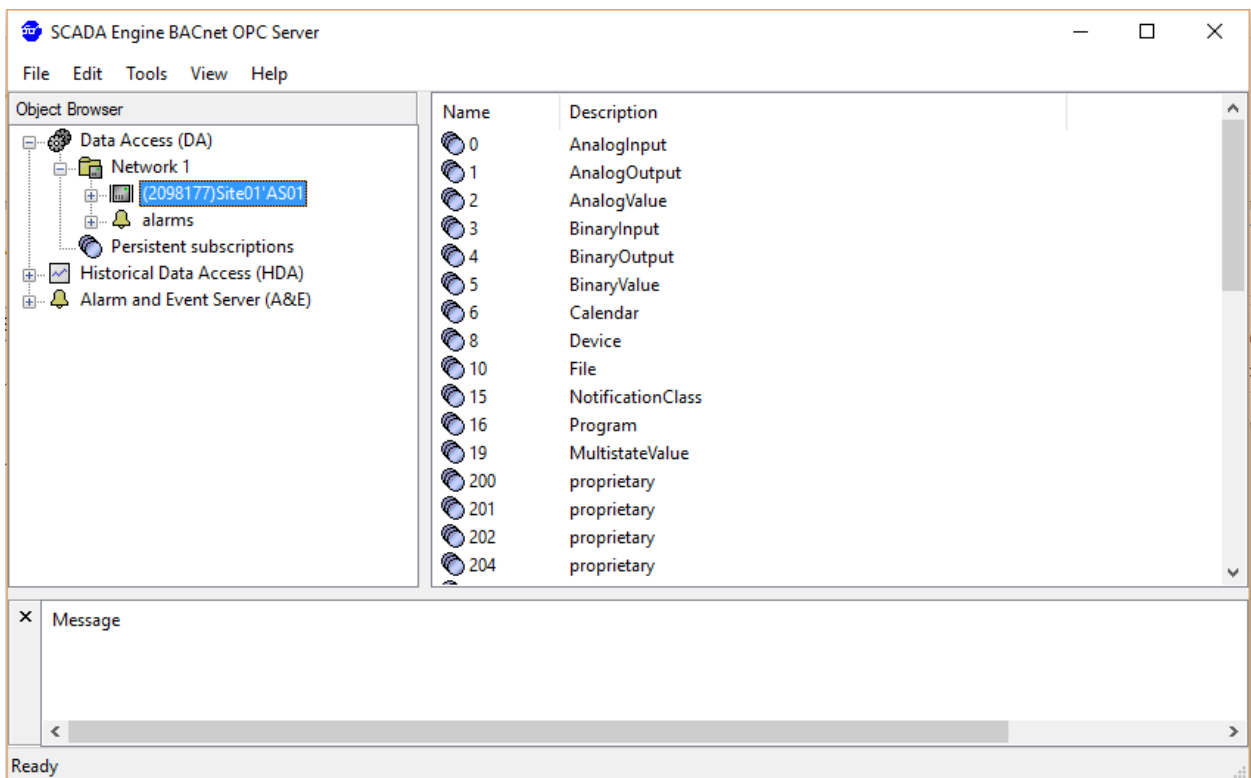


Figura D 20-Objetos da rede de campo (1/2)

