

2013

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Desenvolvimento de Software para o Projecto AirMonitor

MESTRADO EM INFORMÁTICA E SISTEMAS

AUTORA | Ana Teresa Costa Santarém

ORIENTADOR | Prof. Doutor Francisco Pereira

Coimbra, Dezembro, 2013



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas

Desenvolvimento de *Software* para o projecto AirMonitor

Ana Teresa Costa Santarém

Mestrado em Informática e Sistemas
Coimbra, Dezembro de 2013



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas

Mestrado em Informática e Sistemas
Estágio/Projecto Industrial
Relatório Final

Desenvolvimento de *Software* para o projecto AirMonitor

Ana Teresa Costa Santarém

Orientador

Professor Doutor Francisco Pereira

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Orientador externo

Eng. António Cunha

Laboratório de Automática e Sistemas do Instituto Pedro Nunes

Coimbra, Dezembro de 2013

Resumo

O principal objectivo deste trabalho é o desenvolvimento de *software* para o projecto AirMonitor, um sistema de gestão inteligente da qualidade do ar em ambientes hospitalares e de racionalização de consumo energético. Este sistema, inicialmente projectado para ambientes hospitalares mas que poderá ser aplicado a outro tipo de edifícios, destaca-se dos sistemas actuais existentes por também controlar o funcionamento dos equipamentos de ventilação e ar condicionados.

Mais concretamente, neste trabalho pretende-se desenvolver *software* para a estação de monitorização e controlo central do sistema AirMonitor, um *router Asus WL-500G Premium v2* que actua como *Single Board Computer*. A principal tarefa deste equipamento é estabelecer a ligação entre o servidor e o módulo coordenador de uma Rede de Sensores Sem Fios que detectam anomalias. O *Single Board Computer* possui uma base de dados *PostgreSQL* onde são armazenados os dados recolhidos dos sensores. Adicionalmente, a estação de monitorização pode efectuar a actuação de alarmes permitindo a ligação a centrais convencionais e operar equipamentos de ventilação e ar condicionado.

Palavras-Chave: *Single Board Computer, OpenWRT, Asus WL-500G Premium v2, Base de Dados, PostgreSQL, Rede de Sensores Sem Fio*

Abstract

The main goal of this work is the software development for the AirMonitor project, an intelligent management system of air quality in hospital environments and energetic consumption rationalization. This system, first design to hospital environments but it could also be applied to another type of buildings, stands out from current existent systems also by operate ventilating and air conditioning equipment.

More specifically, in this work it is intended to development software for the monitor and central control station to the AirMonitor system, a router *Asus WL-500G Premium v2* acting as a Single Board Computer. The main task of the equipment is establishing the connection between the server and the coordinator module from a Wireless Sensor Network which detects anomalies. The Single Board Computer have a Database *PostgreSQL* where is stored the data acquired from the sensors. Additionally, the monitor station can operate the alarms allowing the connection to standard alarm centrals and operate ventilating and air conditioning equipment.

Keywords: Single Board Computer, *OpenWRT*, *Asus WL-500G Premium v2*, Database, *PostgreSQL*, Wireless Sensor Network

Agradecimentos

Ao professor Doutor Francisco Pereira, por toda a orientação, incentivo e apoio que me prestou. Especialmente por nunca ter deixado de acreditar (quando até eu duvidava) que eu iria conseguir chegar ao fim deste longo caminho.

Ao professor Doutor Jorge Dias, Eng. António Cunha e Eng. Pedro Serra, pela oportunidade desafiante de poder realizar este estágio e por toda a orientação, paciência, compreensão e apoio dado.

Às pessoas do IPN que marcaram o meu caminho e me ajudaram a crescer no meu percurso, especialmente à equipa do LAS.

Aos colaboradores da Quantific pela entreatajuda e empenho na resolução de problemas.

Aos revisores deste relatório pela disponibilidade demonstrada, por todo o apoio, força e incentivo para que eu o escrevesse.

A todos os meus revisores (e ainda foram muitos), muito obrigada por todo o apoio, força e incentivo para que eu escrevesse este relatório. Não há palavras para agradecer.

Aos meus pais, a quem o é verdadeiramente e a todos aqueles que eu considero como se o fossem.

Aos meus amigos, poucos mas os melhores que eu poderia ter.

Finalmente, a pessoa mais importante e que talvez tenha sido das que mais sofreu por causa deste relatório... por fim “a liberdade”... O que fazemos a seguir? Qual vai ser a nossa próxima aventura? :)

Índice

| | |
|---|----|
| Capítulo 1 Introdução | 1 |
| 1.1 Objectivos | 1 |
| 1.2 Enquadramento | 3 |
| 1.2.1 ISEC / DEIS / MIS | 3 |
| 1.2.2 IPN / LAS | 4 |
| 1.2.3 Quantific / ISA | 5 |
| 1.3 Estrutura do documento..... | 5 |
| Capítulo 2 Planeamento, Análise e Desenho | 7 |
| 2.1 Planeamento e Gestão do Projecto | 7 |
| 2.1.1 Plano de Desenvolvimento..... | 7 |
| 2.1.2 Processo de Desenvolvimento | 9 |
| 2.2 Análise de Requisitos | 11 |
| 2.2.1 Requisitos | 12 |
| 2.2.2 SBC..... | 13 |
| 2.3 Desenho | 14 |
| 2.3.1 Arquitectura | 15 |
| 2.4 Especificação..... | 18 |
| 2.4.1 Protocolos de Comunicação | 18 |
| 2.4.2 Base de Dados..... | 19 |
| Capítulo 3 Implementação e Testes..... | 23 |
| 3.1 Implementação | 23 |
| 3.1.1 Módulo Aquisição de Dados..... | 24 |
| 3.1.2 Módulo de Actuação de Alarmes | 28 |
| 3.1.3 Módulo de Sincronização | 37 |
| 3.1.4 Customização do SBC | 44 |
| 3.2 Testes e Validação | 53 |
| 3.2.1 Testes | 53 |
| 3.2.2 Piloto | 54 |
| 3.3 Documentação..... | 60 |
| Capítulo 4 Conclusões | 61 |

| | |
|--|----|
| 4.1 O que se pretendia | 61 |
| 4.2 O que foi feito / resultados obtidos | 62 |
| 4.3 Principais dificuldades | 62 |
| 4.3.1 Instalação da Base de Dados no SBC | 63 |
| 4.3.2 Compilação Cruzada..... | 64 |
| 4.3.3 Controlo de IOs | 64 |
| 4.4 Divulgação do Projecto | 64 |
| 4.5 Trabalho futuro | 65 |
| 4.6 Análise crítica do estágio | 65 |
| Referências Bibliográficas | 67 |
| Anexos | 1 |
| Anexo A Proposta de Estágio..... | 3 |
| Anexo B Tecnologia Adoptada | 11 |
| Anexo C Notícias de Disseminação | 17 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa de Gantt do plano de desenvolvimento | 8 |
| Figura 2 – <i>SBC – Router Asus WL-500G Premium v2</i> | 13 |
| Figura 3 – Arquitectura geral do sistema AirMonitor | 16 |
| Figura 4 – Arquitectura do <i>SBC</i> para o Projecto AirMonitor | 17 |
| Figura 5 – Esquema da sincronização entre as BDs..... | 20 |
| Figura 6 – Modelo relacional da BD local do <i>SBC</i> | 21 |
| Figura 7 – Modelo relacional da BD partilhada..... | 22 |
| Figura 8 – Fluxograma do módulo de Aquisição de Dados..... | 25 |
| Figura 9 – <i>Log</i> do programa <i>airnode</i> – Aquisição de Pacote de Dados | 26 |
| Figura 10 – <i>Log</i> do programa <i>airnode</i> – Configuração de Periodicidades | 28 |
| Figura 11 – <i>Log</i> do programa <i>airnode</i> – Módulo de Alarmes | 29 |
| Figura 12 – Fluxograma do módulo de Actuação de Alarmes..... | 30 |
| Figura 13 – Módulo de Alarmes: envio de notificação por <i>e-mail</i> e <i>SMS</i> | 31 |
| Figura 14 – Módulo de Alarmes: notificação recebida por <i>SMS</i> no telemóvel . | 32 |
| Figura 15 – Módulo de Alarmes: notificação recebida por <i>e-mail</i> | 33 |
| Figura 16 – <i>Pen Vodafone Huawei k3765</i> usada no projecto AirMonitor | 33 |
| Figura 17 – Detectado no <i>SBC</i> o Nódo Coordenador e a <i>pen 3G</i> | 34 |
| Figura 18 – Ficheiro com indicação do fabricante e modelo da <i>pen 3G</i> | 34 |
| Figura 19 – Configuração dos dados da <i>pen 3G</i> a ser usada | 35 |
| Figura 20 – Parte da frente dos <i>IOs</i> | 35 |
| Figura 21 – Parte de trás dos <i>IOs</i> | 36 |
| Figura 22 – Módulo de Alarmes: actuação de <i>IOs</i> em funcionamento | 36 |
| Figura 23 – <i>SBC</i> e módulo de <i>IOs</i> em testes na Quantific | 37 |
| Figura 24 – <i>Log</i> do programa <i>airsync</i> – Módulo de Sincronização..... | 37 |
| Figura 25 – Fluxograma do módulo de Sincronização | 39 |
| Figura 26 – Fluxograma da sincronização genérica das tabelas da BD partilhada para a do <i>SBC</i> | 40 |
| Figura 27 – Fluxograma da sincronização das tabelas “EventAlarm” e “GasType” da BD partilhada para a do <i>SBC</i> | 41 |

| | |
|--|----|
| Figura 28 – Fluxograma da sincronização da tabela “Regist” da BD do <i>SBC</i> para a partilhada | 42 |
| Figura 29 – Fluxograma da sincronização da tabela “Alarm” da BD do <i>SBC</i> para a partilhada..... | 43 |
| Figura 30 – Fluxograma da sincronização da tabela “Node” da BD do <i>SBC</i> para a partilhada..... | 44 |
| Figura 31 – Estrutura do repositório <i>SVN</i> do <i>OpenWRT</i> | 45 |
| Figura 32 – Configuração do <i>firmware</i> no <i>OpenWRT Buildroot</i> | 48 |
| Figura 33 – Página principal da <i>interface Web</i> do <i>monit</i> | 50 |
| Figura 34 – Página do <i>monit</i> de monitorização do <i>airnode</i> | 51 |
| Figura 35 – <i>E-mail</i> de <i>logs</i> enviado automaticamente..... | 52 |
| Figura 36 – Exemplo de ficheiro de configurações “airmonitor.config” | 53 |
| Figura 37 – Sistema AirMonitor em testes no LAS..... | 54 |
| Figura 38 – Nodos do piloto AirMonitor na USF do CSC | 55 |
| Figura 39 – <i>SBC</i> e Nodo Coordenador do piloto AirMonitor na USF do CSC .. | 56 |
| Figura 40 – Excerto de <i>log</i> com o problema dos caracteres hexadecimais 0x00 e 0xE0 | 57 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Constituição da equipa do projecto AirMonitor do LAS | 10 |
|---|----|

Lista de Acrónimos

- API – Application Programming Interface
- BD – Base de Dados
- CO – Monóxido de Carbono
- CO₂ – Dióxido de Carbono
- COVs – Compostos Orgânicos Voláteis
- CSC – Centro de Saúde de Celas
- DEEC – Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
- DEIS – Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas
- DNS – Domain Name System
- DS – Desenvolvimento de Software
- H – Humidade
- H₂CO – Formaldeído
- IDE – Integrated Development Environment
- IPN – Instituto Pedro Nunes
- IPC – Instituto Politécnico de Coimbra
- ISA – ISA – Intelligent Sensing Anywhere
- ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
- ISR – Instituto de Sistemas e Robótica
- LAS – Laboratório de Automática e Sistemas
- MIS – Mestrado em Informática e Sistemas
- NTP – Network Time Protocol
- O₃ – Ozono
- PM10 – Partículas Suspensas no Ar
- QREN – Quadro de Referência Estratégica Nacional
- RSSF – Rede de Sensores Sem Fios
- SBC – Single Board Computer
- SDK – Software Development Kit
- SGBD – Sistema de Gestão de Base de Dados

- SO – Sistema Operativo
- SVN – Apache Subversion
- T – Temperatura
- UC – Universidade de Coimbra
- USF – Unidade de Saúde Familiar

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo é feito um enquadramento e contextualização do estágio apresentando os principais objectivos que se pretenderam atingir bem como as entidades envolvidas.

1.1 Objectivos

Nos últimos anos, de forma a permitir uma melhoria do nível de vida da população, tem-se verificado um aumento na procura de sistemas de climatização. Como resultado, as taxas dos consumos de energia no sector dos edifícios, mais concretamente no subsector dos serviços, têm vindo a aumentar. A falta de requisitos em relação aos valores mínimos de renovação do ar, o reduzido controlo da conformidade do desempenho real das instalações com o inicialmente previsto e a falta geral da manutenção das instalações aquando do seu regular funcionamento, contribuem para que surjam problemas da qualidade do ar interior, acabando por ter um impacto significativo a nível da saúde pública. Mais do que em qualquer outro local, é essencialmente em ambientes hospitalares onde mais importa a qualidade do

ar interior e é também onde mais facilmente poderão existir problemas devido ao uso intensivo de gases, podendo haver uma fuga.

Os principais objectivos do estágio foram:

- Desenvolvimento do *software* para controlo da qualidade do ar
- Personalização do **Single Board Computer (SBC)** para funcionar inserido no sistema do projecto AirMonitor
- Implementação do sistema em ambiente real

Para efectuar o controlo da qualidade do ar, deve ser desenvolvida uma estação de monitorização e controlo central, que deverá, através de um Nodo Coordenador, estabelecer a ligação entre os sensores e o servidor que alberga a *interface* com o utilizador. Esta estação de monitorização, que deve ser capaz de (juntamente com os sensores) funcionar de forma independente caso não haja a ligação ao servidor, será denominada de *SBC*.

Com este trabalho pretendeu-se desenvolver *software* para o projecto AirMonitor que permitisse:

- A recolha de dados de sensores, o seu tratamento, processamento e armazenamento numa **Base de Dados (BD)**
- A actuação de alarmes permitindo ligação a centrais convencionais de alarme e a actuação de equipamentos de ventilação e ar condicionados
- A sincronização da BD do *SBC* com a informação recolhida dos sensores com uma outra partilhada

Para além do desenvolvimento deste *software* (para funcionar no *SBC*) pretendeu-se também a preparação e personalização deste *SBC*.

Ao longo deste estágio era também intenção aprofundar alguns conhecimentos já adquiridos, nomeadamente nas áreas de sistemas distribuídos, programação e BD para além de novos conhecimentos sobre **Redes de Sensores Sem Fios (RSSF)**.

Os testes de verificação do correcto funcionamento do sistema e a incorporação de alterações fizeram também parte dos objectivos.

1.2 Enquadramento

O presente relatório foi realizado no âmbito da disciplina de Estágio / Projecto Industrial do 2º Ano do **Mestrado em Informática e Sistemas (MIS)**, ramo de **Desenvolvimento de Software (DS)**, do **Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas (DEIS)** no **Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC)**. O estágio foi realizado no **Laboratório de Automática e Sistemas (LAS)** do **Instituto Pedro Nunes (IPN)**. Com duração prevista de 6 meses, foi iniciado a 1 de Abril de 2009 e prolongou-se mais do que o tempo inicialmente previsto. O desenvolvimento de *software* em si teve o seu término a 31 de Dezembro de 2010. Após esta data ainda foram efectuados testes e melhorias ao sistema. O final desta etapa, da disciplina de Estágio / Projecto Industrial do MIS, culmina com este relatório.

O trabalho realizado enquadra-se no desenvolvimento de *software*, para uma plataforma baseada em *Unix*, na linguagem de programação estruturada C, para o projecto AirMonitor, recorrendo ao **Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) PostgreSQL [1]**.

O projecto AirMonitor foi um projecto do **Quadro de Referência Estratégica Nacional (QREN)**, parceria entre a empresa Quantific, do grupo **ISA – Intelligent Sensing Anywhere (ISA)**, e o LAS, com início em Setembro de 2008 e com duração prevista inicialmente de dois anos, que teve como objectivo o desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade do ar interior que monitorize a qualidade do ar e que controle o funcionamento dos equipamentos de ventilação e ar condicionados. De modo a assegurar um efectivo controlo da qualidade do ar e simultaneamente não ser dispendida energia desnecessariamente nos processos de renovação do ar, foi necessário monitorizar de forma continuada a qualidade do ar interior e, em função dessa qualidade, efectuar a gestão dos sistemas de ventilação e de ar condicionados.

1.2.1 ISEC / DEIS / MIS

O ISEC é uma unidade orgânica de ensino do **Instituto Politécnico de Coimbra (IPC)** que pretende ser uma referência a nível de ensino pelos seus serviços de qualidade e relevância social através de práticas flexíveis, criativas

e inovadoras. É responsável por ministrar formação de nível superior (Licenciaturas, Mestrados e Pós-Graduações) na área da Engenharia e pretende promover o desenvolvimento social e económico da região em que se insere.

O DEIS dedica-se à formação, investigação, desenvolvimento e prestação de serviços na área da Engenharia Informática. Os cursos leccionados são essencialmente práticos, com uma elevada carga de aulas laboratoriais, trabalhos práticos, projectos e estágios. Através dos estágios realizados em empresas, e dos protocolos de colaboração, é possível uma aproximação ao sector empresarial. Desta forma, e devido à qualidade científica e pedagógica, o índice de empregabilidade é elevado.

O MIS pretende formar Mestres em Informática e Sistemas que sejam capazes de exercerem a sua actividade profissional com elevado nível de competência técnica, científica e profissional nas áreas de especialização existentes. A especialização em DS pretende não só formar profissionais competentes no exercício profissional no domínio de desenvolvimento de *software* nas suas várias fases, como também dotar os formandos com os aspectos de gestão de projectos, equipas e garantia de qualidade. A fase final do mestrado é composta pelo estágio final (a unidade curricular "Estágio ou Projecto Industrial") que abrange parte do terceiro semestre e a totalidade do quarto semestre lectivo e que deve ser desenvolvido numa empresa e acompanhado por docentes do mestrado e no qual este trabalho se enquadra.

1.2.2 IPN / LAS

O IPN – Associação para a Inovação e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia – é uma instituição de direito privado, de utilidade pública e sem fins lucrativos que foi criada em 1991 por iniciativa da **Universidade de Coimbra** (UC). Constituído por Laboratórios de Desenvolvimento Tecnológicos próprios, por uma incubadora de empresas e por um departamento próprio de formação, pretende ser um elo de ligação entre a UC e o tecido empresarial. Tem como missão colaborar na transformação do tecido empresarial e das organizações

estimulando uma cultura de inovação, qualidade, rigor e empreendedorismo, tendo por base a relação entre a universidade e as empresas.

O LAS é uma unidade orgânica e autónoma, que pertence aos Laboratórios de Desenvolvimento Tecnológico do IPN, onde se desenvolvem projectos nacionais e europeus, em parceria com empresas e com entidades de domínio público, nas áreas da automação, robótica, análise de imagem e instrumentação. É também responsável pela prestação de serviços, consultadoria e incentivo para a fundação de spin-offs e por actividades de transferência de tecnologia. Conta com a colaboração de investigadores do **Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC)** e do **Instituto de Sistemas e Robótica (ISR)** da UC.

1.2.3 Quantific / ISA

A Quantific (Instrumentação Científica, Lda) é uma empresa de engenharia, criada em 1998, especializada na implementação de sistemas de aquisição de dados "*in situ*" para aplicações ambientais, industriais e científicas, com destaque para as áreas de meteorologia e sismologia.

A Quantific pertence ao grupo ISA, uma empresa de base tecnológica, fundada em 1990 por uma pequena equipa altamente qualificada de engenheiros e físicos recém-licenciados da UC, que se dedica não só ao desenvolvimento de *software* e de *hardware*, como também à prestação de serviços. Actua nas áreas de Eficiência Energética, Telemetria (de Óleo e Gás) e Saúde e Bem-Estar, com tecnologia de ponta, produzindo soluções e serviços inovadores focados nas necessidades específicas dos clientes e tem como ambição ser uma empresa inovadora, pioneira e líder mundial em Telemetria e Gestão Remota.

1.3 Estrutura do documento

Este relatório pretende detalhar o trabalho realizado ao longo do estágio, de forma simples e objectiva, estando por isso dividido por 4 capítulos principais.

Neste primeiro capítulo, **introdução**, foram apresentados os principais objectivos que se pretenderam atingir com este trabalho e o estágio realizado, bem como as entidades envolvidas.

No segundo capítulo, **planeamento, análise e desenho**, é apresentado o planeamento e gestão do projecto, o plano e processo de desenvolvimento adoptado e todas as fases que antecederam a implementação.

No terceiro capítulo, **implementação e testes**, é detalhado o trabalho realizado a nível de implementação e testes, bem como os resultados obtidos.

No quarto capítulo, **conclusões**, são apresentadas as conclusões retiradas da elaboração deste trabalho, abordando o que era pretendido e que foi atingido, as principais dificuldades encontradas, propostas para trabalho futuro e uma análise crítica do estágio.

Por fim, em anexos, são apresentados os documentos que podem servir como um complemento de leitura e que foram produzidos ao longo deste estágio. Estes documentos permitem uma análise mais detalhada do trabalho que foi realizado. Os anexos normais encontram-se no final do texto e os anexos confidenciais são disponibilizados para consulta aos elementos do júri.

Capítulo 2

Planeamento, Análise e Desenho

Neste capítulo é descrito todo o trabalho realizado antes da implementação. Será também abordada a metodologia seguida e o planeamento e sequenciação das actividades ao longo do tempo. As tecnologias que foram utilizadas ao longo do desenvolvimento do projecto podem ser consultas no anexo B – Tecnologia Adoptada.

2.1 Planeamento e Gestão do Projecto

Neste sub-capítulo será abordado o plano de desenvolvimento seguido, bem como o método de desenvolvimento que foi adoptado para o projecto.

2.1.1 Plano de Desenvolvimento

O plano de desenvolvimento para o projecto foi elaborado de acordo com o programa de trabalhos descrito na proposta de estágio em anexo A – Proposta de Estágio. Foi definido um mapa de Gantt, que se encontra na Figura 1, contemplando as diversas tarefas a serem realizadas para cada fase

do projecto bem como as datas, previstas inicialmente, de início e fim de cada tarefa.

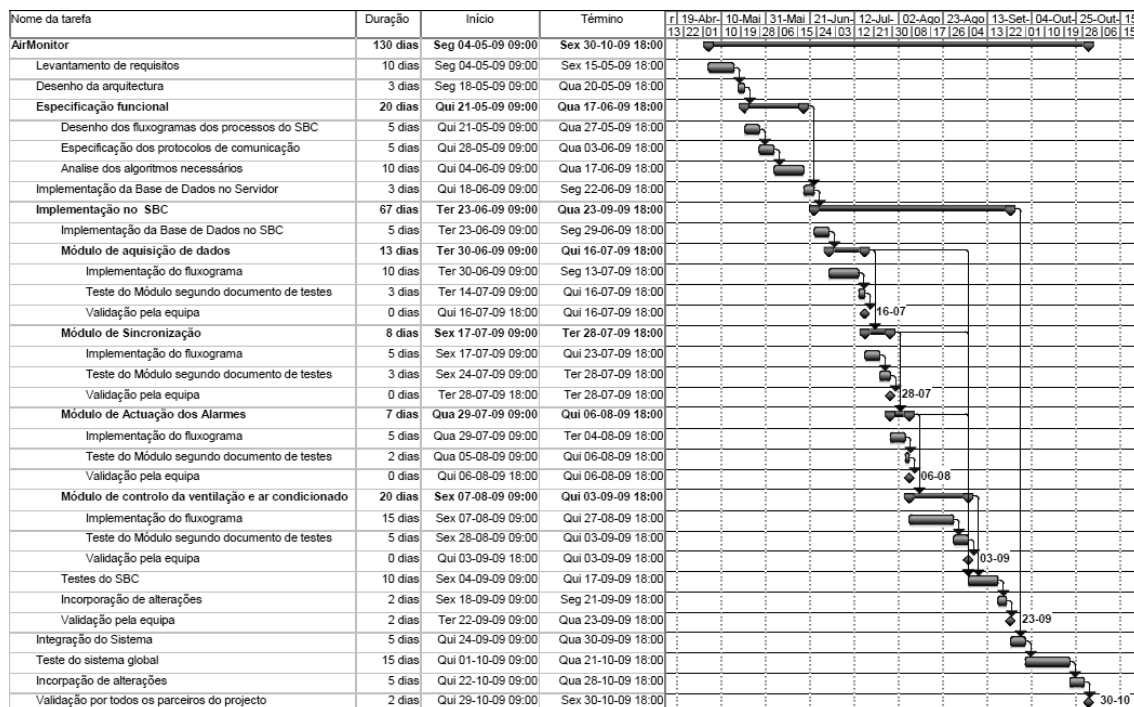


Figura 1 – Mapa de Gantt do plano de desenvolvimento

Fase de Análise

A fase de análise consistiu no levantamento de requisitos que o sistema, e concretamente o *SBC*, deveria ter.