1.5.4. Verificar que a imagem da **Figura D21** é similar a **Figura D20**.

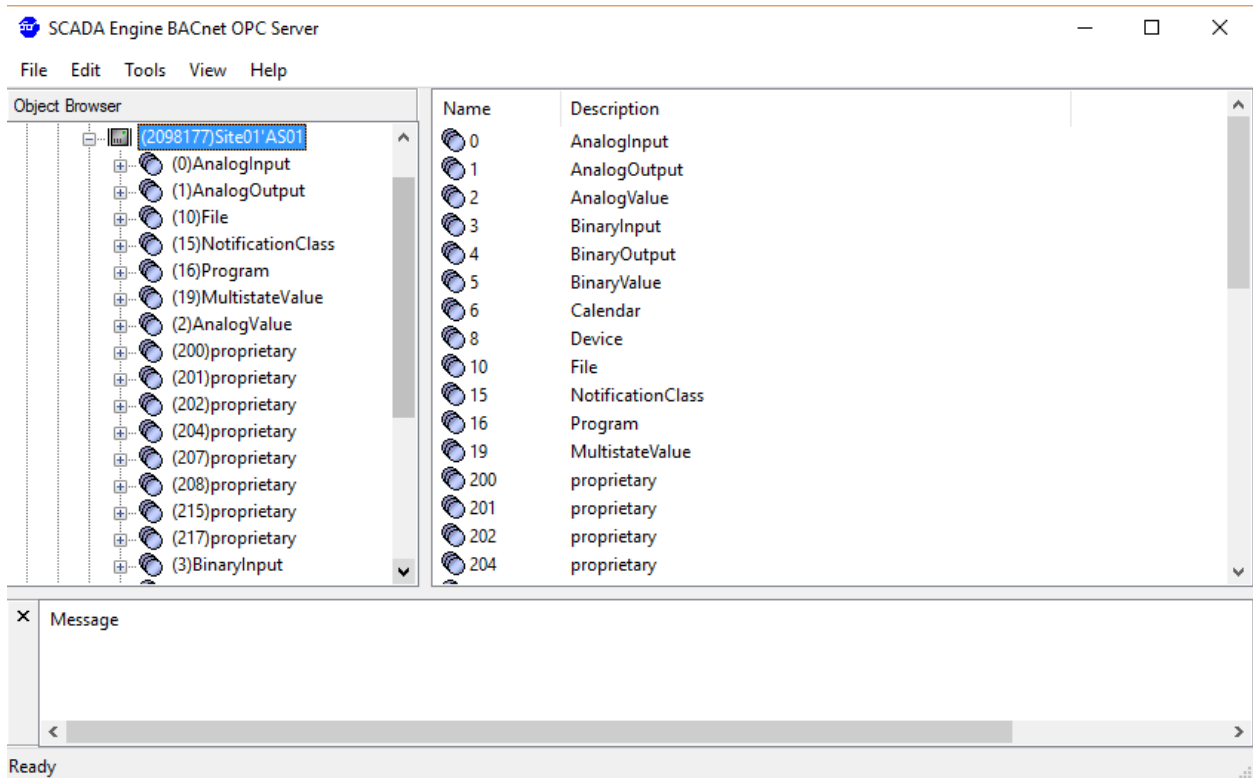


Figura D 21- Objetos da rede de campo (2/2)

1.6. Leitura

1.6.1. Verificar que todos os dados da rede de campo podem ser lidos no servidor. Nas imagens das **Figuras D22** e **D23** mostram os passos para lermos o conteúdo de um dos objetos da rede que neste caso é o dado do sensor de exterior 1 (Ver **Tabela D1**);

1.6.2. Verificar que o ponto anterior (1.6.1) pressupõe que o utilizador/programador conheça o tipo de dado que pretende ler, controlador a que pertence e o número de entrada/saída. Verifica-

se que para o caso anterior temos: Tipo de dado: *Analog Input*,
Controlador: RS01, Entrada: UI1;

1.6.3. Verificar que o campo *presentValue* (ver **Figura D23**) recebe o conteúdo do objeto.

Para mais informações consultar os ficheiros “UNIV_COIMBRA-Site01’AS01.csv pasta “Siemens” e “UCOIMBRA_SAPIM_PRINT”.