Fase de Desenho

A fase de desenho consistiu no desenho da arquitectura com a elaboração de esquemas que representassem o sistema em si e o próprio *SBC* com os módulos que o deveriam constituir.

Fase de Especificação

A fase de especificação foi composta pela definição dos protocolos de comunicação, dos modelos para as BDs do *SBC* e para a BD partilhada do servidor, e dos fluxogramas a implementar na fase seguinte.

Fase de Implementação

A fase de implementação envolveu a instalação e configuração do SGBD num servidor de testes para simular o comportamento do servidor partilhado; a preparação do *SBC* para posteriormente executar os programas desenvolvidos englobando a instalação e configuração do SGBD no *SBC*; o desenvolvimento dos programas a serem executados no *SBC*, (tendo por base os fluxogramas e algoritmos preparados na fase de especificação), com os vários módulos de aquisição de dados, sincronização, actuação de alarmes e controlo da ventilação e ar condicionado; e a preparação de um *firmware* personalizado para o *SBC*.

Fase de Testes e Validação

A fase de testes e validação engloba os testes e as incorporações de alterações ao sistema para correcção de *bugs*, melhorias e validação. Esta fase culmina com o piloto do projecto na **Unidade de Saúde Familiar (USF)** do **Centro de Saúde de Celas (CSC)** de Coimbra.

Fase de Documentação

A fase de documentação não se encontra descrita no mapa de Gantt porque sendo uma tarefa transversal, foi realizada ao longo de todo o projecto, consistindo na elaboração e actualização de diversa documentação e da qual resultou um conjunto de documentos inerentes ao desenvolvimento do projecto. Esta fase culmina com a presente elaboração deste relatório final de estágio.

2.1.2 Processo de Desenvolvimento

O LAS não segue estritamente uma única metodologia de desenvolvimento de software. Os projectos e serviços desenvolvidos podem ser muito distintos bem como as próprias equipas em si e assim, cada gestor de projecto trabalha com as suas equipas da forma que considera mais adequada de acordo com os seus elementos e com o projecto ou serviço em questão. De uma forma genérica, o desenvolvimento segue algumas práticas de várias metodologias. Por um lado pode-se identificar com o modelo Cascata, em que existem fases sequenciais bem definidas que são seguidas

(Análise de Requisitos, Desenho, Implementação, Testes e Validação). Por outro, as fases de Implementação, Testes e Validação seguem um modelo iterativo, os quais permitem ajustes e introdução de correcções.

No início do projecto foi necessário definir as equipas para cada um dos parceiros que iriam trabalhar no projecto. Por parte do LAS a equipa foi formada por elementos já com um vasto *know-how* científico: Eng. António Cunha e Eng. Pedro Serra. Foi também necessário proceder à admissão para a equipa de um novo elemento para desenvolvimento técnico: Ana Costa.

Na Tabela 1 é possível verificar os elementos da equipa do LAS para o projecto AirMonitor, bem como as suas principais funções no laboratório e concretamente no projecto em si.

| Nome | Função |
|---------------------------|---|
| Eng. António Cunha | Director adjunto do LAS e coordenador nacional de projectos europeus, responsável pelo projecto AirMonitor por parte do LAS. |
| Eng. Pedro Serra | Gestor de projectos, concretamente do projecto AirMonitor por parte do LAS, contribuindo também no desenvolvimento técnico e na produção de documentação. |
| Ana Costa | Estagiário, encarregue do desenvolvimento técnico e da produção de documentação para o projecto AirMonitor. |

Tabela 1 – Constituição da equipa do projecto AirMonitor do LAS

Semanalmente existem reuniões com toda a equipa do LAS nas quais existe espaço para apresentações relacionadas com os projectos e debate de problemas relacionados com os mesmos. No âmbito destas reuniões, foram realizadas apresentações e demonstrações do projecto AirMonitor ao longo do seu desenvolvimento, abordando os aspectos mais relevantes do projecto e das últimas alterações implementadas, sendo sempre seguidas de um momento de perguntas e discussão de ideias nos quais eram levantadas

questões pertinentes e relevantes com importância e impacto para o desenvolvimento futuro.

No LAS, são também realizadas reuniões de planeamento entre a direcção e os gestores de projecto e ainda reuniões técnicas entre o gestor de projecto e os membros técnicos da equipa semanalmente e sempre que necessário. As reuniões técnicas têm como objectivo o planeamento de tarefas e das fases de desenvolvimento, a resolução de constrangimentos, a discussão de promenores técnicos e problemas que possam surgir de forma a poder definir os caminhos a seguir e medidas a tomar. No caso do projecto AirMonitor, para além destas reuniões, existiram também reuniões técnicas entre os membros técnicos da equipa deste projecto e de outros projectos do LAS, para troca de informações e conhecimentos já adquiridos sobre as tecnologias utilizadas e para resolução de problemas em conjunto.

As reuniões entre os parceiros foram uma constante essencialmente na fase inicial de análise, desenho e especificação, tendo como objectivo o planeamento, divisão de tarefas e debate de questões técnicas relacionadas com o desenvolvimento do projecto (como a definição de protocolos de comunicação entre os módulos e da arquitectura da BD). Para além destas reuniões, foi também constante a troca de *e-mails* entre os elementos das equipas dos parceiros e os telefonemas para resolução de questões mais práticas.

2.2 Análise de Requisitos

No início do projecto foi efectuada uma fase preliminar não só de análise de requisitos de sistema e do *SBC* mas também foram estabelecidos desde logo alguns pontos de partida que eram importantes definir. Esses pontos de partida dizem respeito ao *SBC*. Foram definidos logo no início do projecto e consequentemente tiveram impacto para todo o desenvolvimento.

Como resultado desta fase é possível consultar a documentação criada no anexo confidencial G – “Especificação de Requisitos” e no anexo confidencial I – “D1-8 Definição dos requisitos da estação central de monitorização da qualidade do ar”.

2.2.1 Requisitos

Na análise de requisitos foram descritos todos os requisitos funcionais do sistema para que fosse possível identificar todas as funcionalidades pretendidas. Para poder efectuar esta tarefa, foi seguida a proposta do projecto AirMonitor. De uma forma muito genérica, apresentam-se de seguida os principais requisitos funcionais do *SBC*.

- O *SBC* deve estar equipado com um módulo rádio dedicado (Nodo Coordenador) para comunicar com os Nodos
- O *SBC* e os seus Nodos devem funcionar de forma autónoma
- O sistema deve ser versátil para permitir a adição de sensores de novos contaminantes de acordo com a legislação em vigor (tendo em conta os valores de referência dos parâmetros de requisitos da qualidade do ar)
- O *SBC* deve efectuar a actualização das configurações dos sensores
- O *SBC* deve efectuar a aquisição, transformação (conversão de milivolts para um valor real) e aferição dos dados vindos dos sensores e caso os dados sejam válidos armazená-los na BD
- O *SBC* deve efectuar a actuação de alarmes (despoletar alarmes via *e-mail* e *SMS* e estar preparado para fazer a actuação de sistemas de ventilação)
- O *SBC* deve sincronizar periodicamente os seus dados com os de uma BD partilhada (colocar na BD partilhada os registos dos valores recolhidos e dos alarmes ocorridos e ler as configurações dos Nodos e sensores)
- O *SBC* deve possuir um registo de *logs* de erros e avisos do sistema para análise e *debug*

2.2.2 SBC

Para o desenvolvimento do sistema, seria necessário a utilização de um *SBC*, para receber e processar os dados recolhidos pelos sensores, e que seriam enviados através de uma *RSSF*. De forma a armazenar a informação necessária para o correcto funcionamento do sistema, o *SBC* deveria ter uma *BD* local.

2.2.2.1 Hardware

O dispositivo escolhido para *SBC* foi o *router Asus WL-500G Premium v2*. Este dispositivo foi o seleccionado pois, para além de permitir as funções básicas de um *router*, permite escolher um *firmware* para se instalar, possibilita a utilização de memória *swap*, possui 2 portas *USB* e apresenta uma relação custo / benefício bastante aceitável.



Figura 2 – *SBC* – Router Asus WL-500G Premium v2

Como a memória flash do *SBC* é de 8MB e uma instalação de uma *BD* é sempre algo que requer algum espaço, definiu-se também que o *SBC* deveria ter uma *pen* de dados para ligar por *USB*. Desta forma é possível aumentar a

capacidade de armazenamento do *SBC* de forma a garantir que os dados são guardados na *BD* e que é possível ir guardando alguns *logs* do sistema.

2.2.2.2 Firmware

O *router* *Asus WL-500G Premium v2* vem de origem com um *firmware* proprietário da marca. No entanto, como o que se pretendia era que o *router* funcionasse como um *SBC* e que pudéssemos configurá-lo e programá-lo, foi necessário escolher um *firmware* que possibilitasse a sua customização.

Assim, foi escolhido o sistema *OpenWRT*, uma distribuição *Linux open source* para sistemas embebidos, na sua versão *Kamikaze 8.09*. Este sistema, para além de conter o *software* básico que permite a utilização do equipamento como *router*, permite a escrita no sistema de ficheiros e a gestão de pacotes de *software*. Fornece ferramentas para compilação dos *firmwares* (*buildroot*) e de *software* (**Software Development Kit (SDK)**), permite a instalação de pacotes de *software* já disponíveis ou programados conforme as necessidades e é muito usado em soluções quer de rede cablada quer de redes sem fios tendo por isso já muita informação disponível.

Para além das vantagens já referidas, uma das razões que fez com que este fosse o sistema seleccionado foi o facto de ser extremamente versátil e de permitir o desenvolvimento e melhoria de programas sem a necessidade de criar um *firmware* completo e de proceder à sua substituição.

2.3 Desenho

Na fase de desenho foram elaborados esquemas da arquitectura geral do sistema e mais especificamente do *SBC*.

Como resultado desta fase é possível consultar a documentação criada nos anexos confidenciais B – “Arquitectura Global” e C – “Arquitectura do *SBC*”.

2.3.1 Arquitectura

Nesta fase de desenho da arquitectura, inicialmente foi definida a arquitectura geral de todo o sistema (anexo confidencial B – “Arquitectura Global”), identificando os módulos principais e distribuindo o seu desenvolvimento pelos parceiros.

Como o sistema pretendia a monitorização e controlo da qualidade do ar interior, foi desenhado para funcionar no interior de edifícios estando ligado à rede *TCP/IP* com ligação à *Internet*.

São utilizados uns pequenos dispositivos chamados Nodos, compostos por no máximo quatro sensores, para efectuar a aquisição de dados. Os Nodos comunicam entre si através de uma RSSF, concretamente uma rede *ZigBee*. Os Nodos devem enviar os seus dados para o *SBC*, para que este possa efectuar o tratamento dos dados e guardá-los na sua BD. Seguidamente, o *SBC* deve efectuar as actuações de alarmes e dos sistemas de ventilação e ar condicionados. Periodicamente, o *SBC* deve enviar os dados recolhidos dos sensores para o servidor que alberga a *interface* para os utilizadores, através da rede *TCP/IP*. De forma a o *SBC* poder receber os dados dos Nodos, existe um Nodo Coordenador que deve ser ligado ao *SBC* por *USB*. Relativamente ao servidor, este permite que os utentes possam visualizar os dados em tempo real (se não houver falhas na comunicação entre o *SBC* e o servidor), bem como ver um histórico das últimas aquisições de dados e permite que os funcionários possam efectuar a configuração do sistema.

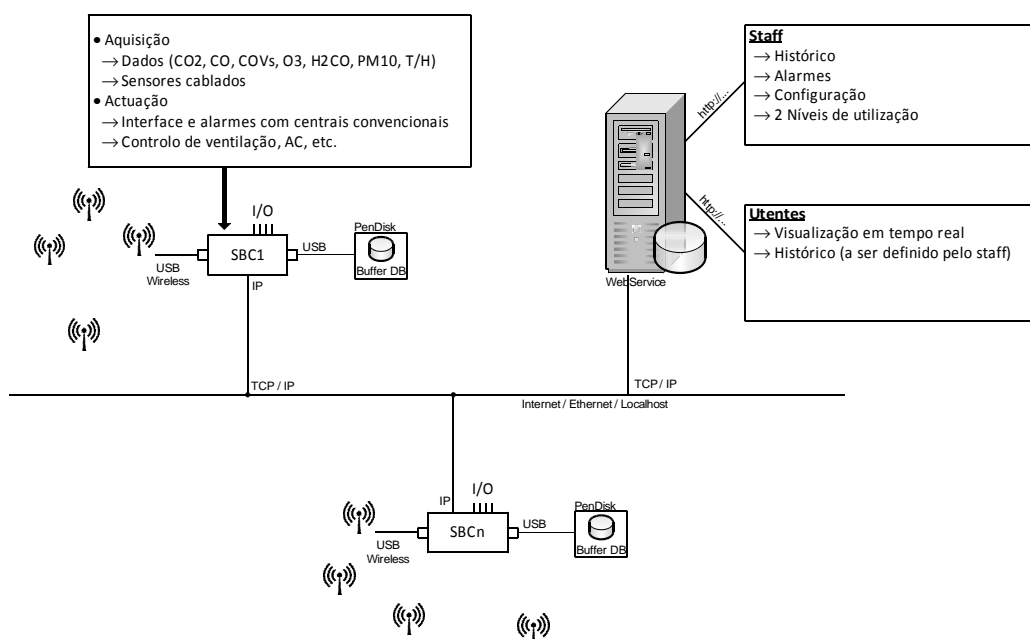


Figura 3 – Arquitectura geral do sistema AirMonitor

Tendo por base os parâmetros de qualidade do ar definidos no Decreto-Lei nº79/2006 [2], estabeleceram-se quais os contaminantes que deveriam ser monitorizados:

- **Dióxido de Carbono (CO₂)**
- **Monóxido de Carbono (CO)**
- **Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)**
- **Ozono (O₃)**
- **Formaldeído (H₂CO)**
- **Partículas Suspensas no Ar (PM10)**
- **Temperatura (T)**
- **Humidade (H)**

Caso a legislação seja alterada, o sistema deverá ser alterado de forma a garantir o cumprimento da lei. Nesse caso, apenas os Nodos terão de ser adaptados, uma vez que o resto do sistema está preparado para monitorizar novos contaminantes.

O desenvolvimento dos Nodos e do servidor ficou a cargo da Quantific enquanto que o desenvolvimento do SBC ficou a cargo do LAS.

2.3.1.1 Arquitectura do SBC

A arquitectura do *SBC* foi dividida três módulos distintos: “Aquisição de Dados”, “Actuação de Alarmes” e “Sincronização”. O módulo de “Aquisição de Dados” foi ainda sub-dividido em dois sub-módulos: “Aquisição de Pacotes de Dados” e “Configuração de Periodicidades” (anexo confidencial C – “Arquitectura do SBC”).

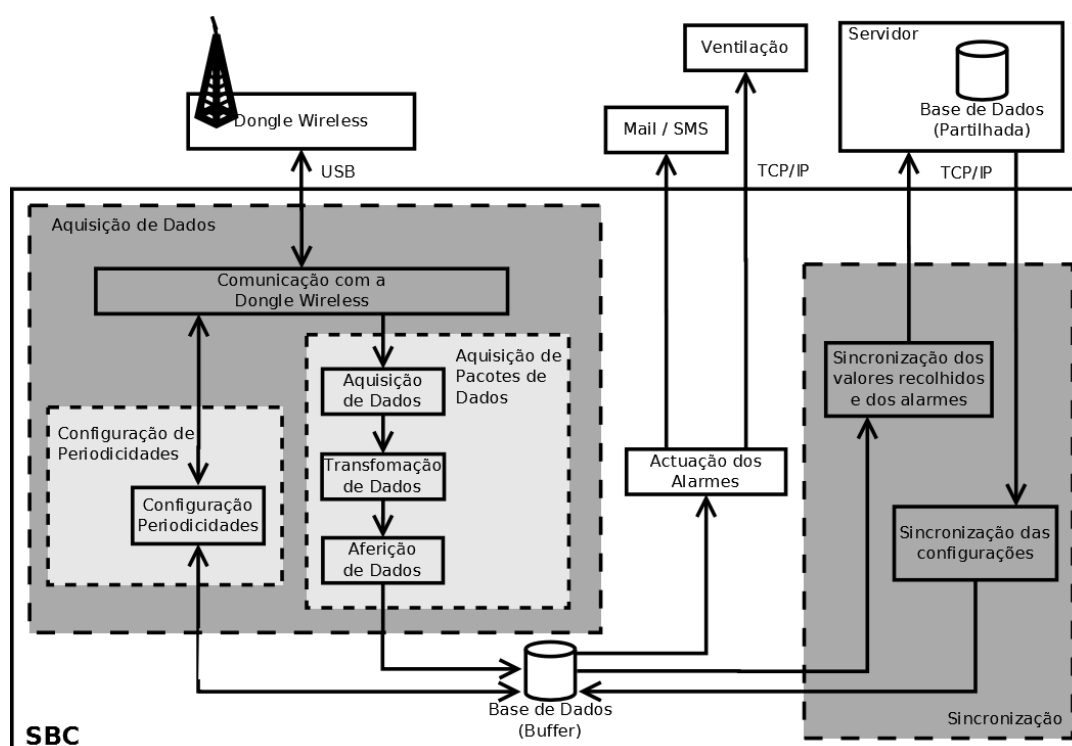


Figura 4 – Arquitectura do SBC para o Projecto AirMonitor

O SBC recebe através do Nodo Coordenador, um *dongle wireless* ligado por *USB*, os dados recolhidos pelos sensores em formato de pacotes de dados. Após a aquisição de dados, é feita uma transformação e aferição dos mesmos e só depois é que são registados na BD local do SBC. Com base nestes valores e com informação adicional presente na BD, o SBC procede à actuação de alarmes (através do envio de *e-mails* e *SMSs*) e à actuação dos sistemas de ventilação e ar condicionados (através de ligação *TCP/IP* e da actuação de *IOs*, ligação a um módulo de *IOs*). O SBC também deve proceder à sincronização da sua BD com uma BD partilhada e que se localiza no servidor da *interface* com o utilizador, enviando para a BD partilhada os valores

recolhidos e os alarmes que ocorreram e recolhendo as informações sobre as configurações dos Nodos e dos sensores. Estas configurações, devem ser transmitidas para os Nodos através do *SBC* e do Nodo Coordenador, de forma a configurar as periodicidades dos sensores.

2.4 Especificação

Enquadrado na fase de especificação, foram: definidos protocolos de comunicação necessários para o funcionamento do sistema, projectados os modelos das BDs a utilizar e, preparados os fluxogramas e algoritmos necessários ao desenvolvimento dos módulos dos programas do *SBC*. Neste relatório, os fluxogramas são apresentados integrados na fase de implementação.

Como resultado desta fase é possível consultar a documentação criada nos anexos confidenciais D – “Modelo de Base de Dados do *SBC*”, E – “Modelo de Base de Dados Partilhada”, F – “Protocolo Sensores ISA e *SBC* IPNlas” e em parte do anexo confidencial J – “D4-3 Construção do protótipo do sistema de controlo da qualidade do ar”.

2.4.1 Protocolos de Comunicação

Na fase de especificação foram definidos protocolos de comunicação necessários para o funcionamento do sistema, quer entre o *SBC* e os Nodos, quer o *SBC* e o módulo de *IOs*.

2.4.1.1 Protocolo Nodos – *SBC*

De forma a ser possível a comunicação entre os Nodos desenvolvidos pela Quantific e o *SBC* desenvolvido pelo LAS, foi definido, entre os parceiros, um protocolo de comunicação. Esse protocolo define quais os pacotes com informação que podem ser trocados entre os dispositivos. Os pacotes, de uma forma geral têm um identificador do Nodo a que se destina o pacote ou que o envia e terminam sempre com um byte hexadecimal para confirmação da

integridade do pacote (*checksum*). A informação detalhada sobre este protocolo pode ser consultada no anexo confidencial F – “Protocolo Sensores ISA e SBC IPNIas”.

2.4.1.2 Protocolo IOs – SBC

Para o *SBC* comunicar com o módulo de *IOs*, também foi necessário definir um protocolo de comunicação para que seja possível o *SBC* activar ou desactivar os *IOs* disponíveis. Neste caso a comunicação seria efectuada através da rede *TCP/IP* com recurso a *sockets*. A informação mais detalhada sobre este protocolo pode ser consultada no apêndice D do anexo confidencial J – “D4-3 Construção do protótipo do sistema de controlo da qualidade do ar”.

2.4.2 Base de Dados

Nesta fase, foram também projectados os modelos relacionais de dados para as BDs, do *SBC* e do servidor. Inicialmente e para o *SBC* pensou-se no SGBD *MySQL*. No entanto, a ausência de um pacote de instalação pré-compilado para o *firmware* escolhido revelou-se uma dificuldade. Ainda se ponderou a alteração do *firmware* mas as alternativas não eram satisfatórias. Desta forma acabou por se optar pela instalação do *PostgreSQL*, um SGBD *open source* e multiplataforma, que já possuía pacotes de instalação pré-compilados para o *firmware* do *SBC*. Uma vez que o desenvolvimento dos programas para o *SBC* foi feito na linguagem de programação *C*, recorreu-se à ***Application Programming Interface (API)*** própria do *PostgreSQL libpq* que contém um conjunto de funções básicas para acesso à BD.

A sincronização das BDs devia ser feita entre a BD do *SBC* e uma só BD do servidor que deveria ser a do programa da *interface*. No entanto, a BD para a *interface* teria de ser *MySQL* e decidiu-se ter uma BD partilhada, no próprio servidor, que deveria fazer a ligação das outras duas. Assim, a Quantific seria responsável pela sincronização entre as BDs *MySQL* e *PostgreSQL* do servidor e o LAS seria responsável pela sincronização entre as BDs *PostgreSQL* do

SBC e do servidor. Ambas as sincronizações teriam de ser nos dois sentidos, isto é, enviar e ler dados.

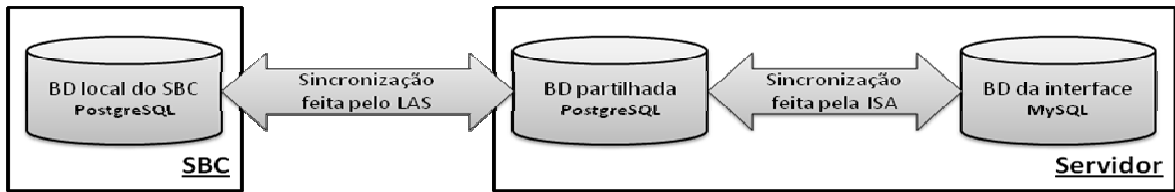


Figura 5 – Esquema da sincronização entre as BDs

Os modelos relacionais desenhados para as BDs do *SBC* e partilhada são muito semelhantes. Ambos têm tabelas com informações sobre os Nodos (Node), os sensores (Sensor e GasType), os registos das medições efectuadas pelos sensores (Regist) e os registos de alarmes ocorridos (Alarm e EventAlarm).