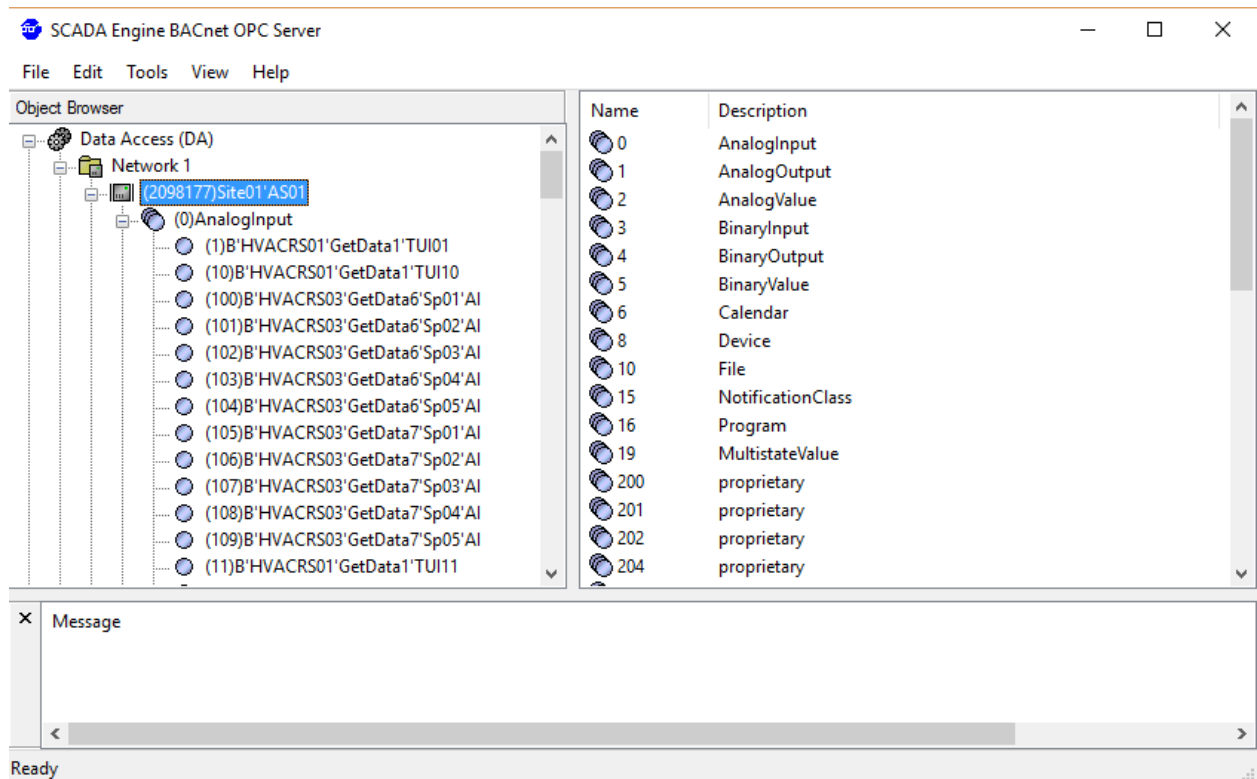


Figura D 22- Imagem de *Analog Input* (1/2)

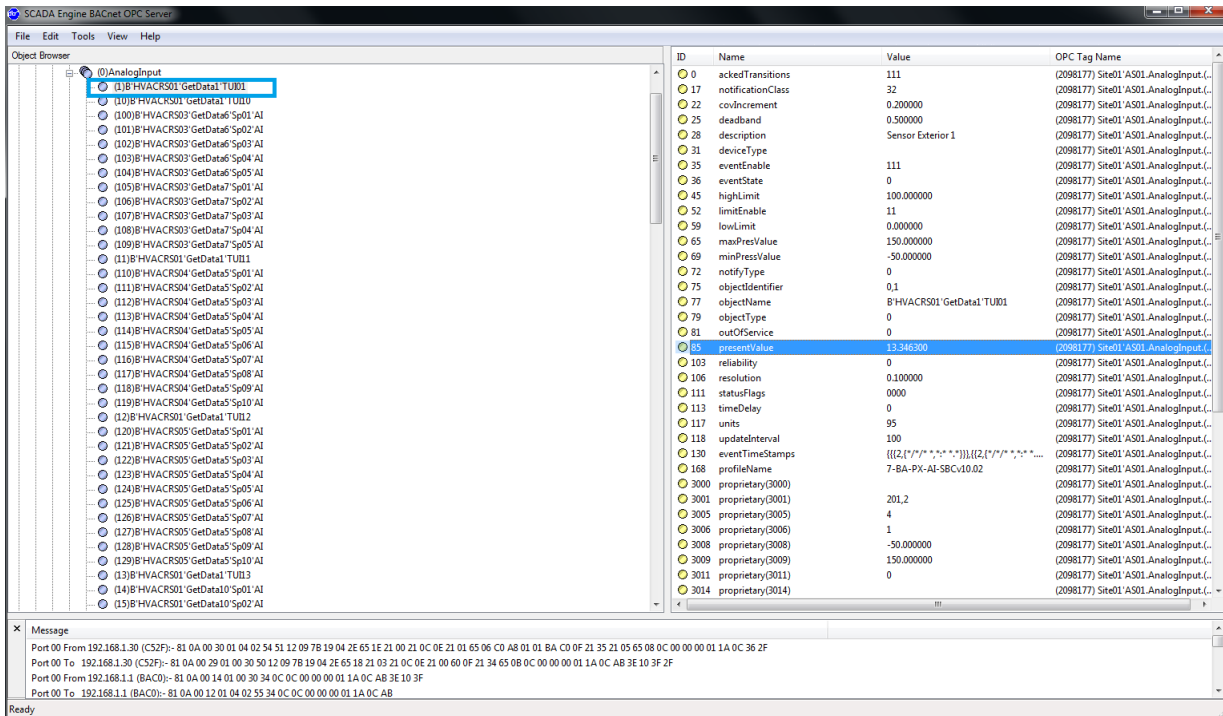


Figura D 23- Conteúdo do objeto “sensor exterior 1”

1.7. Escrita

Como o objetivo deste servidor é servir de “ponte de ligação” entre aplicação e a rede de campo, é expectável que não se possa enviar ordem de comando diretamente do servidor. Assim, a ordem de comando deve ser dada na aplicação Visu+. Os dados enviados da aplicação para a rede de campo podem ser visualizados no servidor desde que seja verificado o ponto (1.6.1).

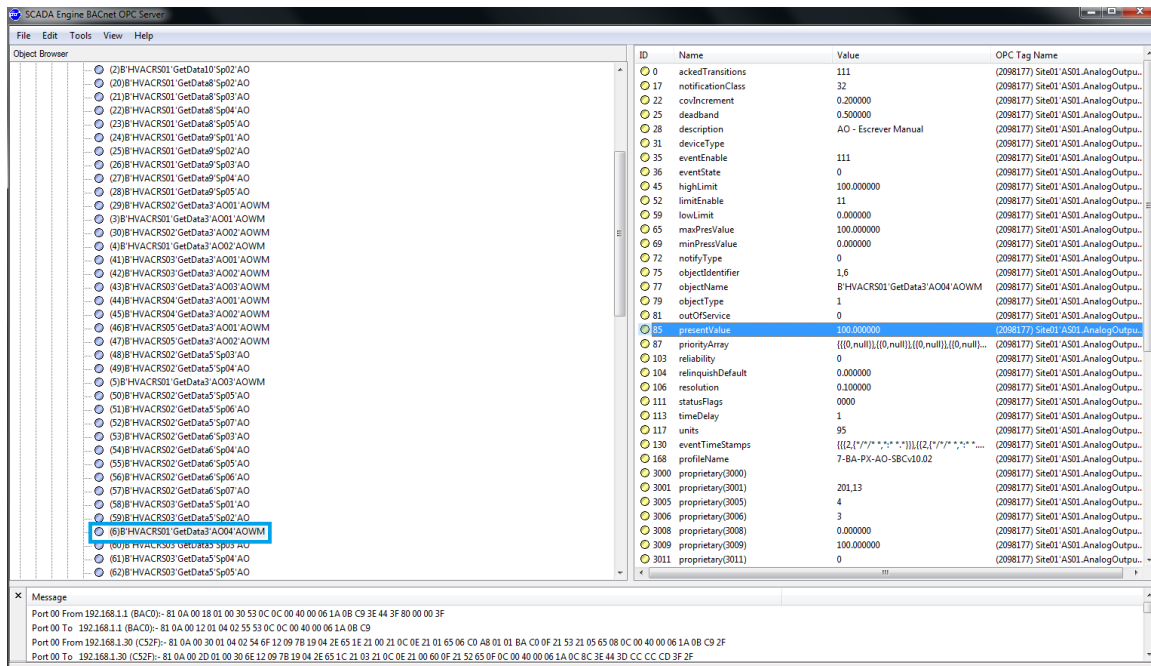


Figura D 24- Conteúdo do objeto “VálvCirc_1”.

- 1.7.1. Verificar que quando é dada a ordem de comando para ligar qualquer equipamento de campo, o objeto associado ao equipamento altera o seu conteúdo. No caso apresentado na imagem da **Figura D24**, temos: Tipo de dado: *Binary Output*, Controlador: RS01, Saída: AO4;
- 1.7.2. Verificar que o conteúdo deste objeto varia entre “0” e “100”;
- 1.7.3. Verificar que “AO4” representa *Analog Output 11*;
- 1.7.4. Verificar que apesar de não ser conveniente pode-se introduzir conteúdo nas variáveis diretamente do servidor. Para tal, deve-se selecionar o objeto pretendido, selecionar *presentValue* e clicar com o botão direito sobre o mesmo e selecionar *Write Value* e definir *New Value*. Esta técnica pode ser considerada necessária para quando houver falha de comunicação entre a aplicação e o servidor. Se qualquer equipamento não desligar diretamente da aplicação, pode-se utilizar este ponto para “forçar” a ligar/desligar.