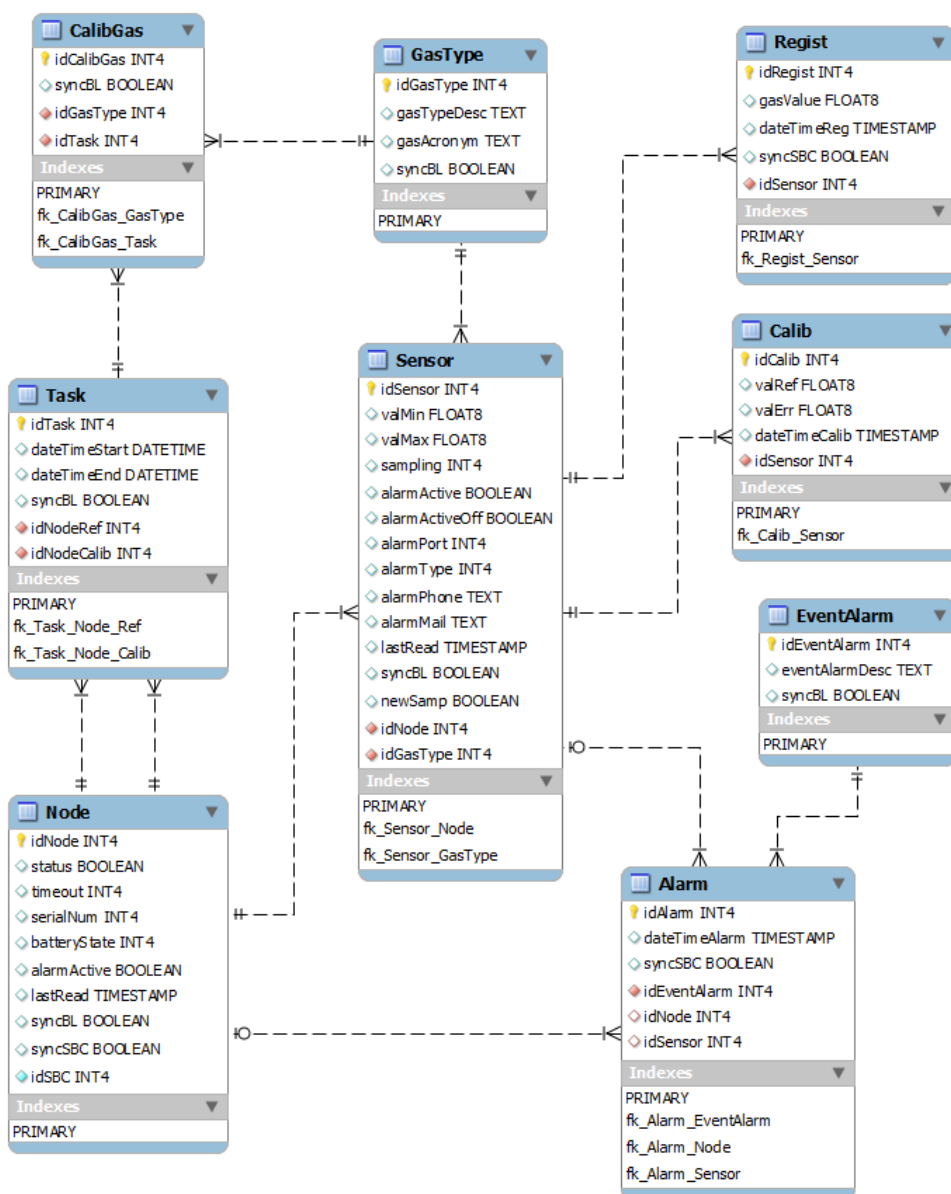


Figura 6 – Modelo relacional da BD local do SBC

Também foram criadas tabelas para efectuar a aferição dos sensores (Task, CalibGas, Calib, esta última apenas na BD do SBC), no entanto, essa funcionalidade não foi implementada pois os sensores utilizados já estariam preparados. Apesar disso essas tabelas também são sincronizadas. Há alguma informação que se encontra apenas na BD do SBC pois não havia necessidade dessa informação estar na BD partilhada.

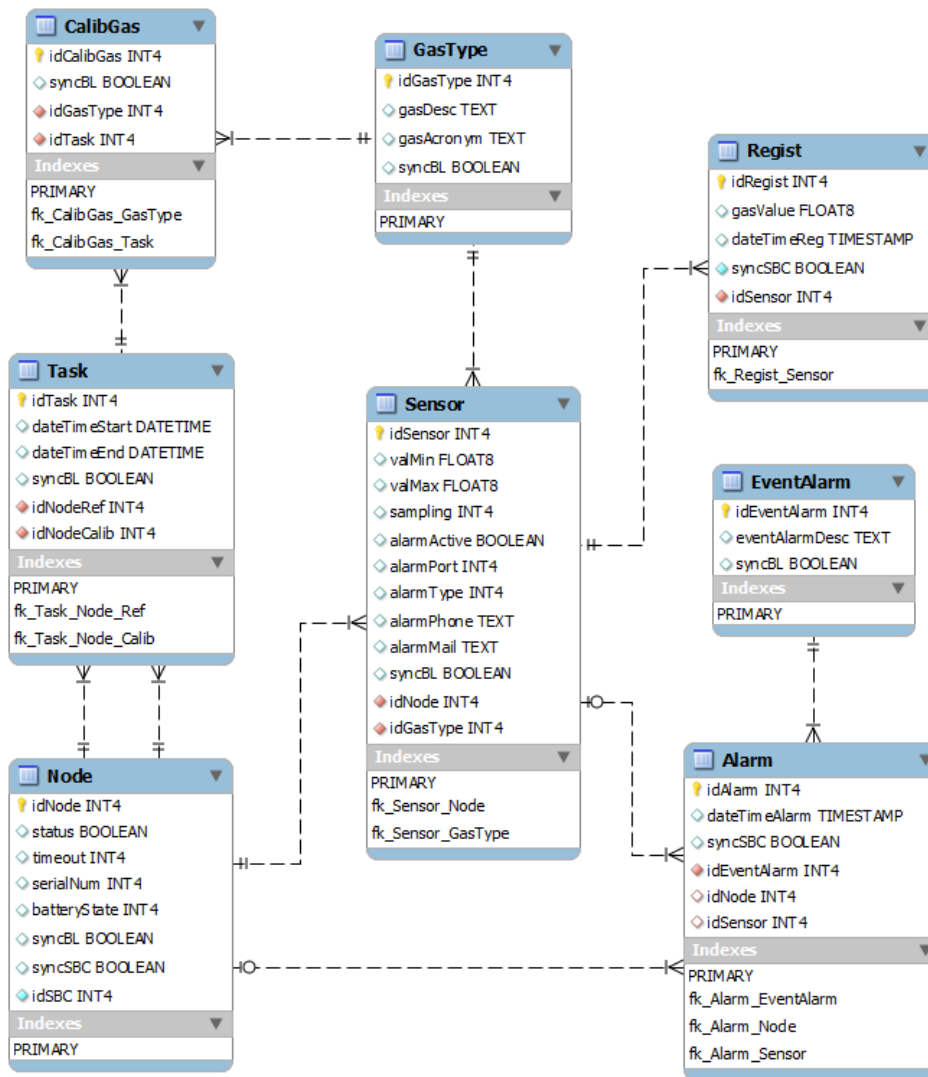


Figura 7 – Modelo relacional da BD partilhada

Capítulo 3

Implementação e Testes

Neste capítulo são descritas as fases de implementação e testes ao sistema e os resultados obtidos.

3.1 Implementação

Na fase de implementação foi efectuado o desenvolvimento dos programas para serem executados no *SBC* e a customização do *firmware* para o *SBC*.

O desenvolvimento dos programas, que foi efectuado na linguagem de programação *C* e com recurso à *API libpq* para efectuar a ligação ao SGBD *PostgreSQL*, foi efectuado numa máquina *Linux* e foi necessário fazer a compilação cruzada do código fonte de forma aos programas poderem ser executados no **Sistema Operativo** (SO) *OpenWRT* do *SBC*.

Como já referido anteriormente, o *SBC* é composto por diferentes módulos. O desenvolvimento do módulo de “Sincronização” foi feito a par com o dos restantes módulos e destes, foi implementado primeiro o sub-módulo de “Aquisição de Pacotes de Dados”, seguido do sub-módulo “Configuração de Periodicidades” e só depois o módulo de “Actuação de Alarmes”.

Para esta fase de implementação do *SBC* foi necessário efectuar pesquisas na *Internet* [1], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9] de forma a poder desenvolver os programas pretendidos.

Como resultado desta fase é possível consultar a documentação criada no anexo confidencial J – “D4-3 Construção do protótipo do sistema de controlo da qualidade do ar”.

3.1.1 Módulo Aquisição de Dados

O módulo de Aquisição de Dados faz parte de um programa chamado *airnode* que deverá estar sempre em execução no *SBC* para que possa comunicar com os Nodos e despoletar os alarmes. Este módulo efectua a ligação entre o *SBC* e o Nodo Coordenador, foi dividido em dois sub-módulos “Aquisição de Pacotes de Dados” e “Configuração de Periodicidades”, e implementa o protocolo apresentado na secção 2.4.1.1. No entanto, como se verificou a existência de alguns pacotes definidos no protocolo que na prática não eram necessários, os parceiros decidiram que os mesmos não seriam implementados a nível do *SBC*.

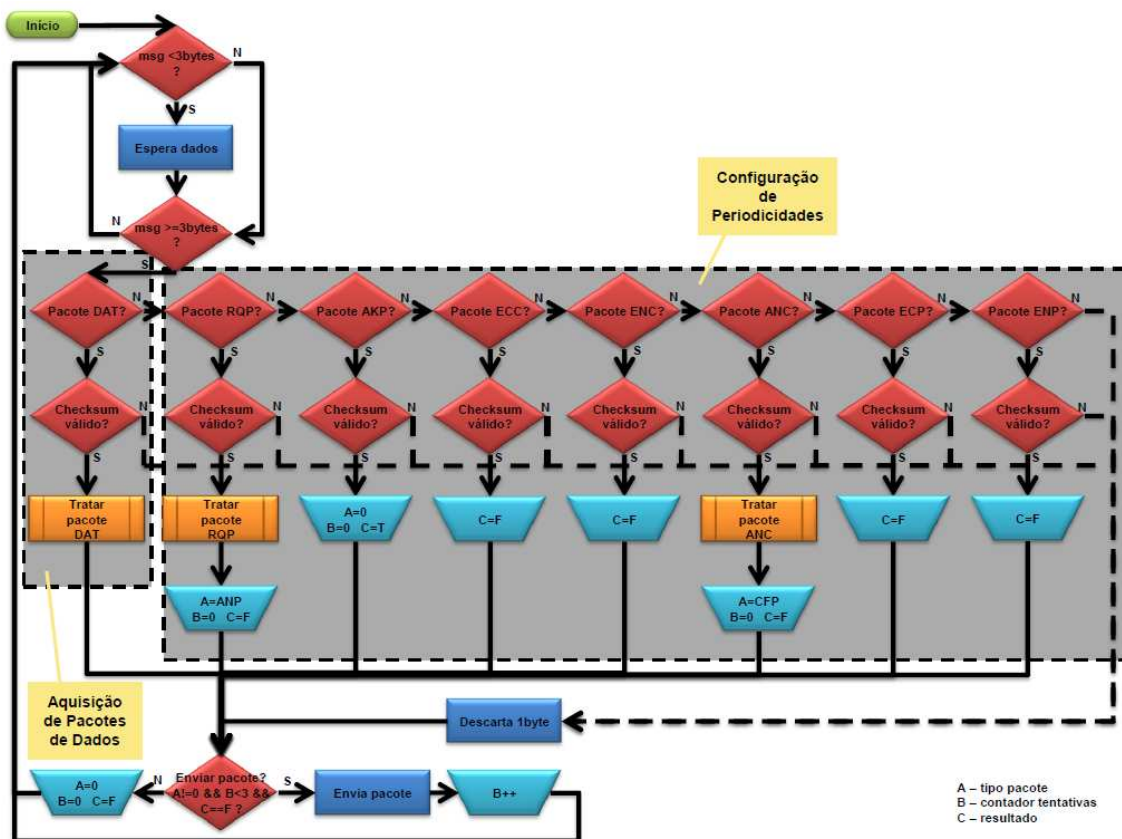


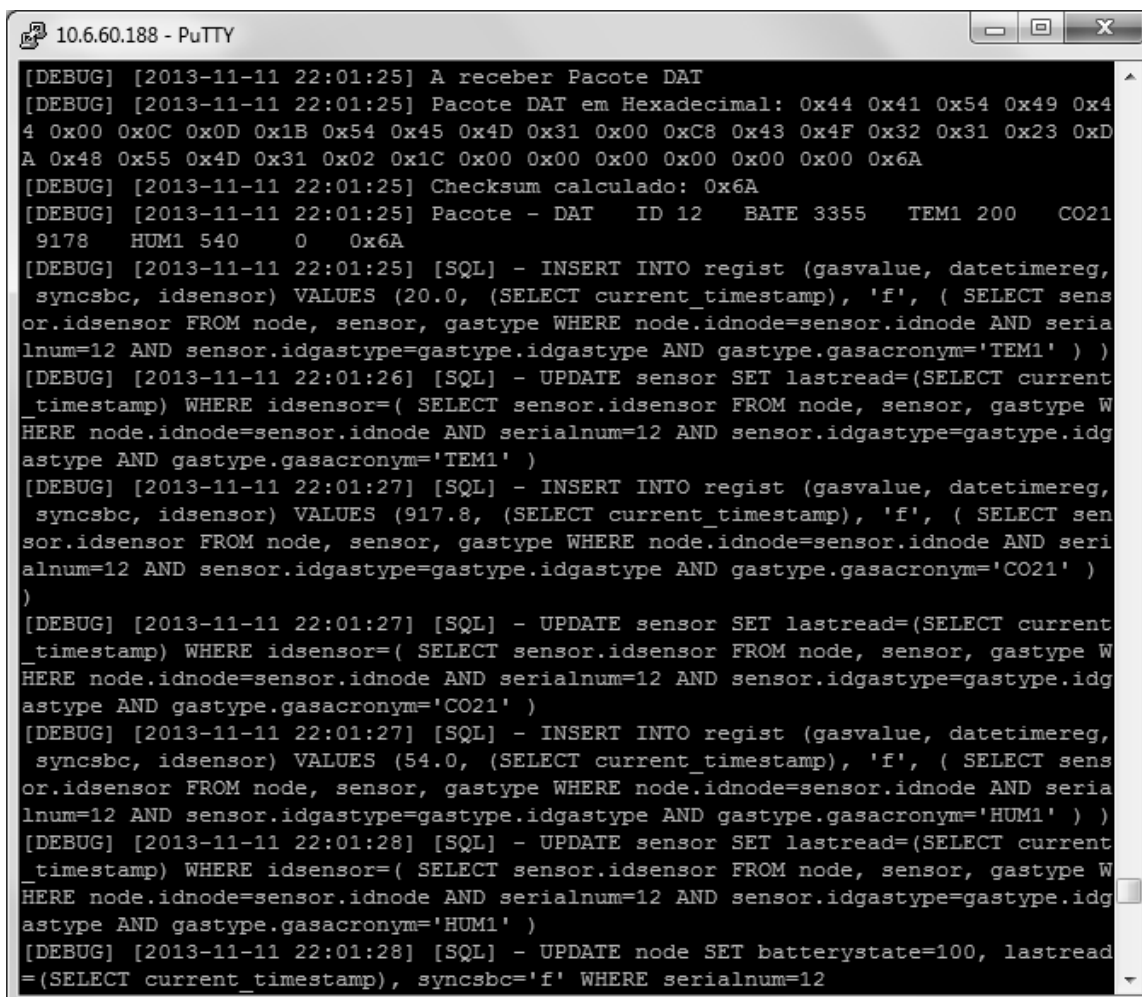
Figura 8 – Fluxograma do módulo de Aquisição de Dados

3.1.1.1 Sub-Módulo Aquisição de Pacotes de Dados

O sub-módulo “Aquisição de Pacotes de Dados” recebe a informação recolhida pelos sensores e guarda-a na BD. Através do Nodo Coordenador, o SBC recebe o pacote de dados (do tipo “DAT”), confirma se o pacote é válido através do cálculo do *checksum*, efectua uma transformação aos dados (os valores chegam ao SBC num valor numérico que representa milivolts, e têm de ser convertidos para valores reais e com significado), efectua uma aferição dos dados para que não sejam armazenados valores descabidos e por fim, os dados são inseridos na BD.

Na Figura 9 é possível visualizar a aquisição de um pacote DAT. São mostrados os caracteres hexadecimais que o compõem e é calculado o *checksum* por parte do SBC que confirma comparando com o último byte do pacote que este é válido. Após apresentar o pacote de uma forma mais legível, com os valores dos sensores e da bateria em ADC, estes valores, depois de convertidos, são inseridos na BD bem como é actualizado o campo da última

leitura realizada pelo sensor. Por fim, é actualizado o valor da bateria e da última leitura realizada pelo Nodo.



```
10.6.60.188 - PuTTY
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:25] A receber Pacote DAT
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:25] Pacote DAT em Hexadecimal: 0x44 0x41 0x54 0x49 0x4
4 0x00 0x0C 0x0D 0x1B 0x54 0x45 0x4D 0x31 0x00 0xC8 0x43 0x4F 0x32 0x31 0x23 0xD
A 0x48 0x55 0x4D 0x31 0x02 0x1C 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x6A
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:25] Checksum calculado: 0x6A
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:25] Pacote - DAT ID 12 BATE 3355 TEM1 200 CO21
9178 HUM1 540 0 0x6A
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:25] [SQL] - INSERT INTO regist (gasvalue, datetimestamp,
syncsbc, idsensor) VALUES (20.0, (SELECT current_timestamp), 'f', ( SELECT sens
or.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND seria
lnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='TEM1' ) )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:26] [SQL] - UPDATE sensor SET lastread=(SELECT current
_timestamp) WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype W
HERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idg
astype AND gastype.gasacronym='TEM1' )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:27] [SQL] - INSERT INTO regist (gasvalue, datetimestamp,
syncsbc, idsensor) VALUES (917.8, (SELECT current_timestamp), 'f', ( SELECT sens
or.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND seri
alnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='CO21' )
)
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:27] [SQL] - UPDATE sensor SET lastread=(SELECT current
_timestamp) WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype W
HERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idg
astype AND gastype.gasacronym='CO21' )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:27] [SQL] - INSERT INTO regist (gasvalue, datetimestamp,
syncsbc, idsensor) VALUES (54.0, (SELECT current_timestamp), 'f', ( SELECT sens
or.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND seria
lnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='HUM1' ) )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:28] [SQL] - UPDATE sensor SET lastread=(SELECT current
_timestamp) WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype W
HERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idg
astype AND gastype.gasacronym='HUM1' )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:28] [SQL] - UPDATE node SET batterystate=100, lastread
=(SELECT current_timestamp), syncsbc='f' WHERE serialnum=12
```

Figura 9 – Log do programa *airnode* – Aquisição de Pacote de Dados

3.1.1.2 Sub-Módulo Configuração de Periodicidades

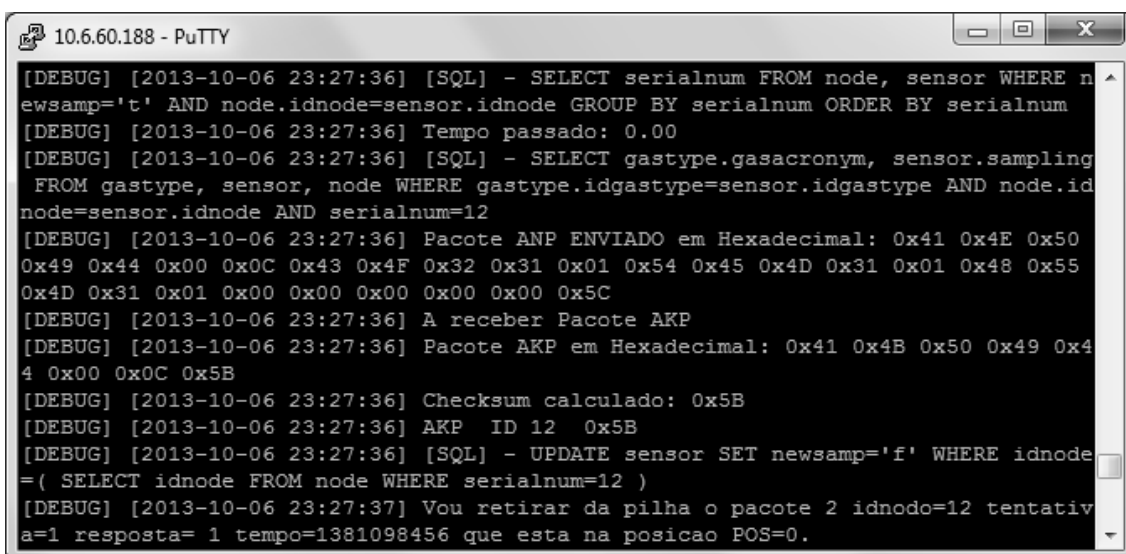
O sub-módulo “Configuração de Periodicidades” efectua a troca de mensagens necessárias para que as periodicidades com que os sensores devem enviar dados sejam configuradas.

Existem dois cenários que podem ocorrer. Ou o programa detecta que existe uma periodicidade nova na BD e por isso constrói um pacote com a informação das periodicidades de um Nodo (pacote do tipo “ANP”) e envia-o (como é o caso apresentado na Figura 10). Ou, após receber um pacote do Nodo Coordenador, o *SBC*, efectua o cálculo do *checksum* e verifica se o

pacote é válido e em caso afirmativo processa o pacote de acordo com os diferentes tipos definidos no protocolo da secção 2.4.1.1. Se for um pedido de periodicidades para um Nodo (pacote do tipo “RQP”), o *SBC* vai verificar as periodicidades desse Nodo na BD, constrói um pacote com as periodicidades dos sensores desse Nodo (pacote do tipo “ANP”) e envia-o para o Nodo Coordenador.

Para qualquer um dos cenários anteriores, como resposta, o *SBC* pode receber um pacote a informar que as configurações foram recepcionadas correctamente e sem problemas por parte do Nodo (tipo de pacote “AKP”) e o *SBC* actualiza a *flag* na BD a indicar que a configuração não é nova (campo “newsamp” da tabela “sensor”). Por outro lado, se ocorrer algum erro, caso o Nodo Coordenador não conheça o Nodo ao qual se destina o pacote, pode responder ao *SBC* com um pacote de erro (do tipo “ECC”) ou, caso o Nodo de destino não reconheça um dos sensores que se está a tentar configurar ou identifique que a mensagem é inválida, pode responder com outro pacote de erro (do tipo “ENC”).

Na Figura 10 é possível visualizar uma configuração de periodicidades por o *SBC* ter detectado que existia uma nova. É efectuada uma consulta à BD para verificar a existência de novas periodicidades. Ao identificar que há novas periodicidades para o Nodo com o número de série 12, o *SBC* procura todas as periodicidades para os sensores desse Nodo na BD e constrói um pacote ANP em caracteres hexadecimais que envia para o Nodo Coordenador. De seguida, é efectuada a aquisição do pacote AKP. São mostrados os caracteres hexadecimais que o compõem e é calculado o *checksum* por parte do *SBC* que confirma comparando com o último byte do pacote que este é válido. Depois, é actualizado na BD para falso a *flag* que indica se existem novas periodicidades para o Nodo em questão. Por fim, o pacote ANP é retirado de uma lista de pacotes a enviar para se tentar o envio até 3 vezes em caso de falha.



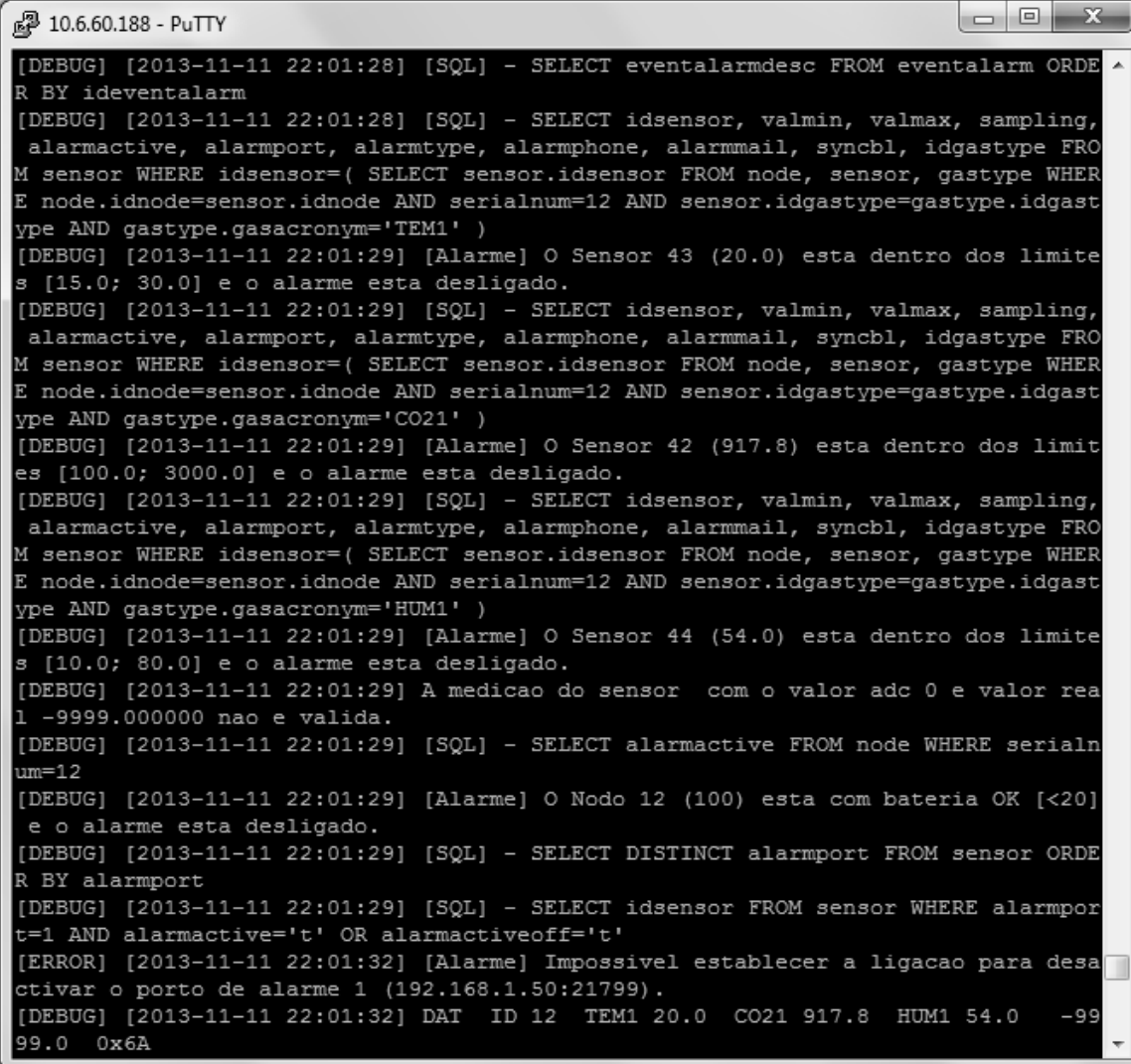
```
10.6.60.188 - PuTTY
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] [SQL] - SELECT serialnum FROM node, sensor WHERE n
ewsamp='t' AND node.idnode=sensor.idnode GROUP BY serialnum ORDER BY serialnum
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] Tempo passado: 0.00
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] [SQL] - SELECT gastype.gasacronym, sensor.sampling
FROM gastype, sensor, node WHERE gastype.idgastype=sensor.idgastype AND node.id
node=sensor.idnode AND serialnum=12
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] Pacote ANP ENVIADO em Hexadecimal: 0x41 0x4E 0x50
0x49 0x44 0x00 0x0C 0x43 0x4F 0x32 0x31 0x01 0x54 0x45 0x4D 0x31 0x01 0x48 0x55
0x4D 0x31 0x01 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x5C
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] A receber Pacote AKP
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] Pacote AKP em Hexadecimal: 0x41 0x4B 0x50 0x49 0x4
4 0x00 0x0C 0x5B
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] Checksum calculado: 0x5B
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] AKP ID 12 0x5B
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:36] [SQL] - UPDATE sensor SET newsamp='f' WHERE idnode
=( SELECT idnode FROM node WHERE serialnum=12 )
[DEBUG] [2013-10-06 23:27:37] Vou retirar da pilha o pacote 2 idnodo=12 tentativ
a=1 resposta= 1 tempo=1381098456 que esta na posicao POS=0.
```

Figura 10 – Log do programa *airnode* – Configuração de Periodicidades

3.1.2 Módulo de Actuação de Alarmes

O módulo de Actuação de Alarmes funciona no programa principal *airnode* e, essencialmente após a aquisição de um pacote de dados, verifica a existência ou não de uma situação de alarme para um dos contaminantes ou para o valor de bateria dos Nodos.

Na Figura 11 é possível visualizar o módulo de Actuação de Alarmes em acção. O *SBC* verifica se os valores dos sensores estão entre os limites e o estado da bateria do Nodo.



```
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:28] [SQL] - SELECT eventalarmdesc FROM eventalarm ORDER BY ideventalarm
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:28] [SQL] - SELECT idsensor, valmin, valmax, sampling, alarmactive, alarmport, alarmtype, alarmphone, alarmmail, syncbl, idgastype FROM M sensor WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='TEM1' )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [Alarme] O Sensor 43 (20.0) esta dentro dos limites [15.0; 30.0] e o alarme esta desligado.
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [SQL] - SELECT idsensor, valmin, valmax, sampling, alarmactive, alarmport, alarmtype, alarmphone, alarmmail, syncbl, idgastype FROM M sensor WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='CO21' )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [Alarme] O Sensor 42 (917.8) esta dentro dos limites [100.0; 3000.0] e o alarme esta desligado.
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [SQL] - SELECT idsensor, valmin, valmax, sampling, alarmactive, alarmport, alarmtype, alarmphone, alarmmail, syncbl, idgastype FROM M sensor WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=12 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='HUM1' )
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [Alarme] O Sensor 44 (54.0) esta dentro dos limites [10.0; 80.0] e o alarme esta desligado.
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] A medicao do sensor com o valor adc 0 e valor real -9999.000000 nao e valida.
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [SQL] - SELECT alarmactive FROM node WHERE serialnum=12
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [Alarme] O Nodo 12 (100) esta com bateria OK [<20] e o alarme esta desligado.
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [SQL] - SELECT DISTINCT alarmport FROM sensor ORDER BY alarmport
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:29] [SQL] - SELECT idsensor FROM sensor WHERE alarmport=1 AND alarmactive='t' OR alarmactiveoff='t'
[ERROR] [2013-11-11 22:01:32] [Alarme] Impossivel estabelecer a ligacao para desactivar o porto de alarme 1 (192.168.1.50:21799).
[DEBUG] [2013-11-11 22:01:32] DAT ID 12 TEM1 20.0 CO21 917.8 HUM1 54.0 -9999.0 0x6A
```

Figura 11 – Log do programa *airnode* – Módulo de Alarmes

Periodicamente o programa também detecta situações em que os sensores e os Nodos estejam *offline* ou voltem ao estado *online*. Qualquer que seja a situação, é seguido o esquema apresentado na Figura 12.

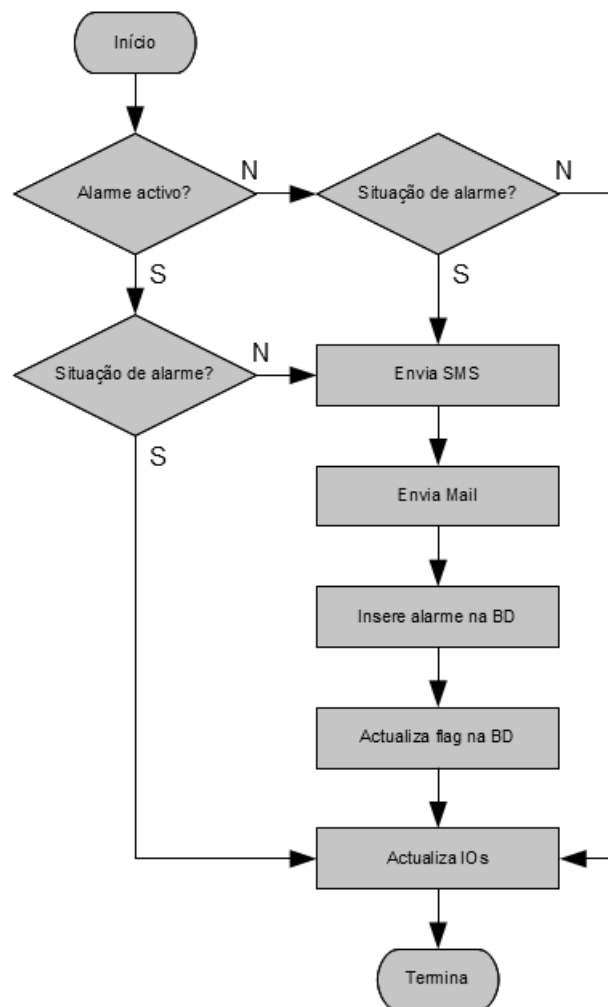


Figura 12 – Fluxograma do módulo de Actuação de Alarmes

Os diferentes tipos de alarme que podem ocorrer são:

- Sensor ficou *offline*
- Sensor ficou *online*
- Sensor ultrapassou limite máximo
- Sensor abaixo do limite mínimo
- Sensor voltou ao estado normal
- Nodo ficou *offline*
- Nodo ficou *online*
- Bateria fraca
- Bateria OK

No caso de existir uma alteração de um estado de alarme, o *SBC* procede à actuação dos alarmes. Independentemente de qual foi a alteração

do estado de alarme, o evento é sempre registado na BD na tabela “Alarm”. De seguida são enviadas via *SMS* e/ou *e-mail* as notificações dos alarmes e por fim é efectuada a activação/desactivação de *IOs*.

3.1.2.1 SMSs e e-mails de Alarme

Conforme o campo *alarmType* da tabela *Sensor*, o *SBC* vai proceder a notificações sobre o alarme.

Na Figura 13 é possível visualizar o módulo de Actuação de Alarmes em acção a enviar notificações por *e-mail* e *SMS*. O *SBC* consulta na BD os dados relacionados com o sensor que despoleta o alarme. De seguida, envia as notificações, primeiro por *e-mail* e depois por *SMS*, insere uma nova entrada na tabela “Alarm” e, por fim, actualiza a *flag* de alarme activo para o sensor.

```

10.6.60.188 - PuTTY
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:22] [SQL] - SELECT idsensor, valmin, valmax, sampling, alarmactive, alarmport, alarmtype, alarmphone, alarmmail, syncbl, idgastype FROM sensor WHERE idsensor=( SELECT sensor.idsensor FROM node, sensor, gastype WHERE node.idnode=sensor.idnode AND serialnum=13 AND sensor.idgastype=gastype.idgastype AND gastype.gasacronym='TEM1' )
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:26] [Alarme] Mail de [redacted]@gmail.com para [redacted]@ipn.pt
-> Assunto: AirMonitor - Alarme activado
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:26] [Alarme TEMP] Mail para [redacted]@ipn.pt de [redacted]@gmail.com
-> AirMonitor - Alarme activado
AirMonitor

Esta mensagem foi gerada automaticamente, por favor nao responda.

2013-09-01 18:41:22 - Sensor ultrapassou limite maximo

== Detalhes ==
Sensor: 47
Valor: 24.0
Minimo: 15.0
Maximo: 23.0

END
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:27] [Alarme] SMS para +351[redacted] -> AirMonitor - Alarme ligado - Sensor ultrapassou limite maximo - Sensor 47 - Valor: 24.0 (15.0;23.0)
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:27] [Alarme TEMP] SMS para +351[redacted] -> AirMonitor - Alarme ligado - Sensor ultrapassou limite maximo - Sensor 47 - Valor: 24.0 (15.0;23.0)
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:27] [SQL] - INSERT INTO alarm (datetimealarm, syncsbc, ideventalarm, idsensor) VALUES ( (select current_timestamp), 'f', 3, 47)
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:27] [SQL] - UPDATE sensor SET alarmactive='t' WHERE idsensor=47
[DEBUG] [2013-09-01 18:41:27] [Alarme] Liguei o Alarme na BD para o sensor 47.

```

Figura 13 – Módulo de Alarmes: envio de notificação por *e-mail* e *SMS*

Essas notificações podem ser através de *SMS* e/ou de *e-mail* conforme o valor *alarmType* seja:

- 0 – Nenhuma notificação
- 1 – Notificação por *SMS*

- 2 – Notificação por *e-mail*
- 3 – Notificação por *e-mail* e *SMS*

Na Figura 14 é possível visualizar uma notificação por *SMS*, em que um sensor de Temperatura ultrapassa o seu limite máximo, sendo que este é de 23°C e o valor lido que despoletou o alarme era de 24°C.

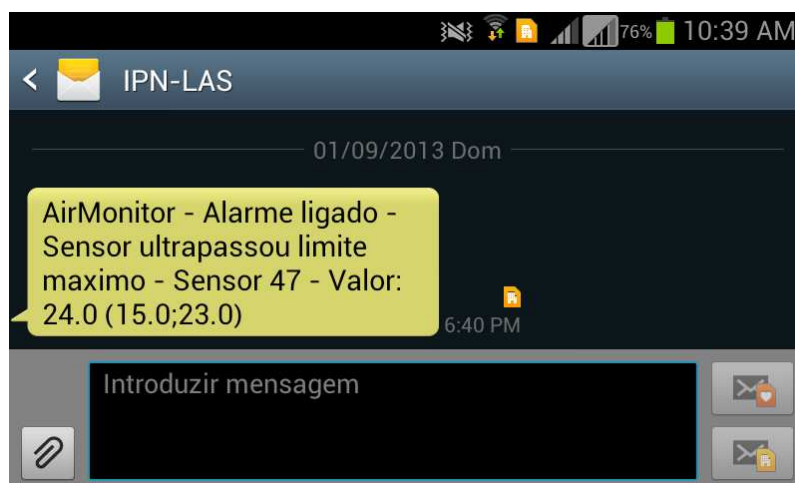


Figura 14 – Módulo de Alarmes: notificação recebida por *SMS* no telemóvel

No caso da Figura 15 é possível visualizar uma notificação por *e-mail*, em que um sensor de Humidade regista o valor 37%, regressando ao intervalo dos seus limites entre 10% e 80%.

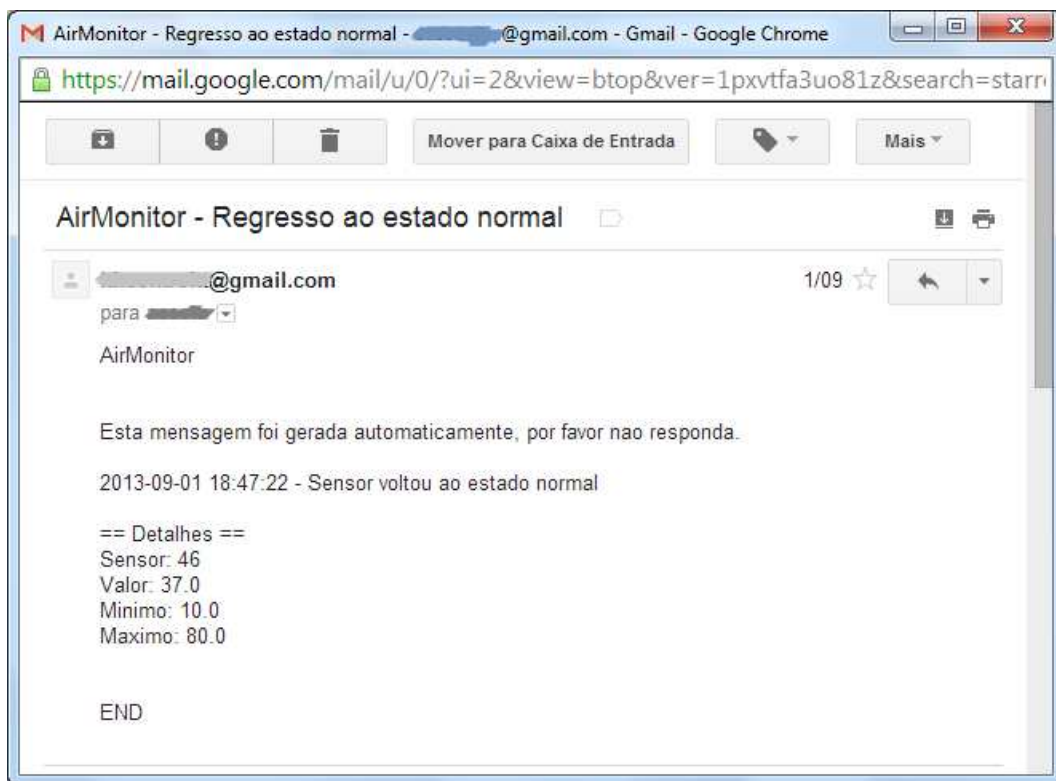


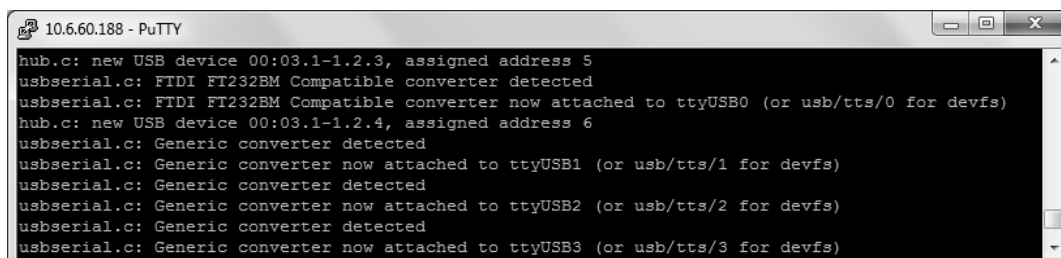
Figura 15 – Módulo de Alarmes: notificação recebida por e-mail

De forma ao *SBC* poder enviar notificações por *SMS*, foi necessário recorrer a uma *pen 3G*, com cartão *SIM*. A *pen* utilizada foi uma *Vodafone Huawei k3765* que precisou de ser configurada para funcionar com o *SBC* e também permite que este estabeleça ligação à *Internet* via rede *3G*.



Figura 16 – Pen Vodafone Huawei k3765 usada no projecto AirMonitor

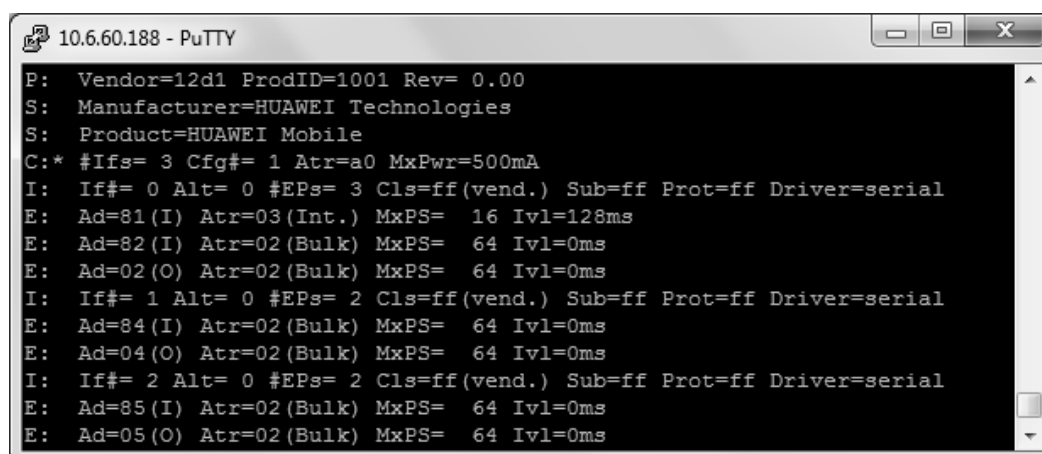
Para comunicar com a *pen* 3G, foi utilizada uma linguagem constituída por comandos padrão e de configuração para *modems* designada comandos *Hayes* (ou mais conhecida por comandos *AT*) [9]. Antes de utilizar a *pen* no *SBC*, foi necessário utilizar esses comandos para proceder à desactivação de alguns componentes *USB* da mesma.



```
10.6.60.188 - PuTTY
hub.c: new USB device 00:03.1-1.2.3, assigned address 5
usbserial.c: FTDI FT232BM Compatible converter detected
usbserial.c: FTDI FT232BM Compatible converter now attached to ttyUSB0 (or usb/tts/0 for devfs)
hub.c: new USB device 00:03.1-1.2.4, assigned address 6
usbserial.c: Generic converter detected
usbserial.c: Generic converter now attached to ttyUSB1 (or usb/tts/1 for devfs)
usbserial.c: Generic converter detected
usbserial.c: Generic converter now attached to ttyUSB2 (or usb/tts/2 for devfs)
usbserial.c: Generic converter detected
usbserial.c: Generic converter now attached to ttyUSB3 (or usb/tts/3 for devfs)
```

Figura 17 – Detectado no *SBC* o *Nodo Coordenador* e a *pen* 3G

Ao ligar a *pen* ao *SBC* são-lhe atribuídas três *interfaces*. Como é possível verificar na Figura 17, no *SBC* já estava ligado o *Nodo Coordenador* ocupando a *interface* "usb/tts/0", para a *pen* 3G ficam atribuídas as *interfaces* "usb/tts/1", "usb/tts/2" e "usb/tts/3". É por esta última que devem ser enviadas as notificações por *SMS*. Por seu lado, para estabelecer ligação à rede 3G, deve ser usada a *interface* "usb/tts/1".



```
10.6.60.188 - PuTTY
P: Vendor=12d1 ProdID=1001 Rev= 0.00
S: Manufacturer=HUAWEI Technologies
S: Product=HUAWEI Mobile
C:* #Ifs= 3 Cfg#= 1 Atr=a0 MxPwr=500mA
I: If#= 0 Alt= 0 #EPs= 3 Cls=ff(vend.) Sub=ff Prot=ff Driver=serial
E: Ad=81(I) Atr=03(Int.) MxPS= 16 Iv1=128ms
E: Ad=82(I) Atr=02(Bulk) MxPS= 64 Iv1=0ms
E: Ad=02(O) Atr=02(Bulk) MxPS= 64 Iv1=0ms
I: If#= 1 Alt= 0 #EPs= 2 Cls=ff(vend.) Sub=ff Prot=ff Driver=serial
E: Ad=84(I) Atr=02(Bulk) MxPS= 64 Iv1=0ms
E: Ad=04(O) Atr=02(Bulk) MxPS= 64 Iv1=0ms
I: If#= 2 Alt= 0 #EPs= 2 Cls=ff(vend.) Sub=ff Prot=ff Driver=serial
E: Ad=85(I) Atr=02(Bulk) MxPS= 64 Iv1=0ms
E: Ad=05(O) Atr=02(Bulk) MxPS= 64 Iv1=0ms
```

Figura 18 – Ficheiro com indicação do fabricante e modelo da *pen* 3G

De forma à *pen* 3G ser correctamente controlada pelo *SBC*, é necessário efectuar neste uma configuração com base numa identificação do vendedor e do produto em utilização. Esta informação pode ser consultada no

ficheiro `"/proc/bus/usb/devices"` do *SBC* quando a *pen 3G* se encontra ligada a ele (ver Figura 18) e deverá ser colocada no ficheiro `"/etc/modules.d/60-usb-serial"` (ver Figura 19).