Para mais informações consultar os ficheiros do ponto 1.6.1.

Material de Apoio Monitorização de Consumos

Introdução

Esta secção tem por objetivo atualizar o material de apoio existente sobre o sistema de monitorização de consumos do Departamento de Engenharia Civil, detalhando todas as configurações necessárias para permitir o acesso à Base de Dados MeWaGo.

Acesso à base de dados a partir do Visu+

Para aceder a base de dados MeWaGo, é necessário instalar o *software* *mysql Workbench*. Este servirá de “ponte de ligação” entre a aplicação e a base de dados. É necessário instalar o driver ODBC. Este *driver* ODBC (*Open Database Connectivity*) é um padrão que permite o acesso ao sistema de gestão de bases de dados. Este software é gratuito e pode ser adquirido no endereço <https://dev.mysql.com/downloads/connector/odbc/>

1. Configuração do *drive* ODBC

Existem duas formas para configurar o driver ODBC. Neste exemplo será explicada uma das formas de configuração;

- 1.1. Inserir o objeto *grid* a partir do toolbox como mostra a imagem da Figura D25;

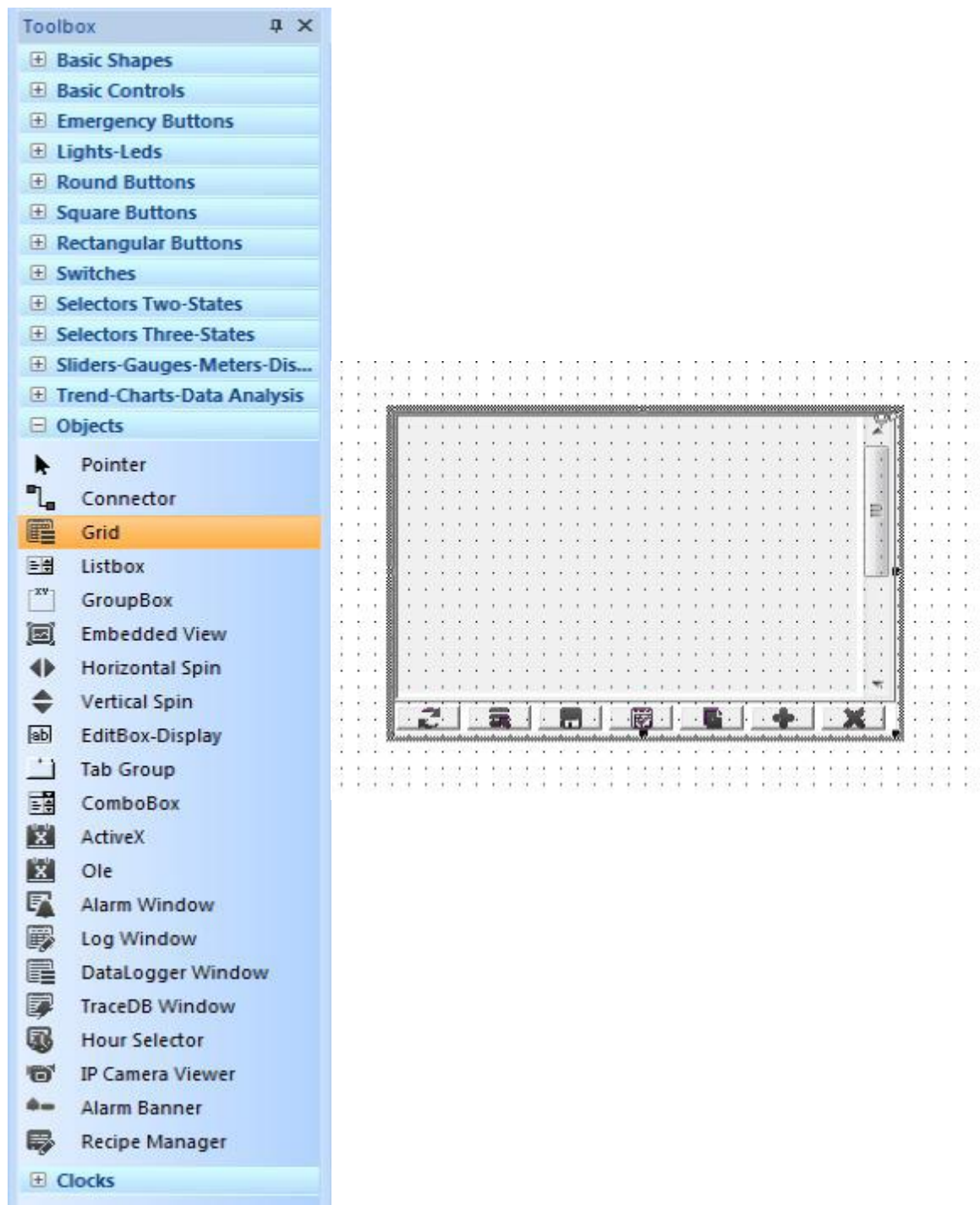


Figura D 25 Imagem de *Grid*

- 1.2. Ir às propriedades do *grid* e configurar a ligação à base de dados através do parâmetro *execution*;

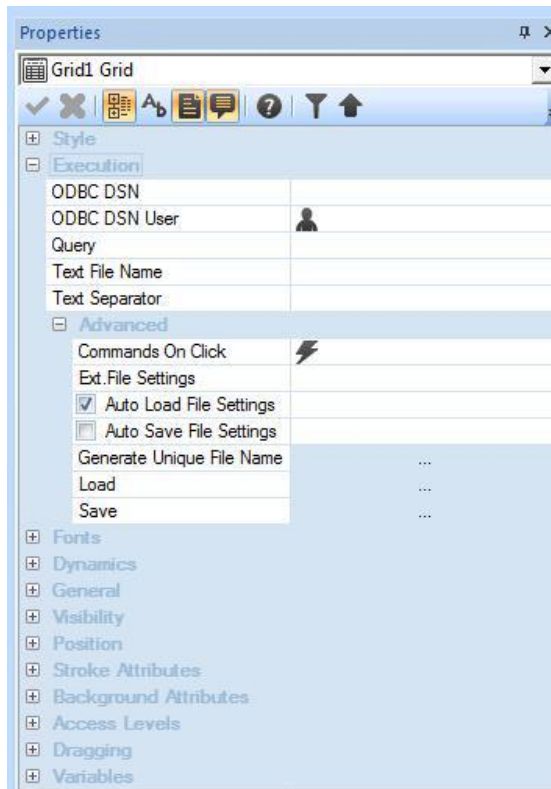


Figura D 26- Configuração do *driver ODBC* (1/6)

- 1.3. Clicar sobre o ODBC DSN e configurar a ligação à base de dados (ver a **Figura D27**);

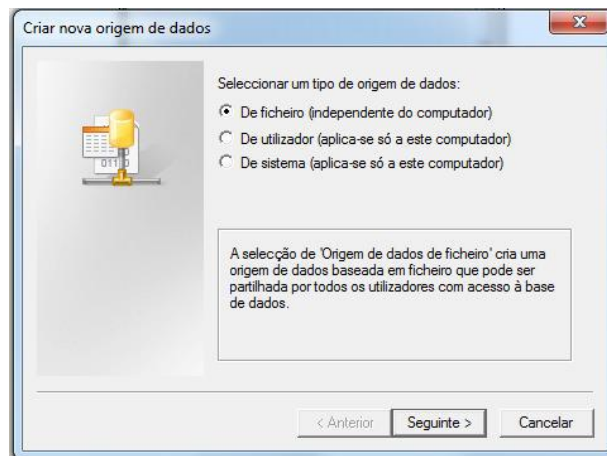


Figura D 27- Configuração do *driver ODBC* (2/6)

- 1.4. Selecionar a segunda opção “De utilizador (aplica-se só a este computador)” e clicar seguinte (ver a **Figura D27**);
- 1.5. Na janela “Criar nova origem de dados” escolher o *driver* referido no ponto 2 e clicar seguinte (ver a **Figura D28**);