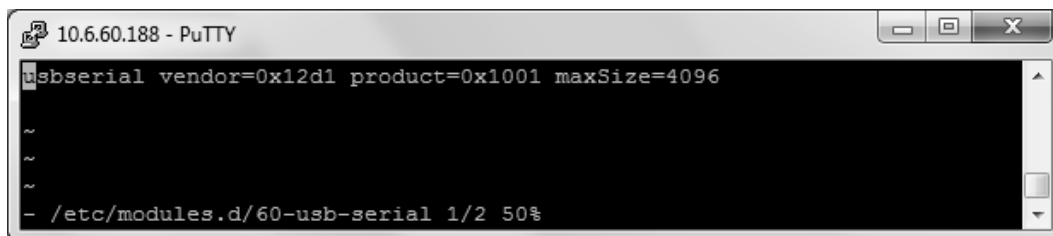


Figura 19 – Configuração dos dados da *pen 3G* a ser usada

3.1.2.2 Actuação *IOs*

Para efectuar a ligação a equipamentos de ventilação e ar condicionados é utilizada um módulo de *IOs*, um *SBC68EC* com saídas a relé e uma placa de *IOs* da *Modtronix IOR5E*, com a qual se comunica através de *sockets*.

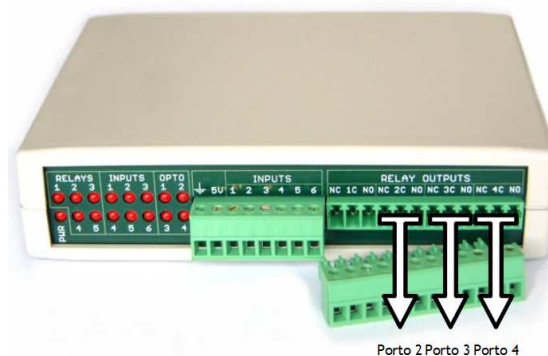


Figura 20 – Parte da frente dos *IOs*

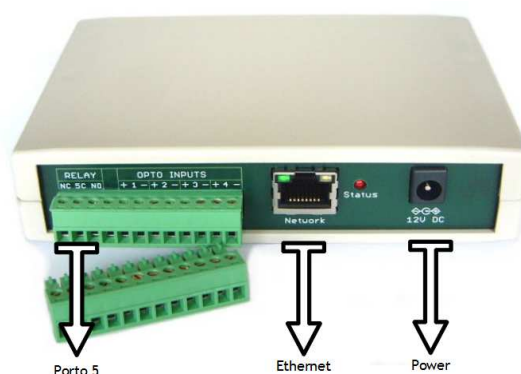


Figura 21 – Parte de trás dos IOs

Integrado no módulo de alarmes, foi desenvolvido do lado do *SBC*, o protocolo de comunicação com o módulo de *IOs* (apêndice D do documento anexo confidencial J – “D4-3 Construção do protótipo do sistema de controlo da qualidade do ar”). Pelo contrário, o desenvolvimento do *firmware* para este módulo de *IOs* não foi realizado no âmbito deste trabalho.

```
10.6.60.188 - PuTTY
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:29] [SQL] - SELECT alarmactive FROM node WHERE serialnum=7
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:29] [Alarme] O Nodo 7 (100) esta com bateria OK [<20] e o alarme esta desligado.
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:29] [SQL] - SELECT DISTINCT alarmport FROM sensor ORDER BY alarmport
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [SQL] - SELECT idsensor FROM sensor WHERE alarmport=1 AND alarmactive='t'
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [Alarme] A activar o porto de alarme 1.
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [SQL] - SELECT idsensor FROM sensor WHERE alarmport=2 AND alarmactive='t'
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [Alarme] A desactivar o porto de alarme 2.
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [SQL] - SELECT idsensor FROM sensor WHERE alarmport=3 AND alarmactive='t'
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [Alarme] A desactivar o porto de alarme 3.
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [SQL] - SELECT idsensor FROM sensor WHERE alarmport=4 AND alarmactive='t'
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [Alarme] A desactivar o porto de alarme 4.
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [SQL] - SELECT idsensor FROM sensor WHERE alarmport=5 AND alarmactive='t'
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] [Alarme] A activar o porto de alarme 5.
[DEBUG] [2012-06-04 23:55:30] DAT ID 7 HUM1 45.1 CO21 324.6 TEM1 26.0 -9999.0 0x74
```

Figura 22 – Módulo de Alarmes: actuação de *IOs* em funcionamento

O *SBC* verifica as portas dos *IOs* na BD e procede à activação ou desactivação das portas respectivas no módulo de *IOs*, o que corresponde ao controlo dos *LEDs* (sinais visuais) e dos equipamentos de ventilação e ar condicionados (saídas a relé).



Figura 23 – SBC e módulo de IOs em testes na Quantific

3.1.3 Módulo de Sincronização

O módulo de sincronização funciona num programa próprio chamado *airsync* e que se encontra configurado para ser executado de 5 em 5 minutos estando agendado através do *crontab*. Este módulo efectua a troca de informação entre a BD do SBC e a BD partilhada do servidor, efectuando a sincronização de 8 tabelas, as existentes na Figura 7. À excepção de uma tabela, em que a troca de informação é efectuada nos dois sentidos (do SBC para o servidor e do servidor para o SBC), todas as outras sincronizam os seus dados em apenas num sentido.

```
10.6.60.188 - PuTTY
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:01] AirSync versao 25-10-2011 14:15
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:01] INICIO PROCESSO SINCRONIZACAO
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] Programa em execucao com PID: 5412
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] As configuracoes principais do programa foram carregadas.
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] INICIO SINCRONIZACAO SBC -> Servidor [Regist]
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [SQL] local - SELECT idregist, gasvalue, datetimer
eg, syncsbc, idsensor FROM regist ORDER BY datetimer
eg LIMIT 50
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [INFO] 50 Registos para sincronizar.
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [SQL] remota - SELECT idregist, gasvalue, datetime
reg, syncsbc, idsensor FROM regist WHERE gasvalue='22.0' AND datetimer
eg='2013-10-12 23:01:09.601501' AND idsensor =43
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [SQL] remota - INSERT INTO regist (gasvalue, datet
imereg, syncsbc, idsensor) VALUES (22.0, '2013-10-12 23:01:09.601501', 'f', 43)
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [SQL] remota - SELECT idregist, gasvalue, datetime
reg, syncsbc, idsensor FROM regist WHERE gasvalue='22.0' AND datetimer
eg='2013-10-12 23:01:09.601501' AND idsensor=43
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [INFO] O registo 858662 encontra-se no servidor.
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:02] [SQL] local - DELETE FROM regist WHERE idregist=85
8662
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:03] [INFO] O registo 858662 foi apagado localmente.
[DEBUG] [2013-10-12 23:30:03] [SQL] remota - SELECT idregist, gasvalue, datetime
reg, syncsbc, idsensor FROM regist WHERE gasvalue='815.1' AND datetimer
eg='2013-10-12 23:01:10.230203' AND idsensor =42
```

Figura 24 – Log do programa *airsync* – Módulo de Sincronização

As tabelas sincronizadas da BD partilhada para a BD do *SBC* são:

- “CalibGas”
- “EventAlarm”
- “GasType”
- “Node”
- “Sensor”
- “Task”

As tabelas sincronizadas da BD do *SBC* para a BD partilhada são:

- “Regist”
- “Alarm”
- “Node” (apenas os campos “batteryState” e “status”)

A ordem de sincronização das tabelas pode ser observada na Figura 25.

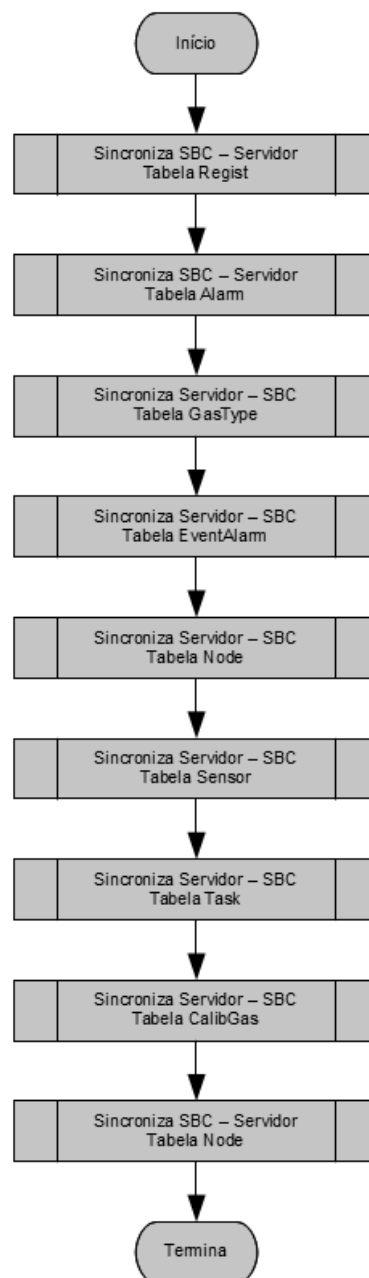


Figura 25 – Fluxograma do módulo de Sincronização

Devido aos diferentes objectivos das tabelas, as mesmas têm de ser sincronizadas de diferentes formas.

De um modo geral, as tabelas que são sincronizadas da BD partilhada para a BD do *SBC* seguem o esquema apresentado na Figura 26 em que após a sincronização é actualizada a respectiva *flag* de sincronização (campo “syncBL”) na tabela que foi sincronizada. As tabelas “CalibGas”, “Node”, “Sensor” e “Task” seguem este esquema e actualizam assim os dados que dizem respeito ao *SBC* em questão.

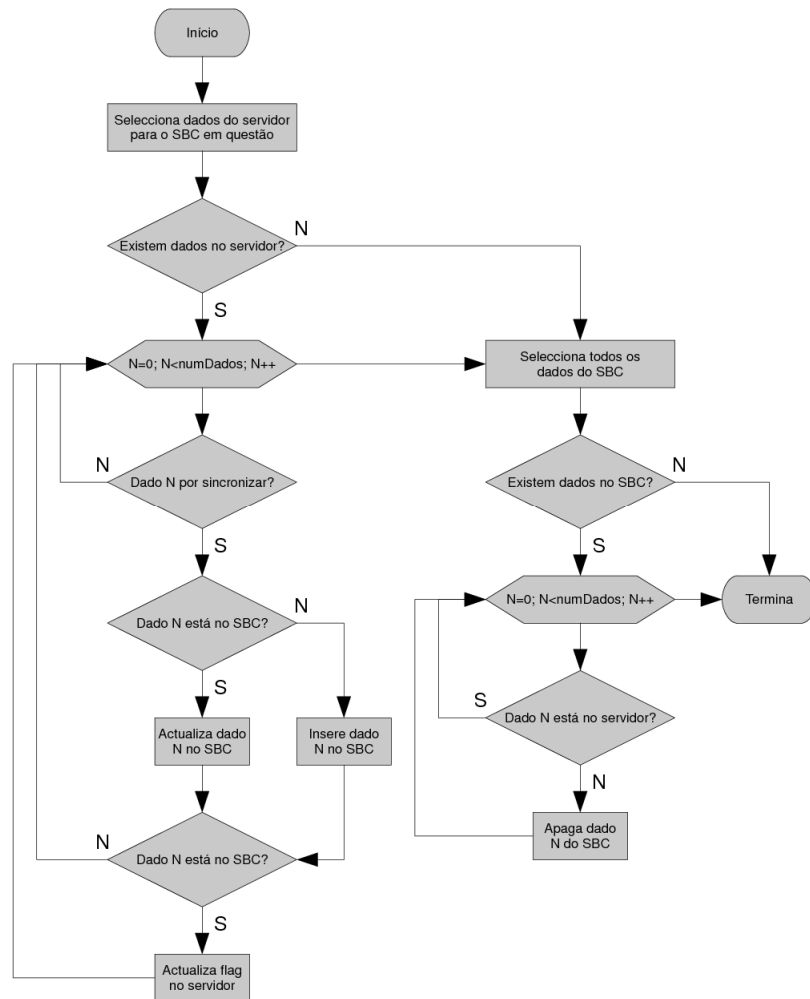


Figura 26 – Fluxograma da sincronização genérica das tabelas da BD partilhada para a do SBC

No entanto, as tabelas “EventAlarm” e “GasType” fogem a esta regra e seguem o esquema apresentado na Figura 27 em que, o SBC verifica se estas tabelas têm dados. Se tiver, procede a uma sincronização normal, se não tiver vai buscar todos os dados que se encontrarem nestas tabelas na BD partilhada, independentemente dos valores das *flags* de sincronização.

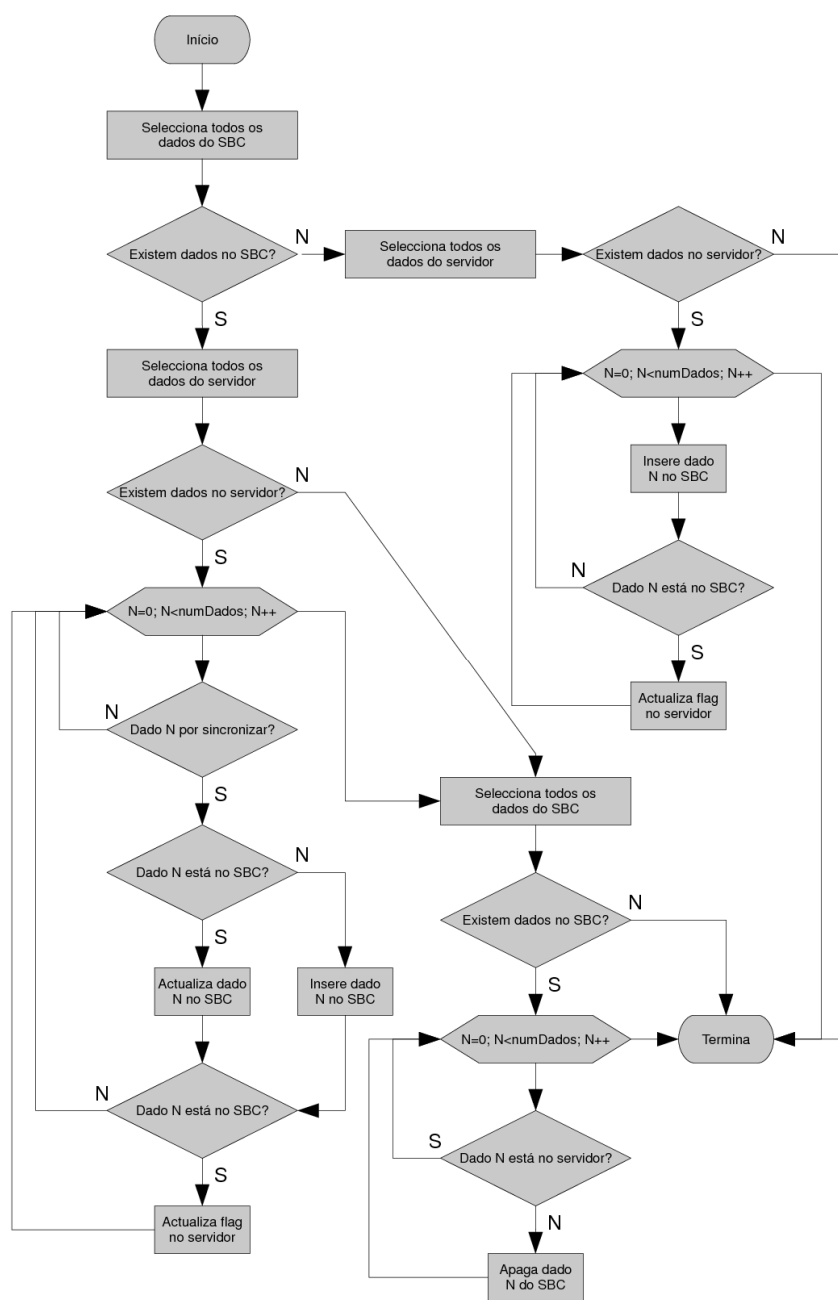


Figura 27 – Fluxograma da sincronização das tabelas “EventAlarm” e “GasType” da BD partilhada para a do SBC

A tabela “Regist” é sincronizada seguindo o esquema apresentado na Figura 28. Como esta tabela terá sempre um grande número de dados a sincronizar, e de forma ao processamento não ser tão elevado, são sincronizados apenas 50 registos de cada vez que o programa corre. Após a sincronização da BD do SBC para a BD partilhada de um registo, o mesmo é eliminado do SBC.

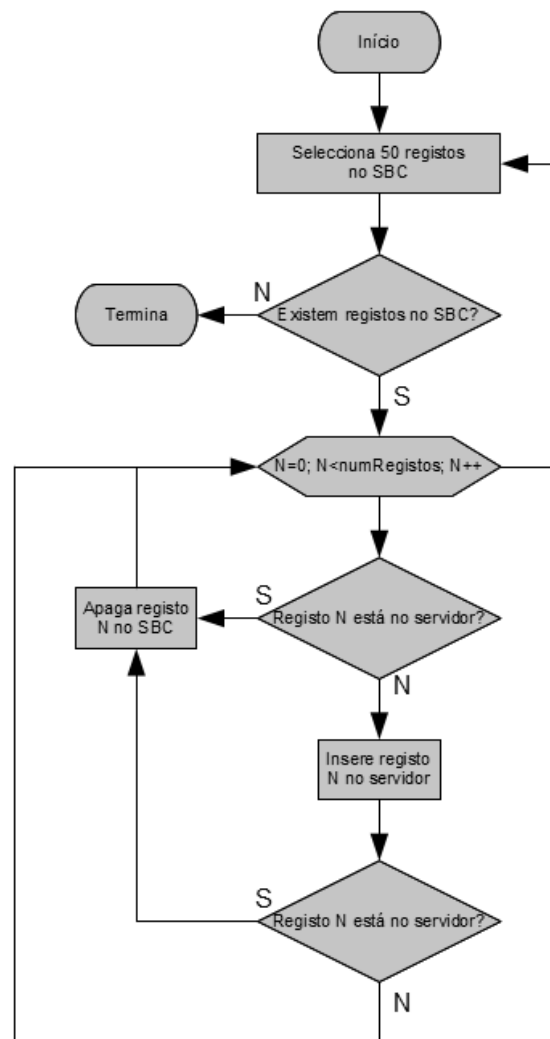


Figura 28 – Fluxograma da sincronização da tabela “Regist” da BD do SBC para a partilhada

A tabela “Alarm” é sincronizada seguindo o esquema apresentado na Figura 29. A sua sincronização é muito semelhante à da tabela “Regist”, em que os registos também são eliminados do SBC após a sua sincronização, no entanto para esta tabela todos os registos são sincronizados.

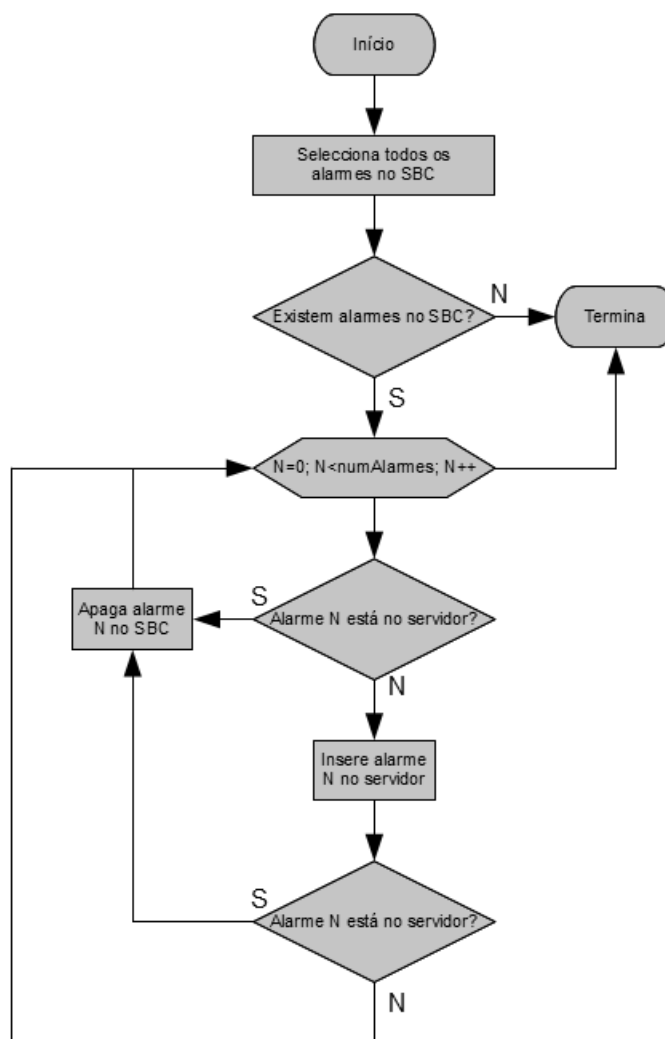


Figura 29 – Fluxograma da sincronização da tabela “Alarm” da BD do SBC para a partilhada

Relativamente à tabela “Node”, para além da sincronização geral anteriormente descrita, é efectuada uma sincronização específica para os campos “batteryState” e “status” no sentido BD do SBC para a BD partilhada, seguindo o esquema apresentado na Figura 30. De certa forma, esta sincronização acaba por ser muito semelhante à anteriormente descrita para esta tabela, pois após estes campos serem sincronizados é actualizada a respectiva *flag* de sincronização (campo “syncSBC”) na tabela “Node”.

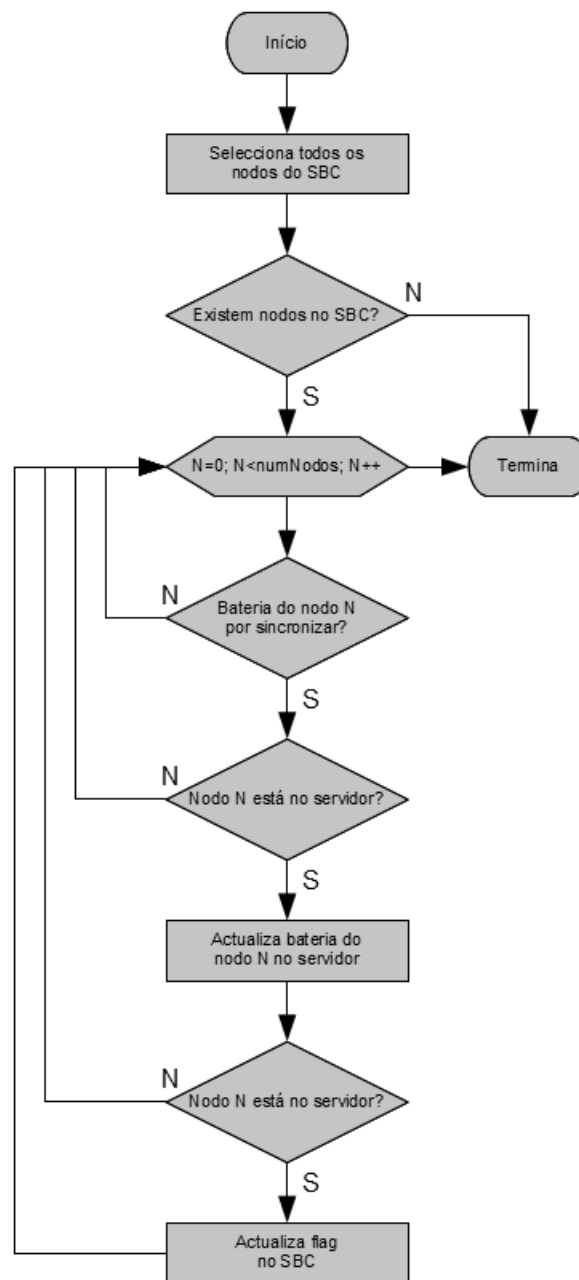


Figura 30 – Fluxograma da sincronização da tabela “Node” da BD do SBC para a partilhada

3.1.4 Customização do SBC

De forma a preparar um *firmware* para o AirMonitor ([5], [6], [8]) recorreu-se ao *OpenWRT Buildroot* e desta forma foram utilizados os ficheiros do código fonte do *OpenWRT* existentes no seu repositório **Apache Subversion** (SVN) [7] de forma a ser possível efectuar a compilação cruzada (isto é, compilar código para ser executado numa plataforma diferente daquela em que o

compilador está a ser executado). Depois de se fazer o *download* destes ficheiros é necessário personalizar a configuração do *OpenWRT* para posteriormente se poder gerar o *firmware* customizado. Como se pretendia um *firmware* com o AirMonitor já instalado, o código fonte dos programas também teria de ser incluído. Os ficheiros são organizados por diversas pastas sendo que, é na pasta “package” que deve ser colocada a pasta “airmonitor” com o código fonte dos programas do AirMonitor (*airnode* e *airsync*). Nesta pasta “package” existem também as pastas “base-files/files” onde estão localizados os ficheiros base que serão utilizados no SO do *SBC*.

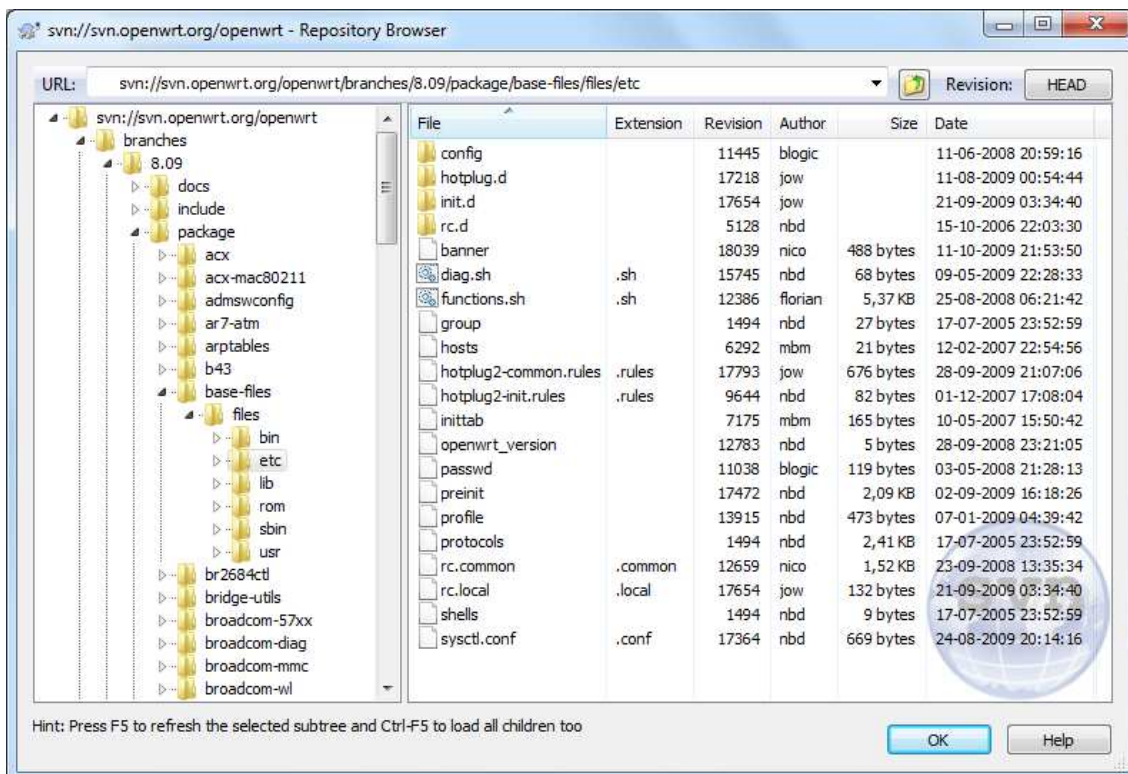


Figura 31 – Estrutura do repositório SVN do *OpenWRT*

Destes ficheiros base foram alterados os seguintes:

- **/etc/passwd** – Foi colocada uma *password* em *md5* para o utilizador “root” para permitir que este se ligue por *SSH* ao *SBC*.
- **/etc/banner** – Foi personalizada a mensagem que é mostrada quando um utilizador se liga por *SSH* ao *SBC* (a mensagem identifica o LAS e o projecto AirMonitor).

- **/etc/profile** – Foi editada a variável de ambiente “PATH” de forma a incluir caminhos para localizações de programas instalados na *pen* de dados.

Para além das alterações efectuadas a estes ficheiros, foi também criado um *script* para ser executado na primeira vez que o *SBC* reinicia após receber o novo *firmware* e depois de ser executado o ficheiro é apagado. Este *script* cria o utilizador da BD, cria pastas e copia vários ficheiros, localizados na pasta “home/airmonitor/usedfiles” para as pastas onde devem estar no *SBC* e configura-os de forma a permitir o seu correcto funcionamento e executa alguns comandos para que o *SBC* fique operacional.

Os principais ficheiros personalizados (já com o seu caminho definitivo) foram os seguintes:

- **/etc/modules.d/60-usb-serial** – Contém informação relativa ao fabricante e modelo da *pen 3G* a utilizar.
- **/etc/init.d/hardreboot** – *Script* de inicialização para a *pen 3G* reconfigurar-se através do *script* “/etc/gcom/GPRSreset.gcom” e para o *SBC* se reiniciar.
- **/etc/init.d/airnode** – *Script* de inicialização para controlar o programa *airnode*.
- **/etc/init.d/startdb** – *Script* de inicialização para controlar o SGBD local.
- **/etc/init.d/updateip** – *Script* de inicialização para efectuar a actualização dinâmica do **Domain Name System (DNS)** do *changeip*.
- **/etc/init.d/wan3gup** – *Script* de inicialização para controlar a ligação da *interface* de rede pela *pen 3G*.
- **/etc/init.d/guardarHoras** – *Script* que guarda a data e hora mais recente do *SBC* no ficheiro “/etc/ultimasHoras.txt”. Para mais informações, consultar a secção 3.2.2.2.
- **/etc/init.d/acertarHoras** – *Script* que efectua um mecanismo para acertar a data e hora do *SBC*. Para mais informações, consultar a secção 3.2.2.2.

- **/etc/config/system** – Permite indicar o nome do *SBC* e qual o fuso horário que o sistema deve utilizar.
- **/etc/config/network** – Permite ajustar as configurações de rede, nomeadamente no que diz respeito à ligação para a *pen 3G*.
- **/etc/monitrc** – Ficheiro de configuração e controlo do programa *monit*, onde são definidos quais os programas a ser monitorizados, como é o caso do *SGBD* e do *airnode*.
- **/etc/mutttrc** – Ficheiro de configuração adicional do programa *mutt*, usado para o envio de *e-mails* com anexos, como é o caso do *script* de envio de *logs*.
- **/etc/ssmtp.conf** – Ficheiro de configurações do programa *ssmtp*, para o envio de *e-mails* do programa *airnode*.
- **/etc/ultimasHoras.txt** – Ficheiro onde são guardadas informações relativas à última data e hora conhecidas pelo *SBC*. O formato da informação é “yyyy-mm-dd hh:mm:ss” e este ficheiro é actualizado pelo *script* “/etc/init.d/guardarHoras”.
- **/etc/ppp/ip-down.d/refrescaDHCP.sh** – *Script* para actualizar as configurações da rede.
- **/etc/ppp/ip-up.d/nameServerUp.sh** – *Script* para que seja efectuada a actualização dinâmica do *DNS* do *changeip* através do *script* “/etc/init.d/updateip”.
- **/etc/gcom/GPRSdrop.com** – *Script* para a *pen 3G* desligar qualquer ligação que esteja activa.
- **/etc/gcom/GPRSreset.gcom** – *Script* para a *pen 3G* reconfigurar-se.
- **/etc/crontabs/root** – Permite agendar tarefas que são executadas periodicamente, como é o caso do programa *airsync* e os *scripts* para o acerto de horas.
- **/etc/rc.local** – É automaticamente executado no final da inicialização do sistema e executa alguns comandos para terminar de preparar o *SBC* cada vez que o mesmo é inicializado (montar a *pen* de dados, prepara a *firewall*, lançar o *monit*, executar o *script* para acertar horas, entre outros).

Ao efectuar a configuração do *firmware* *OpenWRT* a ser usado no *SBC*, através do *OpenWRT Buildroot* (Figura 32), teve de se indicar quais os pacotes de programas que se pretendiam que estivessem incluídos, deixando seleccionados alguns que já estavam por omissão e seleccionando outros que eram necessários.

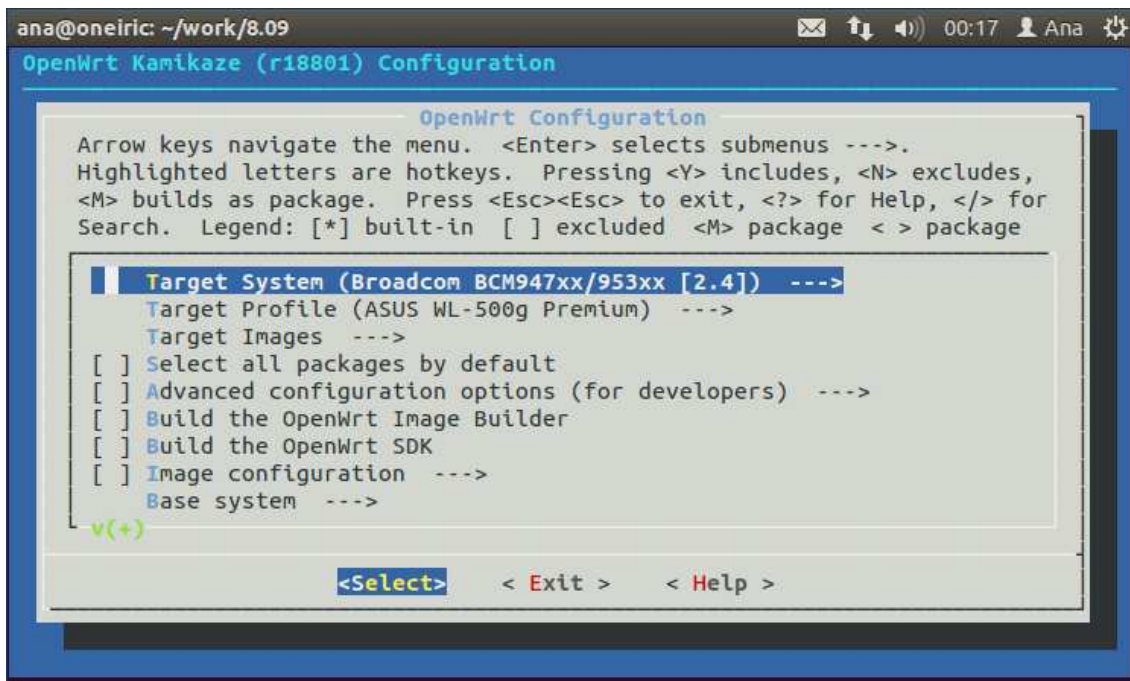


Figura 32 – Configuração do *firmware* no *OpenWRT Buildroot*

Para preparar um *firmware* para o AirMonitor a configuração utilizada foi a seguinte:

```

OpenWRT Configuration
├─ Target System
│  └─ Broadcom BCM947xx/953xx [2.4]
├─ Target Profile
│  └─ ASUS WL-500g Premium
├─ Base system
│  └─ busybox
│     └─ Configuration
│        └─ Login/Password Management Utilities
│           ├── addgroup
│           │   └─ Support for adding users to groups
│           ├── delgroup
│           │   └─ Support for removing users from groups.
│           ├── adduser
│           │   └─ Enables long options
│           ├── deluser
│           ├── passwd
│           │   └─ Check new passwords for weakness
│           ├── su
│           └─ Enable su to write to syslog

```

```

├──┬──┬──┬── Enable su to check user's shell to be listed in /etc/shells
│   │   │   └── sulogin
│   │   └── Miscellaneous Utilities
│   │       ├── chat
│   │       ├── crond
│   │       └── crontab
│   └── libpthread
├── Libraries
│   ├── database
│   │   └── libpq
│   ├── libblkid
│   ├── libncurses
│   ├── libopenssl
│   ├── libreadline
│   ├── libusb
│   └── zlib
├── Network
│   ├── Time Synchronization
│   │   └── ntpdate
│   ├── updatedd
│   │   └── updatedd-mod-changeip
├── Kernel modules
│   ├── Filesystems
│   │   └── kmod-fs-ext3
│   ├── Network Support
│   │   └── kmod-ppp
│   │       └── kmod-pppoe
│   ├── USB Support
│   │   ├── kmod-usb-core
│   │   │   ├── kmod-usb-serial
│   │   │   │   └── kmod-usb-serial-ftdi
│   │   │   └── kmod-usb-storage
│   │   └── kmod-usb2
├── Administration
│   └── monit
├── Utilities
│   ├── airmonitor
│   ├── database
│   │   └── pgsqclcli
│   ├── disc
│   │   └── swap-utils
│   └── comgt
├── Mail
│   └── ssmtp

```

Dos pacotes de programas que foram usados há que destacar o *updatedd* e o *monit*.

Com o intuito de actualizar dinamicamente o *DNS* do *SBC*, recorreu-se ao programa *updatedd*, associado ao fornecedor *ChangeIP* [10], de forma a poder aceder ao *SBC* caso este esteja ligado à *Internet* através de uma *pen 3G*. Quando a *interface* de rede *3G* é activada, o *script* “/etc/init.d/updateip” é executado e actualiza o *DNS*. Caso o sistema esteja a funcionar, com ligação através da *pen 3G* e o *DNS* correctamente definido, num local ao qual não podemos ter acesso físico, é possível aceder facilmente por *SSH* ao *DNS* que

está definido para o *SBC* em questão (por exemplo: “*lassbc1.airmonitor.changeip.org*”).

O *monit* foi utilizado para monitorizar alguns programas e algumas verificações através da *Internet*. É iniciado quando o *SBC* também inicia, ficando em execução e, por prevenção, encontra-se agendado no *crontab*. As suas configurações e definições de programas a monitorizar encontram-se no ficheiro “*/etc/monitrc*”. Dispõe de uma *interface Web* onde se pode verificar e controlar o estado dos processos que são monitorizados e se encontram em execução, e outras informações sobre o sistema.

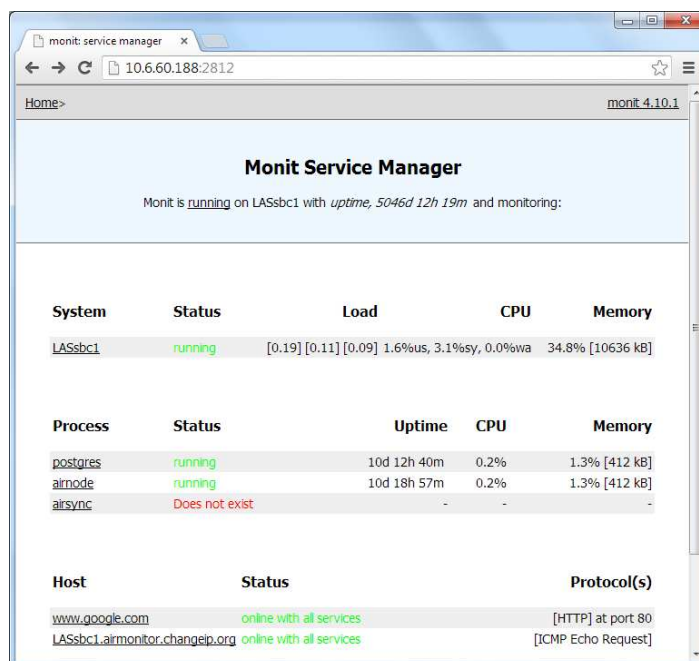
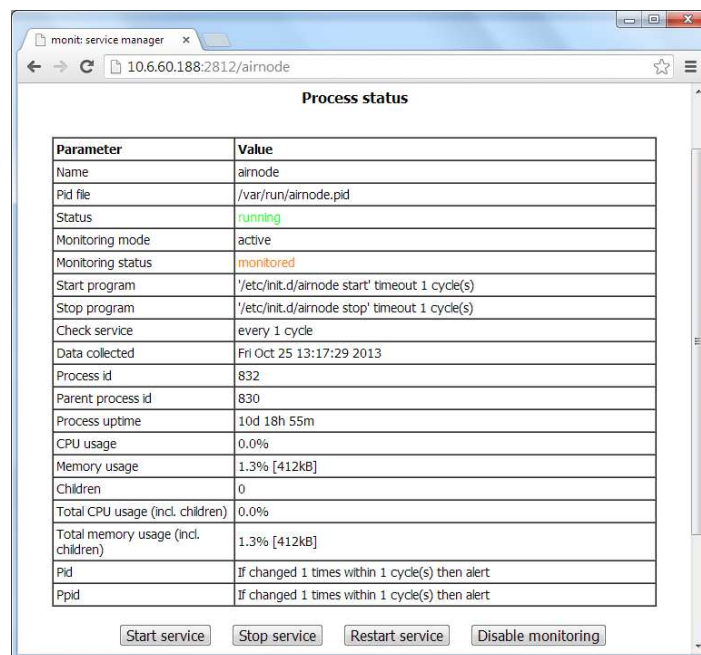


Figura 33 – Página principal da *interface Web* do *monit*

Para os programas SGBD e *airnode*, o *monit* tem que garantir que estes se encontram sempre em execução. No caso do *airsync*, há alturas que o programa não está em execução devido ao seu funcionamento ser efectuado em ciclos periódicos.



The screenshot shows a web browser window titled 'monit: service manager' with the address '10.6.60.188:2812/airnode'. The main content is a 'Process status' page for the 'airnode' service. It contains a table with various parameters and their values, and four control buttons at the bottom: 'Start service', 'Stop service', 'Restart service', and 'Disable monitoring'.

| Parameter | Value |
|-------------------------------------|---|
| Name | airnode |
| Pid file | /var/run/airnode.pid |
| Status | running |
| Monitoring mode | active |
| Monitoring status | monitored |
| Start program | /etc/init.d/airnode start' timeout 1 cycle(s) |
| Stop program | /etc/init.d/airnode stop' timeout 1 cycle(s) |
| Check service | every 1 cycle |
| Data collected | Fri Oct 25 13:17:29 2013 |
| Process id | 832 |
| Parent process id | 830 |
| Process uptime | 10d 18h 55m |
| CPU usage | 0.0% |
| Memory usage | 1.3% [412kB] |
| Children | 0 |
| Total CPU usage (incl. children) | 0.0% |
| Total memory usage (incl. children) | 1.3% [412kB] |
| Pid | If changed 1 times within 1 cycle(s) then alert |
| Ppid | If changed 1 times within 1 cycle(s) then alert |

Figura 34 – Página do *monit* de monitorização do *airnode*

Após efectuar a configuração do *firmware* com o *OpenWRT Buildroot*, é necessário proceder à compilação do mesmo, que será criado com o nome “openwrt-brcm-2.4-squashfs.trx” numa pasta chamada “bin/” e que poderá ser instalado no *SBC*. Caso se queira efectuar um *update* a um dos programas do AirMonitor, basta alterar o código fonte existente na pasta “package/airmonitor/”, compilar o *firmware* novamente (se a configuração já foi feita anteriormente não há necessidade de a fazer de novo) e utilizar o ficheiro “airmonitor_1_mipsel.ipk”, criado na pasta “bin/packages/mipsel/” para instalar facilmente o programa no sistema já em funcionamento.

De forma a instalar um novo *SBC*, para além da preparação do *firmware* customizado, também foi criado o conteúdo para a *pen* de dados, já com a instalação do servidor da BD e outros ficheiros que são necessários. Entre esses ficheiros, é de destacar os seguintes (em que “/opt/” é a localização da *pen*):

- **/opt/bin/moverLogs.sh** – *Script* que prepara os *logs* criados pelos programas do AirMonitor para serem enviados por *e-mail* movendo-os de uma pasta para outra.
- **/opt/bin/enviarLogs.sh** – *Script* que cria um ficheiro compactado com os últimos *logs* e que o envia por *e-mail*.

- **/opt/bin/apagarLogs.sh** – *Script* que apaga ficheiros de *logs* antigos (se o *script* não for alterado, que tenham mais de 14 dias) para que a *pen* de dados não fique sem espaço.
- **/opt/home/am/airmonitor.config** – Ficheiro de configurações utilizado pelos programas AirMonitor que lêem a informação no início das suas execuções.

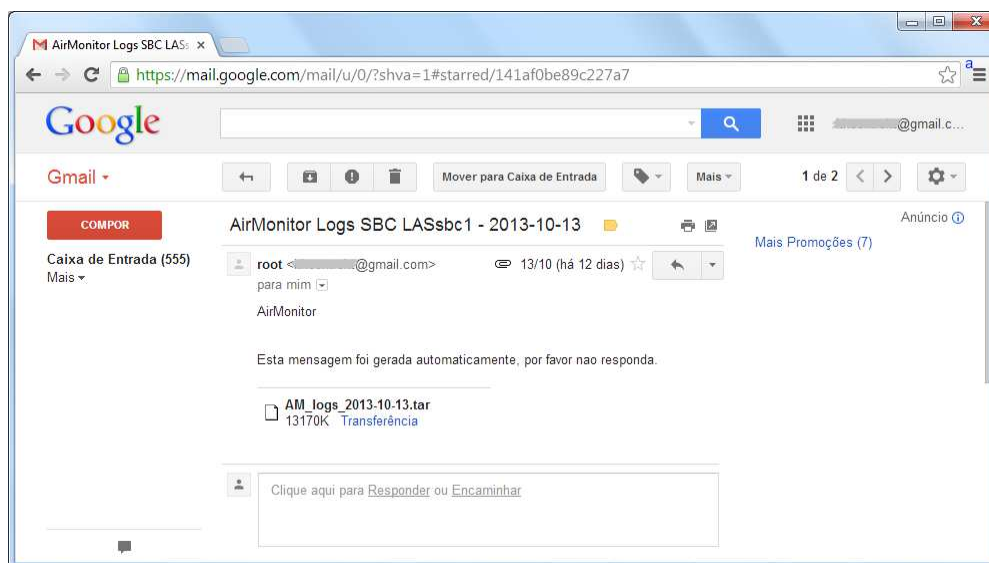


Figura 35 – E-mail de logs enviado automaticamente

O ficheiro de configurações “airmonitor.config” pode ser alterado posteriormente e contém a seguinte informação:

```
Número do router
Localização do Nodo Coordenador
Localização da Pen 3G para envio de SMS
IP do SBC dos I/Os
Porto do SBC dos I/Os
IP da Base de Dados local
Nome da Base de Dados local
Nome do utilizador da Base de Dados local
Password de acesso à Base de Dados local
IP da Base de Dados remota
Nome da Base de Dados remota
Nome do utilizador da Base de Dados remota
Password de acesso à Base de Dados remota
Tipo de log a ser registado
```

Os tipos de *log* que podem ser criados são:

- 0 – **Error** – Só *logs* de erros.
- 1 – **Warning** – *Logs* de erros e de aviso.

- 2 – **Debug** – Todo o tipo de *logs*, nomeadamente de *debug*.



```
10.6.60.188 - PuTTY
/dev/usb/tts/0
/dev/usb/tts/3
192.168.1.50
21799
127.0.0.1
dbairmonitor
postgres
10.0.60.27
airmonitor_shared
postgres
2
~
~
- /opt/home/am/airmonitor.config 1/14 7%
```

Figura 36 – Exemplo de ficheiro de configurações “airmonitor.config”

3.2 Testes e Validação

Para descrever os procedimentos de teste de laboratório a serem efectuados, de forma a garantir o correcto funcionamento do sistema e do *SBC* em si, foram elaborados os anexos confidenciais H – “Especificação de Testes em Laboratório” e K – “D4-4 Definição dos procedimentos de teste do sistema de controlo da qualidade do ar”.

3.2.1 Testes

Ao longo do desenvolvimento foram efectuados pequenos testes pontuais, executados pelo próprio programador, de forma a verificar os módulos desenvolvidos e garantir o correcto funcionamento do sistema. Regularmente foram efectuadas verificações para confirmar o cumprimento dos requisitos e de que o desenvolvimento estava em conformidade com o que se pretendia.

Foram realizados testes: estruturais (às sub-rotinas internas de cada módulo); unitários (às várias unidades das sub-rotinas, testando os módulos individualmente); de integração (para garantir o correcto funcionamento dos

módulos em conjunto); funcionais (em que o sistema foi testado em conjunto e não em componentes separados, de forma a garantir o cumprimento dos requisitos); e de sistema (ao sistema completo e já integrado, para assegurar a eficiência, qualidade e robustez do mesmo). Estes testes foram realizados em laboratório e antecederam os testes em ambiente real, o piloto.