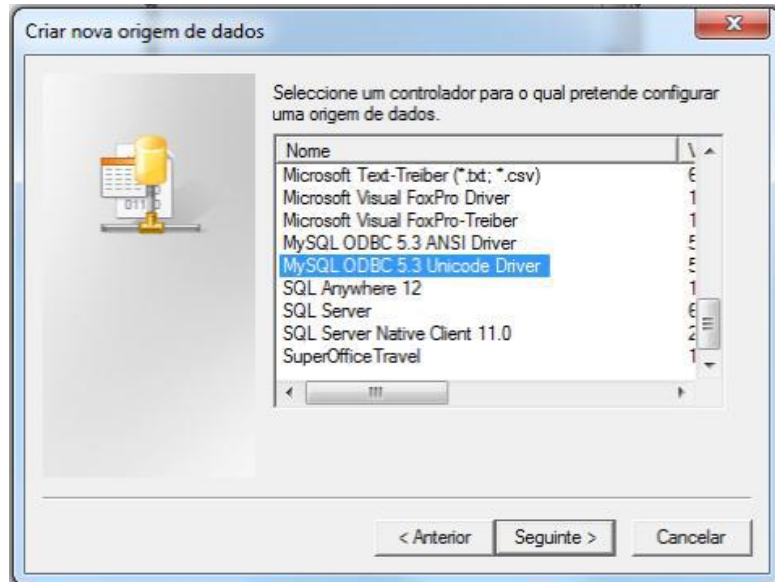


Figura D 28- Configuração do *driver ODBC* (3/6)

- 1.6. Clicar em concluir (ver a **Figura D29**);

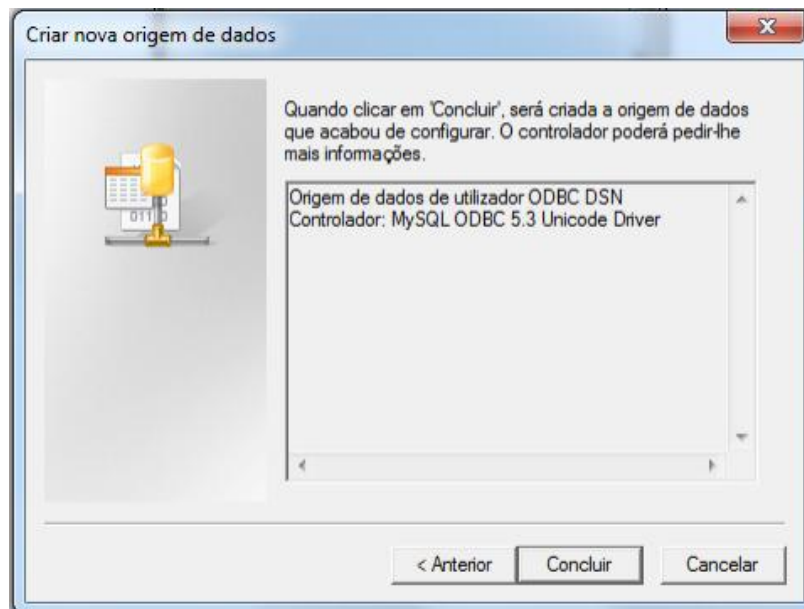


Figura D 29- Configuração do *driver ODBC* (4/6)

- 1.7. Preencher os dados da janela apresentada na **Figura D30**. Os dados são relacionados com a base de dados;

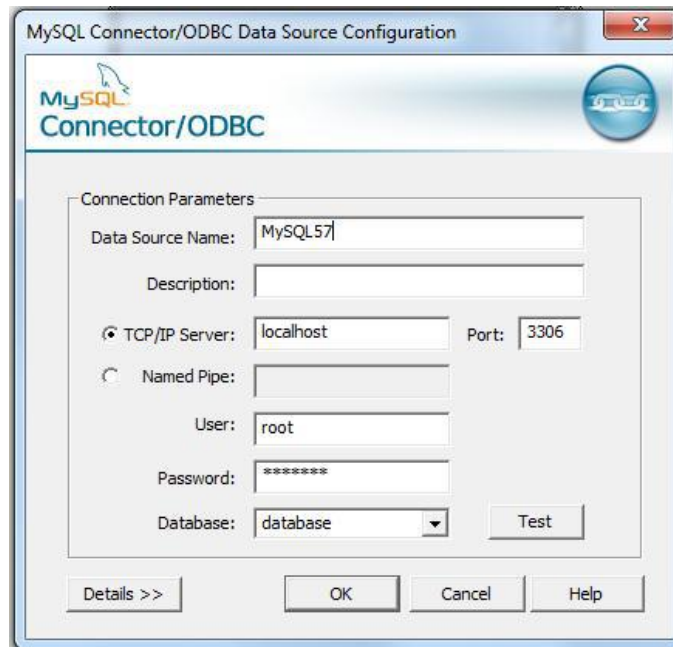


Figura D 30- Configuração do *driver* ODBC (5/6)

Data Source Name: mewago

TCP/IP Server: mewago.streamline.pt

Port: 3306

User: dec

*Password:******

Database: database (nome da base de dados)

De seguida é possível testar a ligação com a base de dados através de botão *Teste*. Se a configuração estiver correta aparecerá a mensagem apresentada na **Figura D31**.