Figura 37 – Sistema AirMonitor em testes no LAS

No LAS, os testes de laboratório foram realizados recorrendo a um *SBC* com um Nodo Coordenador, dois Nodos (com sensores de Temperatura, Humidade e CO₂) e um servidor.

Ao longo do documento de testes (anexo confidencial K – “D4-4 Definição dos procedimentos de teste do sistema de controlo da qualidade do ar”), na configuração do ambiente em que os mesmos devem ser feitos, é uma constante o requisito "*Internet* permanentemente ligada.". Este requisito, definido inicialmente para o projecto e mais tarde para os testes, fez com que, ao instalar o sistema em ambiente real no piloto, comesçassem a surgir problemas que anteriormente não existiam ou agravou alguns problemas pontuais.

3.2.2 Piloto

Em Março de 2012, o piloto do AirMonitor foi instalado na USF do CSC, em Coimbra (um ambiente hospitalar onde vão diariamente centenas de utentes e onde são prestados cuidados de saúde). Este piloto pretendia verificar o funcionamento estável do sistema em ambiente real, em funcionamento contínuo e sem intervenção da equipa de desenvolvimento.

Assim, foram escolhidas algumas salas para serem monitorizadas, nas quais foram colocados Nodos para proceder à recolha de dados.



Figura 38 – Nodos do piloto AirMonitor na USF do CSC

Foi também instalado o servidor que alberga a *interface* com o utilizador ligado à rede interna e o *SBC*, também ligado à rede interna mas posicionado fisicamente próximo dos Nodos de forma a poderem comunicar com o Nodo Coordenador ligado ao *SBC*.

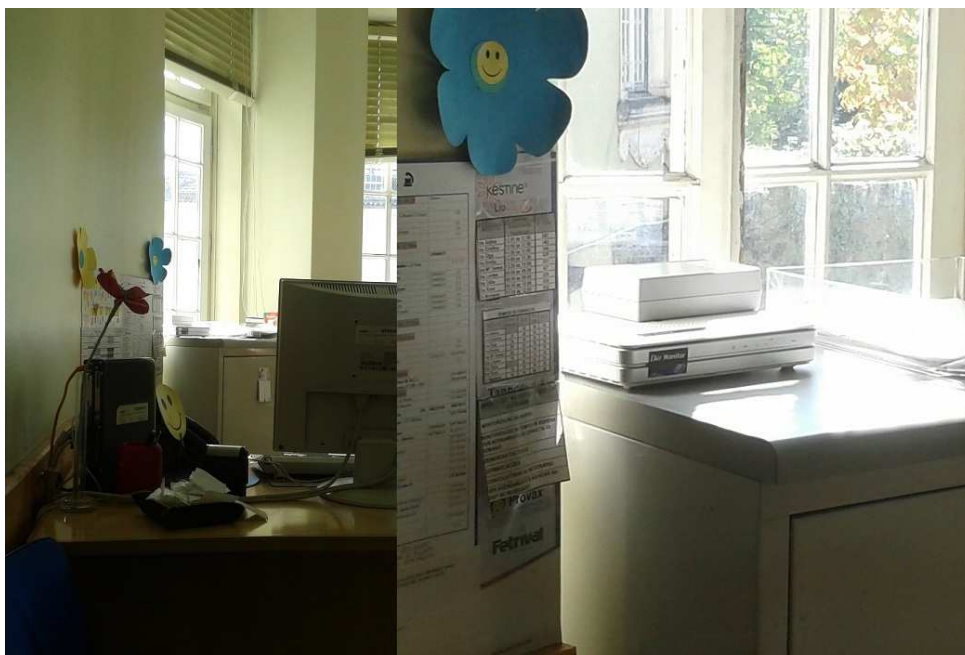


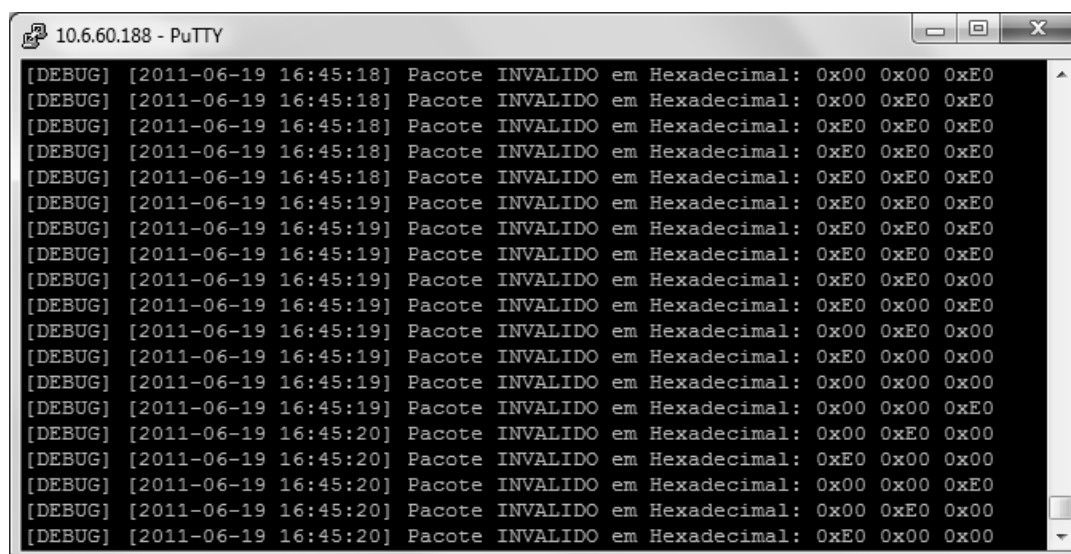
Figura 39 – SBC e Nodo Coordenador do piloto AirMonitor na USF do CSC

Quando o piloto foi instalado no CSC começaram alguns problemas, a seguir descritos, que requereram atenção e tiveram de ser resolvidos.

Antes de mais, é importante salientar que o *SBC* foi projectado para ter sempre ligação à *Internet*, que nos testes de laboratório efectuados assumiu-se isso como pressuposto e que em testes em ambiente real, no piloto, a realidade era diferente e o *SBC* não tinha ligação à *Internet* tendo por isso surgido problemas. Após a correcção desses problemas, o sistema ficou a funcionar correctamente, de forma autónoma e contínua, permitindo assim a validação do *SBC* desenvolvido.

3.2.2.1 Caracteres Hexadecimais Inválidos

Ainda antes de o sistema ser instalado no CSC já se tinha verificado a existência de um problema no *SBC* ao receber os dados vindos dos Nodos. Por vezes as mensagens recebidas passavam a ser compostas apenas de caracteres hexadecimais 0x00 e 0xE0 e não se recebiam mensagens válidas. Durante os testes laboratoriais, quer os efectuados no LAS quer os efectuados na Quantific, nunca se conseguiu perceber a origem do problema. Quando o sistema foi para o CSC este problema passou a ser permanente.



```
10.6.60.188 - PuTTY
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:18] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0x00 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:18] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0xE0 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:18] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0xE0 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:18] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0xE0 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0xE0 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0xE0 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0xE0 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0xE0 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0x00 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0xE0 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0x00 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0x00 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:19] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0x00 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:20] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0xE0 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:20] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0x00 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:20] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0x00 0xE0
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:20] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0x00 0xE0 0x00
[DEBUG] [2011-06-19 16:45:20] Pacote INVALIDO em Hexadecimal: 0xE0 0x00 0x00
```

Figura 40 – Excerto de *log* com o problema dos caracteres hexadecimais 0x00 e 0xE0

De notar que o problema dos caracteres 0x00 e 0xE0 foi identificado pelo LAS pela primeira vez poucos dias após uma actualização aos Nodos e, para além disso, este problema também se verificou no projecto FireTrack (outro projecto do LAS que utiliza as mesmas tecnologias que o AirMonitor), tendo deixado de existir após terem feito uma actualização ao *firmware* dos Nodos desse projecto. Isto fez com que inicialmente se suspeitasse que poderia ser alguma alteração do lado dos Nodos do AirMonitor que pudesse estar a originar estes caracteres estranhos. Do lado da Quantific tentaram analisar a questão, informaram que no sistema em testes na empresa não ocorria esse problema e que não compreendiam o que poderia estar a originar tal comportamento. Passados 4 meses de o LAS ter identificado o problema, foi a vez de a Quantific o identificar no seu sistema em testes e reportar a situação. Ainda antes de o sistema ir para o CSC, o LAS fez-lhe alterações, para que, após determinado número de mensagens inválidas, fosse fechada a ligação à porta série e fosse de novo estabelecida. Depois de efectuar essa rotina por 3 vezes, por fim o programa era automaticamente reiniciado, para tentar minimizar o impacto desta situação. De qualquer forma, todos os esforços efectuados não foram traduzidos em resultados satisfatórios pois o sistema continuava com alguns problemas sem se perceber porquê.

Foi necessário juntar esforços de ambos os parceiros para identificar o porquê desta situação uma vez que mesmo com o *SBC* ligado por cabo à rede estas mensagens surgiam de forma aleatória.

O sistema estava preparado para, se deixasse de ter acesso à *Internet*, tentar ligar-se à *Internet* através de uma *pen 3G*. O *SBC* do CSC também não tinha *pen 3G*. O que acontecia é que na ausência da *pen* o sistema ia configurar a primeira porta *USB* que encontrava ocupada e que era a do Nodo Coordenador que era reconfigurada com configurações erradas e a partir daí os dados deixavam de ser recebidos correctamente.

Foi necessário alterar alguns *scripts* do sistema para que, na ausência de ligação à *Internet*, confirmassem primeiro que a *pen 3G* estava efectivamente conectada e, só depois se isso se verificasse, tentava configurar a porta correcta para a *pen 3G* e estabelecer por aí a ligação à *Internet*. Foram também desenvolvidos mecanismos para caso o *SBC* estivesse sem ligação por cabo de rede mas ligado à *Internet* pela *pen 3G* e se fosse ligado um cabo de rede o *SBC* aperceber-se dessa situação e desligar a ligação pela *pen 3G* para dar preferência à ligação por cabo.

A par com esta questão surgiu uma outra em que se recebiam caracteres hexadecimais de forma a conseguir identificar as mensagens mas, no entanto, ao verificar se a mensagem estava correcta, o cálculo do *checksum* indicava que a mensagem era inválida e por isso descartada. Neste caso foram feitas alterações ao código do programa que recepcionava os dados e foi alterada a forma como a configuração da porta *USB* era feita. Antes das alterações, o programa lia as configurações actuais da porta e alterava apenas alguns parâmetros. Para resolver o problema, o programa foi alterado de forma a configurar correctamente os parâmetros necessários e sem aproveitar nenhuma configuração que a porta já tivesse.

Este problema dos caracteres hexadecimais inválidos foi um dos pontos mais problemáticos do desenvolvimento e uma das maiores dificuldades encontradas. A origem do problema dos 0x00 e 0xE0 e a sua solução só foram encontradas 13 meses depois de ter sido identificada pela primeira vez.

3.2.2.2 *Perda de Horas*

Uma pequena falha do *SBC* era não conseguir guardar as horas e quando era reiniciado ia parar à data de 01-01-2000 e às horas 00:00. Enquanto o *SBC* tinha *Internet*, era possível ele fácil e automaticamente actualizar-se através de ***Network Time Protocol (NTP)***. Sem *Internet* a situação ficou dificultada e teve de se arranjar um mecanismo que permitisse ao *SBC* acertar as suas horas de outra forma ou pelo menos que não o deixasse estagnar no tempo ou andar para trás. Desta forma foram desenvolvidos novos *scripts*, um para guardar as horas e outro para as acertar.

A cada minuto, o *SBC* faz uma comparação entre a última data a hora que guardou num ficheiro de texto e a sua data e hora actual. Se esta última for mais recente do que a do ficheiro, então actualiza o ficheiro com a data e hora mais recente.

Por sua vez, sempre que o *SBC* é iniciado e depois a cada 5 minutos, o *SBC* tenta acertar as horas. Uma vez que o sistema é composto também pelo servidor com a BD partilhada e que em princípio o *SBC* tem ligação a ela, esse é o primeiro sítio por onde o *SBC* tenta actualizar a sua data e hora. Caso não consiga, tenta acertar as horas através de *NTP* pela *Internet*. Na pior das hipóteses e caso as duas tentativas anteriores tenham falhado, então vai ler a data e hora do ficheiro e actualiza a sua data e hora com essas informações. É preferível estar um pouco atrasado no tempo mas ir sempre avançado do que andar para trás.

3.2.2.3 *Problemas de Memória*

Os programas desenvolvidos para o AirMonitor e que são executados no *SBC* têm uma funcionalidade de registo de *logs* que vão sendo gerados. O *SBC* ao ir para o CSC foi gerando uma grande quantidade de *logs* e a ocupação da memória foi aumentando e o espaço disponível foi diminuindo até que ficou mesmo sem espaço, deixando o sistema de funcionar pois nem o servidor da BD do *SBC* conseguia ser iniciado. Apesar de o *SBC* estar já equipado com um mecanismo de envio de *logs* por *e-mail* (o que também não ajudava uma vez que os *logs* não podiam ser enviados pela ausência de

Internet) os mesmos não estavam a ser apagados da memória. Assim, foram implementadas rotinas para continuar a tentar enviar os *e-mails* mas a efectuar uma auto-limpeza e ao fim de alguns dias ir apagando os *logs* mais antigos para prevenir situações futuras de ficar sem espaço em memória.

3.3 Documentação

Ao longo de todo o projecto foi sendo desenvolvida documentação sobre o mesmo, que foi sendo guardada no repositório interno do LAS. Desta tarefa de escrita de documentação resultam documentos internos e deliverables (já referidos anteriormente) que foram criados e actualizados conforme as necessidades. Foram também elaborados regularmente relatórios de actividades de bolsa que podem ser consultados no anexo confidencial A – “Relatórios de Bolsa” e participou-se na elaboração dos relatórios técnico-científicos do projecto que podem ser consultados no anexo confidencial L – “Relatório Técnico-Científico Intercalar” e anexo confidencial M – “Relatório Técnico-Científico Final”. Por fim, resulta também este relatório de final de estágio.

Capítulo 4

Conclusões

Neste capítulo são descritas as principais conclusões retiradas deste estágio. São abordados os objectivos iniciais propostos e o que se conseguiu com o trabalho desenvolvido e quais os resultados atingidos. São também descritas as principais dificuldades encontradas e as acções tomadas em relação a essas dificuldades de forma a resolvê-las. Por fim, é feita uma análise crítica do estágio e são deixadas algumas sugestões para trabalho futuro e melhorias ao sistema.

4.1 O que se pretendia

O principal objectivo deste estágio era o desenvolvimento de uma das partes que compõe o sistema do projecto AirMonitor. O *software* desenvolvido deveria permitir a recolha de dados dos sensores, fazer o seu tratamento, processamento e armazenamento numa BD, identificar situações de alarme e despoletar os respectivos mecanismos de alertas permitindo a ligação a centrais convencionais de alarme, permitir a actuação de equipamentos de ventilação e ar condicionados, e realizar a sincronização entre a BD com a informação recolhida proveniente dos sensores e uma BD partilhada.

Também seria espectável que durante o estágio fosse possível aprofundar conhecimentos adquiridos previamente ou adquirir novos conhecimentos, designadamente nas áreas de sistemas distribuídos, programação e BD.

4.2 O que foi feito / resultados obtidos

O contributo por parte do IPN para o projecto AirMonitor foi bastante positivo, na medida em que, para além da participação nas etapas iniciais de análise, desenho e especificação, desenvolveu um dos componentes principais do sistema.

Durante este estágio foi desenvolvido o *SBC* (o componente do IPN), personalizando um *firmware OpenWRT*, baseado em *Unix* e recorrendo a *Shell Script*, para um *router Asus*, programando os módulos de aquisição de dados, actuação de alarmes e sincronização de BDs *PostgreSQL* na linguagem de programação *C*. O *SBC* cumpre com os requisitos e funcionalidades que eram pretendidas.

O principal resultado deste estágio é a solução que foi desenvolvida e que está funcional, e a prova do sucesso do trabalho realizado, é o facto de o sistema estar em funcionamento no CSC.

Para além de ter aprofundado conhecimentos já adquiridos na área de sistemas distribuídos, programação e base de dados, também foi possível adquirir novos conhecimentos, não só técnicos (essencialmente o funcionamento do *router Asus* usado e do SO *OpenWRT*) como também sobre como funciona um projecto de desenvolvimento na prática.

4.3 Principais dificuldades

Para além dos problemas com o piloto já referidos anteriormente no sub-capítulo 3.2.2 existiram outras dificuldades que são detalhadas de seguida.

4.3.1 Instalação da Base de Dados no SBC

Logo no início da implementação, ao preparar o *SBC* e ao tentar instalar a BD foram encontrados os primeiros problemas. A memória flash do *SBC* (o *router*) é de apenas 8MB e para instalar a BD seria necessário mais espaço. Assim era necessário uma *pen* de dados para estender o espaço de armazenamento.

O gestor de pacotes do *OpenWRT* permite escolher a directoria onde se quer instalar os programas e a BD tinha dependências de outros programas que tinham de ser instalados previamente. Ao definir a localização para se instalar os programas no *router*, fazia-se a instalação dos programas necessários e seguidamente do servidor da BD e não era possível a instalação do servidor por falta de espaço. Ao mudar-se a localização onde os programas deveriam ser instalados para em vez de ser no *router* passar a ser para a *pen*, instalava-se os programas necessários e quando se ia instalar o servidor não era possível porque ele não conseguia encontrar as bibliotecas necessárias.

De forma a tentar resolver esta questão, foi formada uma equipa, constituída pelos técnicos do projecto AirMonitor e pelos técnicos do projecto FireTrack (anteriormente referido) e foram despendidas 6 semanas de muita pesquisa na *Internet* e muitos testes no *router* para se conseguir resolver a questão.

A solução surgiu ao instalar-se um programa (um editor de texto) que também tinha uma dependência de um outro que seria necessário instalar primeiro. Era necessário então configurar o gestor de pacotes para instalar os programas para a memória flash do *router* e aí instalar os programas que seriam precisos posteriormente. De seguida, tinha de se alterar a localização para a instalação da memória flash do *router* para a *pen* de dados, e aí instalar os programas que ocupavam mais espaço e que depois iriam conseguir encontrar as dependências que já tinham sido instaladas previamente.

Esta foi sem dúvida uma das maiores dificuldades do projecto e que não foi fácil de ultrapassar e a par com o problema dos caracteres hexadecimais inválidos (secção 3.2.2.1) foi um dos pontos mais problemáticos do desenvolvimento.

4.3.2 Compilação Cruzada

A nível do desenvolvimento, a linguagem de programação *C* em si já era conhecida mas o facto de ter de ser feita a compilação cruzada do código para este tipo de sistema era novidade. Apesar de no LAS já haver conhecimentos sobre esta matéria e de haver um técnico que poderia ajudar de forma a diminuir o tempo de aprendizagem sobre este assunto, particularmente porque era necessário compilar com dependências devido à *API* para ligação à BD *PostgreSQL*, infelizmente, e devido a restrições inerentes ao seu trabalho, tal não foi exequível. No entanto, esse técnico deu umas dicas e umas orientações que, mais uma vez, recorrendo a pesquisas na *Internet* e juntando informações, permitiram aprender o que era necessário para efectuar a compilação cruzada.

4.3.3 Controlo de IOs

Relativamente ao controlo de *IOs*, inicialmente a ideia era usar os *LEDs* do próprio *SBC* para identificar os alarmes. Dos sete *LEDs* que existiam no *SBC* conseguia-se controlar quatro mas não era possível controlar os outros. Chegou-se à conclusão que seria melhor outra abordagem, que permitisse mais *LEDs* e outro tipo de *IOs*. Desta forma, optou-se pela utilização do módulo de *IOs*, com vários *LEDs* e relés. Assim, definiu-se e implementou-se um protocolo de comunicação para que a actuação de alarmes fosse efectuada nesse módulo de *IOs* (descrita na secção 3.1.2.2 deste relatório).

4.4 Divulgação do Projecto

Ao longo do projecto AirMonitor, foram realizadas algumas actividades de disseminação e promoção, essencialmente junto dos meios de comunicação social. No Verão de 2009, o projecto foi apresentado em vários jornais, quer regionais quer nacionais, bem como na revista Exame Informática, para a qual foi realizado um vídeo [11] (ver anexo C – Notícias de Disseminação). Nessa altura o projecto ainda se encontrava em fase inicial. Mais tarde, em Novembro de 2010, após a maior parte do desenvolvimento, tornou a ser notícia numa

edição especial do Diário de Coimbra (ver anexo C – Notícias de Disseminação).

4.5 Trabalho futuro

Inicialmente estava prevista a existência de um módulo de aferição de forma a possibilitar que o sistema auto-aferisse os sensores. A BD chegou a ser projectada nesse sentido, como é possível verificar na Figura 6 e Figura 7, no entanto não se chegou a implementar esse módulo uma vez que os sensores usados neste projecto já estariam preparados. Uma sugestão para um projecto futuro seria implementar esse módulo de aferição.

Outra sugestão para o sistema seria de repensar a arquitectura de forma a funcionar apenas com os Nodos e com o *SBC*. Este equipamento tem outras potencialidades que não foram rentabilizadas no âmbito deste projecto e, podia albergar a *interface* com o utilizador. Assim, a instalação da solução seria simplificada, podendo os equipamentos (*SBC* e Nodos) ser preparados num sítio e depois serem transportados para a localização final de instalação. Aí, apenas teriam de ser ligados, sem ser necessário a preparação de um computador para servidor.

4.6 Análise crítica do estágio

O final desta etapa, da disciplina de Estágio / Projecto Industrial, culmina com a escrita deste relatório, tarefa que só se concluiu em Setembro de 2013. Contudo este tempo foi útil uma vez que permitiu que no momento da redacção final deste documento já se tivesse participado em todas as etapas de um projecto de investigação e desenvolvimento, que acaba por ter uma vertente de desenvolvimento de *software*, tendo sido enriquecedor e gratificante verificar o caminho percorrido e o trabalho desenvolvido.

Relativamente à minha participação como colaboradora do LAS, a mesma foi de constante aprendizagem e evolução de conhecimentos e mesmo a nível pessoal. Só posso pois estar satisfeita com as pessoas que cruzaram o

meu caminho, que permitiram e proporcionaram condições para que eu e os meus conhecimentos crescêssemos.

O terminar desta última etapa do Mestrado é sem dúvida um marco de viragem, o fechar de um capítulo e em que fico preparada para enfrentar novos desafios.

Referências Bibliográficas

[1] *PostgreSQL*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://www.postgresql.org>

[2] Decreto-Lei nº79/2006 publicado no Diário da República – I Série-A Nº 67 de 4 de Abril de 2006, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://www.inci.pt/Portugues/Legislacao/Legislacao/DecLei200679.pdf>

[3] *OpenWRT*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <https://openwrt.org>

[4] *OpenWRT Buildroot*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://wiki.openwrt.org/about/toolchain>

[5] *OpenWRT Cross Compile*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://wiki.openwrt.org/doc/devel/crosscompile>

[6] *OpenWRT Buildroot Instalation*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://wiki.openwrt.org/doc/howto/buildroot.exigence>

[7] Respositório *SVN* do *OpenWRT Kamikaze 8.09*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <svn://svn.openwrt.org/openwrt/branches/8.09>

[8] *OpenWRT Buildroot Usage*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://wiki.openwrt.org/doc/howto/build>

[9] *Huawei AT-commands*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://3g-modem.wikifoundry.com/page/Huawei+AT-commands>

[10] *ChangeIP*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://www.changeip.com>

[11] *Vídeo AirMonitor – Exame Informática*, acedido pela última vez a 11-12-2013, em: <http://www.youtube.com/watch?v=4riubNcWy-g>

Anexos

- A. Proposta de Estágio
- B. Tecnologia Adoptada
- C. Notícias de Disseminação

Anexo A

Proposta de Estágio



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA



LABORATÓRIO DE AUTOMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO PEDRO NUNES

PROPOSTA DE Estágio

Mestrado em Informática e Sistemas

Ramo de Desenvolvimento de Software

Ano Lectivo de 2008/2009

Desenvolvimento de Software para o projecto AirMonitor

1. ÂMBITO

O projecto AirMonitor tem como objectivo o desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade do ar interior capaz de monitorizar a qualidade do ar e de controlar o funcionamento dos equipamentos de ventilação e ar condicionados. De modo a assegurar um efectivo controlo da qualidade do ar e simultaneamente não ser dispendida energia desnecessariamente nos processos de renovação do ar é necessário monitorizar de forma continuada a qualidade do ar interior e, em função da qualidade do ar interior, efectuar a gestão dos sistemas de ventilação e de ar condicionados.