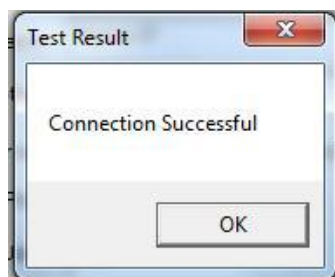


Figura D 31- Configuração do *driver ODBC* (6/6)

É necessário preencher no campo *ODBC DSN* com o *Data Source Name* previamente introduzido que neste caso é *mewago*.

1.8. Nos campos *Password* e *User Level* podem ficar vazios.

1.9. Inserir a *query*, que se pretende que seja executada, no campo *Query*.

1.10. Concluídos os pontos anteriores é possível visualizar os dados através da *grid*. Contudo, com esta forma de visualizar os dados não é possível guardá-los para serem tratados posteriormente. Assim, as *queries* devem ser executadas num *script*.

Criar um Script

A criação de script serve para importar os resultados das *queries* para as variáveis da aplicação. Aqui será apresentado o script criado para executar as *queries* que contêm os dados de consumos do edifício.

O código abaixo apresentado permite obter os dados de consumos do dia anterior, consumo até ao momento e o consumo registado no último intervalo de 15 minutos.

Código script para acesso aos dados de consumo

Sub Main()

```
'Create Instances of the Objects Connection, Recordset and command
```

```
Set conn = CreateObject("ADODB.Connection")
```

```
Set recS = CreateObject("ADODB.Recordset")
```

```
Set cm = CreateObject("ADODB.Command")
```

```
'Open the Connection to the Database
```

'Data Source is your SQL Server in the format: "host[IPADDRESS or HOSTNAME]\sql server instance"

'Initial Catalog is the Name of your Database

'User ID and Password is the user and pw for the Database Server

```
conn.open ("Driver={MySQL ODBC 5.3 Unicode  
Driver};Server=mewago.streamline.pt;Database=mewago;User=dec;Password=aMU  
Py3#PcRyP;Option=3")
```

'Set the Recordset and Command Objects to use the Connection provided before

```
Set recS.ActiveConnection = conn
```

```
Set cm.ActiveConnection = conn
```

' Start of loop for contious reading

While EnReading

'Save the SQL Query in the Variable "SqlCmd"

```
SqlCmd = "SELECT  
SUM(convertedValue) as TotaEletOntem FROM mewago.Register where  
Channel_id=39 AND Calendar_date>= CURRENT_DATE - INTERVAL '1' DAY  
limit 96"
```

'Recordset Creation

```
recS.CursorType = adOpenKeyset
```

```
recS.Open SqlCmd, conn, , , adCmdText
```

'If recordset was succesfully readed copy values in Visu+ variables

```

        If Not recS.EOF Then

                SetVariableValue("ConsEletOntem",
recS.Fields("TotaEletOntem").Value)

        End If

        recS.Close

        ' SwitchValues_lokal = SwitchValues_lokal Or
SwitchValues_DB

        SqlCmd ="SELECT convertedValue as ConsumoIstant FROM
mewago.Register where Channel_id=39 AND Calendar_date>= CURRENT_DATE
order by id desc limit 1"

        recS.CursorType = adOpenKeyset

        recS.Open SqlCmd, conn, , , adCmdText

        'If recordset was succesfully readed copy values in Visu+
variables

        If Not recS.EOF Then

                SetVariableValue("ConsIstantEletricidade",
recS.Fields("ConsumoIstant").Value)

        End If

        recS.Close

        SqlCmd ="SELECT SUM(convertedValue) as
ConsumoHojeAteMoment FROM mewago.Register where Channel_id=39 AND
Calendar_date>= CURRENT_DATE limit 96"

        recS.CursorType = adOpenKeyset

        recS.Open SqlCmd, conn, , , adCmdText

```

'If recordset was successfully readed copy values in Visu+
variables

If Not recS.EOF Then

SetVariableValue("ConsumoHojeAteMomento",
recS.Fields("ConsumoHojeAteMoment").Value)

End If

SwitchValues_lokal = SwitchValues_lokal Or
SwitchValues_DB

recS.Close

Wait (900)

Wend

' if loop is left close db-connection and delete created objects

Set recS = Nothing

conn.Close

Set conn = Nothing

End Sub