2. OBJECTIVOS

Com o presente estágio pretende-se o desenvolvimento de parte do software do AirMonitor. O software deve permitir a recolha de dados dos sensores, fazer o seu tratamento a nível de rede de forma a serem guardados num servidor e a gestão de todo o sistema. O software irá possuir um conjunto de algoritmos específicos, quer para controlar o fluxo de entrada de ar, bem como para assegurar uma elevada eficiência energética de todo o sistema de ventilação e de ar condicionado. O interface com os utilizadores será através de um sítio da internet, assim, será necessário o desenvolvimento de uma plataforma Web, serviços Web e recorrer a base de dados para armazenar a informação.



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA



LABORATÓRIO DE AUTOMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO PEDRO NUNES

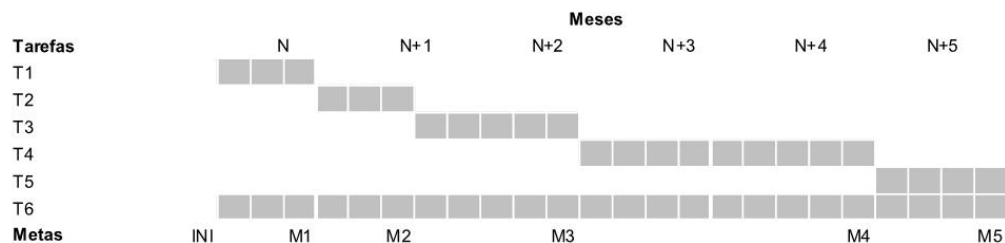
3. PROGRAMA DE TRABALHOS

O Estágio consistirá nas seguintes actividades e respectivas tarefas:

- **T1** - Análise - Análise e identificação dos requisitos do utilizador necessários.
- **T2** - Especificação - Especificação técnica das funcionalidades.
- **T3** - Desenho - Definição da arquitectura do software e design da aplicação.
- **T4** - Implementação - Codificação e desenvolvimento das funcionalidades e dos algoritmos necessários.
- **T5** - Testes e Validação - Execução de testes para validação das funcionalidades.
- **T6** - Relatório - Elaboração do Relatório Final de Estágio (Tese)

Calendarização DAS TAREFAS

As Tarefas acima descritas serão executadas de acordo com a seguinte calendarização:



| | | |
|-----|--------------------|----------------------|
| INI | | Início dos trabalhos |
| M1 | (INI + 3 Semanas) | Tarefa T1 terminada |
| M2 | (INI + 6 Semanas) | Tarefa T2 terminada |
| M3 | (INI + 11 Semanas) | Tarefa T3 terminada |
| M4 | (INI + 20 Semanas) | Tarefa T4 terminada |
| M5 | (INI + 24 Semanas) | Tarefa T5 terminada |
| M6 | (INI + 24 Semanas) | Tarefa T6 terminada |



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA



LABORATÓRIO DE AUTOMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO PEDRO NUNES

4. RESULTADOS

Os resultados do Mestrado serão consubstanciados num conjunto de documentos a elaborar pelo estagiário de acordo com o seguinte plano:

M1:

R1.1: Documento sobre a fase de Análise

M2:

R2.1: Documento sobre a fase de Especificação

M3:

R3.1: Documento sobre a fase de Desenho

M4:

R4.1: Documento sobre a fase de Implementação

M5:

R5.1: Documento sobre a fase de Testes e Validação

M6:

R6.1: Relatório Final de Estágio (Tese)

5. CONHECIMENTOS A ADQUIRIR / APROFUNDAR E OUTRAS MAIS-VALIAS

Ao longo do desenvolvimento deste estágio deve ser possível aprofundar conhecimentos já adquiridos, nomeadamente nas áreas: sistemas distribuídos; serviços Web; programação e base de dados. Também deverá ser possível adquirir novos conhecimentos sobre redes de sensores sem fios.

6. LOCAL DE TRABALHO

Laboratório de Automática e de Sistemas
Instituto Pedro Nunes
Rua Pedro Nunes
3030-199 Coimbra
Portugal



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA



LABORATÓRIO DE AUTOMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO PEDRO NUNES

7. METODOLOGIA

Deverá, atempadamente, ser elaborado um dossier de projecto onde constarão os diversos artefactos e tarefas executados na elaboração do trabalho, bem como das decisões tomadas nas diversas reuniões de acompanhamento.

8. ORIENTAÇÃO

ISEC:

Francisco Pereira (xico@isec.pt)
Professor Doutor

Entidade de Acolhimento:

António Cunha (cunha@ipn.pt)
Vice-Director do IPN-LAS

9. CARACTERIZAÇÃO E REMUNERAÇÃO

- Data de início e fim: de acordo com o programa de Mestrado.



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA



LABORATÓRIO DE AUTOMÁTICA E DE SISTEMAS
INSTITUTO PEDRO NUNES

(Para uso interno do DEIS)

Comissão Coordenadora do Mestrado

Proposta Aprovada / Não Aprovada _____

Especialização: DS TIC

Data: ____/____/____

Assinatura: _____

Comissão de Estágios

Atribuído ao aluno:

Nome: _____

Número: _____

e-mail: _____

Telefone: _____

Data: ____/____/____

Assinatura: _____

Anexo B

Tecnologia Adoptada

Ao longo deste estágio, e para execução das várias etapas de desenvolvimento do projecto, foram utilizadas diversas ferramentas e tecnologias que são descritas de seguida. Foram usadas estas tecnologias porque são as utilizadas no LAS e o levantamento e escolha das mesmas não fez parte do âmbito deste trabalho.

OpenWRT

O *OpenWRT*¹ é SO baseado no *kernel* do *Linux* e usado em sistemas embebidos. A sua versão *Kamikaze 8.09* foi customizada e utilizada em *routers Asus* de forma a funcionarem como *SBCs*.

OpenWRT Buildroot

O *OpenWRT Buildroot*² é um conjunto de ferramentas para compilação do *OpenWRT* que funcionam em *Linux*. É composto por um conjunto de ficheiros e *makefiles* que permitem gerar *firmwares SDK* para compilação cruzada de programas para *routers*. Foi utilizado para compilar o *firmware* para o *SBC* e os programas AirMonitor também para o *SBC*.

Anjuta

O *Anjuta* é um ***Integrated Development Environment (IDE)***, para *Linux*, com um editor de código, que suporta as linguagens de programação C e C++. Foi utilizado para o desenvolvimento do código fonte do AirMonitor.

Doxygen

O *Doxygen* é um programa multiplataforma que permite gerar documentação para diversas linguagens de programação entre elas C, C++ e

¹ <https://openwrt.org>

² <http://wiki.openwrt.org/about/toolchain>

Java. Foi usado para gerar a documentação referente ao código fonte do AirMonitor.

TortoiseSVN

O sistema de controlo de versões utilizado pelo LAS é *SVN*. O *TortoiseSVN* é um cliente *SVN* para *Windows* que foi utilizado para aceder ao repositório de informação interna do projecto AirMonitor e manter sob controlo de versões a informação inerente a todo o desenvolvimento.

PostgreSQL

O *PostgreSQL* é um SGBD multiplataforma, *open source*, e com um desempenho bastante aceitável. Estes factores fizeram com que fosse eleito como SGBD para o *SBC* do AirMonitor para armazenar os dados dos sensores.

Libpq

A *libpq* é uma *API* que contém um conjunto de funções de biblioteca que permitem que um programa cliente *C* possa facilmente aceder a uma BD *PostgreSQL*. Esta *API* foi utilizada para que o código fonte dos programas AirMonitor do *SBC* pudessem aceder às BDs *PostgreSQL* tanto do próprio *SBC* como da BD partilhada.

MySQL Workbench

O *MySQL Workbench* é uma ferramenta visual de modelação de BDs, que pertence à *Oracle Corporation*. Foi usado para para efectuar a modelação da BD usada quer no *SBC* quer na BD partilhada.

Microsoft Office

O *Microsoft Office* é um conjunto de ferramentas de escritório para *Windows*, contendo programas como processador de texto, folha de cálculo e

apresentação gráfica, sendo propriedade da *Microsoft Corporation*. Foi utilizado para a elaboração de documentação desenvolvida ao longo do projecto.

Open Office

O *Open Office* é um conjunto de ferramentas de escritório multiplataforma, mantido pela *Apache Software Foundation*, e que contém programas como processador de texto, folha de cálculo e apresentação gráfica. Foi utilizado para a elaboração de documentação desenvolvida ao longo do projecto.

Dia

O *Dia* é um programa *open source* que permite o desenho de diagramas. Foi utilizado para fazer desenhos da arquitectura do sistema.

Vi

O *vi* é um editor de texto para sistemas *Unix*. Como o *SBC* tinha algumas limitações a nível de comandos e de programas, o *vi* era um editor de texto que já estava instalado e que era usado para editar *scripts* e ficheiros no *SBC*.

Monit

O *monit* é um programa *open source* multiplataforma, para gestão e monitorização de processos, programas e ficheiros. Foi utilizado para monitorizar alguns programas no *SBC*.

Updatedd

O *updatedd* é um programa cliente que permite actualizar dinamicamente o *DNS* de uma máquina e foi utilizado no *SBC* com esse objectivo.

Anexo C

Notícias de Disseminação

CISION

Diário de Coimbra

ID: 26133707

28-07-2009

Tiragem: 11036

País: Portugal

Períod.: Diária

Âmbito: Regional

Pág: 6

Cores: Cor

Área: 27,16 x 13,55 cm²

Corte: 1 de 1



Ar dos hospitais vai ser monitorizado em tempo real

Projecto da ISA, FCTUC e IPN prevê a colocação de monitores em locais estratégicos dos edifícios a informar os utentes da qualidade do ar

«Um consórcio entre uma empresa e investigadores de Coimbra está a desenvolver um sistema para monitorizar em tempo real a qualidade do ar nos hospitais, de forma a evitar infeções hospitalares e aumentar a segurança nas unidades.

O projecto, ontem divulgado, envolve o Instituto Pedro Nunes (IPN), a Quantific, empresa do grupo ISA especializada na área das soluções de monitorização ambiental "in situ", e investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

«A ideia é que a informação chegue ao utilizador, de forma a influenciar o seu comportamento, e ao próprio hospital, para que possam ser introduzidas correcções», disse ontem à Lusa António Cunha, director-adjunto do Laboratório de Automática e Sistemas do IPN.

Monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios informarão os utentes sobre a qualidade do ar no preciso momento e local onde se encontram.

O sistema, designado Airmonitor, será também capaz de «interagir com os equipamentos

de ventilação e de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes», refere uma nota da FCTUC.

«Há um conjunto de gases em ambiente hospitalar, nomeadamente em salas de operações, que são nocivos e o sistema poderá detectar uma eventual fuga desses gases e activar a ventilação, para que o impacto sobre as pessoas na zona afectada possa ser minimizado», explicou o responsável.

A monitorização de um con-

junto de parâmetros que possam influenciar a segurança nos hospitais, nomeadamente ao nível da detecção de bactérias, é outra das metas a atingir.

Os sensores para a medição dos parâmetros da qualidade do ar serão ligados a uma estação de monitorização, na qual os dados serão recolhidos e tratados através de um software que «permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético», adiantou António Cunha.



ANTÓNIO CUNHA explica que o sistema permite evitar acidentes

O sistema será dotado de «inteligência para enviar a informação para o registo central de dados e alertas para os responsáveis da instituição, em caso de fuga de gás, ruptura na canalização de água ou deficiência no sistema eléctrico», especificou.

Permitirá ainda accionar de imediato «medidas correctivas

automáticas, de forma a evitar um acidente no meio hospitalar», acrescentou.

Financiado pelo QREN (Quadro de Referência Estratégico Nacional) através da Agência de Inovação, o sistema começou a ser desenvolvido em finais de 2008 e deverá ser testado no início do próximo ano, nos Hospitais da Universidade de Coimbra. |

CISION

ID: 26133708

Diário As Beiras

28-07-2009

Tiragem: 12000

País: Portugal

Períod.: Diária

Âmbito: Regional

Pág: 1

Cores: Cor

Área: 6,82 x 2,91 cm²

Corte: 2 de 2



SAUDE

Qualidade do ar controlada nos hospitais de Coimbra

PÁGINA 6

CISION

ID: 26133708

Diário As Beiras

28-07-2009

Tiragem: 12000

País: Portugal

Períod.: Diária

Âmbito: Regional

Pág: 6

Cores: Cor

Área: 24,20 x 22,36 cm²

Corte: 1 de 2



HOSPITAIS Aumentar a segurança nas unidades

Monitorização do ar em tempo real para reduzir infecções

Um consórcio entre uma empresa e investigadores de Coimbra está a desenvolver um sistema para monitorizar em tempo real a qualidade do ar nos hospitais.

O projecto, ontem divulgado, envolve o Instituto Pedro Nunes (IPN), a Quantific, empresa do grupo ISA especializada na área das soluções de monitorização ambiental *in situ*, e investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

"A ideia é que a informação chegue ao utilizador, de forma a influenciar o seu comportamento, e ao próprio hospital, para que possam ser introduzidas correcções", disse ontem à Lusa António Cunha, director-adjunto do Laboratório de Autómata e Sistemas do IPN.

Monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios informarão os utentes sobre a qualidade do ar no preciso momento e local onde se encontram.

O sistema, designado Air-



SISTEMA deverá ser testado no início do próximo ano nos HUC

monitor, será também capaz de "interagir com os equipamentos de ventilação e de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes", refere uma nota divulgada ontem pela FCTUC.

"Há um conjunto de gases em ambiente hospitalar, no-

meadamente em salas de operações, que são nocivos e o sistema poderá detectar uma eventual fuga desses gases e activar a ventilação, para que o impacto sobre as pessoas na zona afectada possa ser minimizado", explicou o responsável.

A monitorização de um conjunto de parâmetros que possam influenciar a segurança

nos hospitais, nomeadamente ao nível da detecção de bactérias, é outra das metas a atingir.

Os sensores para a medição dos parâmetros da qualidade do ar serão ligados a uma estação de monitorização, na qual os dados serão recolhidos e tratados através de um software que "permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético", adiantou António Cunha.

O sistema será dotado de "inteligência para enviar a informação para o registo central de dados e alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil em caso de fuga de gás, ruptura na canalização da água ou deficiência no sistema eléctrico", especificou. Permitirá ainda acionar de imediato "medidas correctivas automáticas, de forma a evitar um acidente no meio hospitalar", acrescentou.

Financiado pelo QREN (Quadro de Referência Estratégico Nacional) através da Agência de Inovação, o sistema começou a ser desenvolvido em finais de 2008 e deverá ser testado no início do próximo ano, nos Hospitais da Universidade de Coimbra.

CISION[®]

Grande Porto

ID: 26531955

28-08-2009

Tiragem: 30000

País: Portugal

Período: Semanal

Âmbito: Regional

Pág: 37

Cores: Cor

Área: 24,52 x 20,87 cm²

Corte: 1 de 1



Sistema inteligente aumenta segurança nos hospitais e evita ocorrência de infecções

Universidade de Coimbra → Equipamento de monitorização Airmonitor reduz também o consumo de energia

PEDRO SALES DIAS
pedro.salesdias@grandeporcionline.pt

A Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra está a desenvolver um equipamento que promete revolucionar os sistemas de segurança até hoje conhecidos nos hospitais.

O grande objectivo do Airmonitor, sistema tecnológico desenvolvido em parceria com o Instituto Pedro Nunes (IPN) e a Quantific - do grupo ISA e especializada na área das soluções de monitorização ambiental 'in situ' - é a monitorização da qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares.

Uma das curiosidades do Airmonitor é possibilitar o envio de informação para os responsáveis das corporações de bombeiros ou da autoridade nacional de protecção civil em caso de fuga de gás, incêndio ou ruptura de canalização.

Perante irregularidades no sistema, acciona de imediato as medidas correctivas automáticas de forma a evitar um acidente.

A tecnologia do equipamento está dotada de inteligência distribuída. "Não só recebe, regista e envia toda



☑ A monitorização da qualidade do ar nas unidades de saúde é o principal objectivo do sistema

a informação, como os seus alertas potenciam a tomada de decisões vitais para evitar acidentes", revela o responsável de projectos do IPN, António Cunha.

O Airmonitor, cujo projecto teve início no último trimestre de 2008, promete contribuir para o evitamento de doenças e da ocorrência de infecções no meio

hospitalar, contribuindo ainda para a redução do consumo energético.

O sistema de qualidade de ar interior, que tem como caso de estudo os Hospitais da Universidade de Coimbra, monitoriza a qualidade do ar e interage com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado.

A monitorização é realizada através da "utilização de uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de gases contaminantes", garantem os investigadores responsáveis pelo projecto financiado através da Agência de Inovação, cuja principal missão é impulsionar o desenvolvimento

tecnológico. A agência promove a aproximação entre as unidades de investigação e as empresas.

ENVIA SMS À CENTRAL

"Trata-se de uma plataforma muito flexível que permite, através de protocolos de comunicação, definir alertas automáticos, como o envio de mensagens de cor-

reio electrónico ou de SMS relativas à detecção de anomalias na unidade hospitalar e é compatível com os equipamentos existentes no edifício", refere o coordenador de projectos do IPN, António Cunha.

O projecto, que é financiado pelo QREN (Quadro de Referência Estratégica Nacional) através da Agência de Inovação, prevê um conjunto de vários sensores ligados a uma estação de monitorização, onde os dados são recolhidos e tratados através de um software. O programa é responsável pela correcta gestão da ventilação e climatização. A redução do consumo energético está assim assegurada.

UTENTES INFORMADOS

O equipamento que assegura o envio de dados a todos os responsáveis em caso de anomalia não esquece também os utentes das várias instituições onde funcionará. "O Airmonitor assegura ainda aos utentes a informação em tempo real da qualidade do ar, através de monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios", afirmam os investigadores.

CISION[®]

ID: 26150809

Diário de Viseu

29-07-2009

Tragem: 2700

País: Portugal

Períod.: Diária

Âmbito: Regional

Pág: 8

Cores: Cor

Área: 18,55 x 21,43 cm²

Corte: 1 de 1



Hospitais

Monitorização do ar em tempo real para reduzir infecções

Um consórcio entre uma empresa e investigadores de Coimbra está a desenvolver um sistema para monitorizar em tempo real a qualidade do ar nos hospitais, de forma a evitar infecções hospitalares e aumentar a segurança nas unidades

O projecto envolve o Instituto Pedro Nunes (IPN), a Quantific, empresa do grupo ISA especializada na área das soluções de monitorização ambiental "in situ", e investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

"A ideia é que a informação chegue ao utilizador, de forma a influenciar o seu comportamento, e ao próprio hospital, para que possam ser introduzidas correcções", disse à Lusa António Cunha, director-adjunto do Laboratório de Automática e Sistemas do IPN.

Monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios informarão os utentes sobre a



O sistema vai ser testado no início do próximo ano em Coimbra

qualidade do ar no preciso momento e local onde se encontram.

O sistema, designado Airmonitor, será também capaz de "interagir com os equipamentos de ventilação e de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes", refere uma nota divulgada pela FCTUC.

"Há um conjunto de gases

em ambiente hospitalar, nomeadamente em salas de operações, que são nocivos e o sistema poderá detectar uma eventual fuga desses gases e activar a ventilação, para que o impacto sobre as pessoas na zona afectada possa ser minimizado", explicou o responsável.

A monitorização de um conjunto de parâmetros que possam influenciar a segurança nos hospitais, nomeadamente ao nível da detecção de bactérias, é

outra das metas a atingir.

Os sensores para a medição dos parâmetros da qualidade do ar serão ligados a uma estação de monitorização, na qual os dados serão recolhidos e tratados através de um software que "permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético", adiantou António Cunha.

Inteligência

O sistema será dotado de "inteligência para enviar a informação para o registo central de dados e alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil em caso de fuga de gás, ruptura na canalização da água ou deficiência no sistema eléctrico", especificou.

Permitirá ainda accionar de imediato "medidas correctivas automáticas, de forma a evitar um acidente no meio hospitalar", acrescentou.

Financiado pelo QREN (Quadro de Referência Estratégico Nacional) através da Agência de Inovação, o sistema começou a ser desenvolvido em finais de 2008 e deverá ser testado no início do próximo ano, nos Hospitais da Universidade de Coimbra.

CISION[®]

ID: 26183804

Diário dos Açores

31-07-2009

Tragem: 3630**Pais:** Portugal**Period.:** Diária**Âmbito:** Regional**Pág:** 21**Cores:** Preto e Branco**Área:** 7,13 x 19,39 cm²**Corte:** 1 de 1**Sistema que monitoriza ar previne infecções hospitalares**

Um consórcio entre uma empresa e investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra está a desenvolver um sistema para monitorizar, em tempo real, a qualidade do ar nos hospitais, de forma a evitar infecções hospitalares e aumentar a segurança naquelas unidades.

De acordo com o comunicado de imprensa enviado à ALERT, o sistema de gestão da qualidade do ar interior será capaz de monitorizar a qualidade do ar e de interagir com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes.

Esses sensores serão ligados a uma estação de monitorização na qual os dados serão recolhidos e tratados através de um software. Este permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo, dessa forma, para a redução do consumo energético.

O sistema será ainda dotado de inteligência para enviar a informação para registo na central de dados, enviar alertas para os responsáveis da instituição de saúde, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico, e accionar imediatamente medidas correctivas automáticas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar.

O projecto é financiado pelo QREN (Quadro de Referência Estratégico Nacional) através da Agência de Inovação. O sistema começou a ser desenvolvido em finais de 2008 e deverá ser testado no início do próximo ano, nos Hospitais da Universidade de Coimbra.

CISION

ID: 26203550

CORREIO
da manhã

02-08-2009 | Domingo

Tiragem: 151203

País: Portugal

Period.: Semanal

Âmbito: Informação Geral

Pág: 7

Cores: Cor

Área: 5,68 x 4,86 cm²

Corte: 1 de 1



NOS HOSPITAIS

Sistema vai monitorizar a **qualidade** do ar

■ Monitorizar a qualidade do ar que se respira nos hospitais é objectivo do Airmonitor, sistema tecnológico que está a ser desenvolvido pelo Instituto Pedro Nunes, pela Quantific e por investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra.

«FCTUC, IPN, Quantific e ISA desenvolvem em parceria Tecnologia Inovadora para aumentar a Segurança nos Hospitais

Monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares é um dos grandes objectivos do Airmonitor, um sistema tecnológico que está a ser desenvolvido em parceria pelo Instituto Pedro Nunes (IPN), pela Quantific, especializada na área das soluções de monitorização ambiental "in situ" do Grupo ISA, empresa que também colabora no projecto, e por investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

Financiado pelo QREN através da Agência de Inovação (Adi), o projecto, que teve início no último trimestre de 2008, assume máxima importância no evitamento de doenças e na ocorrência de infecções hospitalares, contribuindo ainda para a redução do consumo energético.

O sistema de gestão da qualidade do ar interior será capaz de monitorizar a qualidade do ar e de interagir com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes. Estes sensores serão ligados a uma estação de monitorização onde os dados serão recolhidos e tratados através de um software. Este permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético.

O sistema será ainda dotado de inteligência para enviar a informação para registo na central de dados e enviar alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico, e accionar imediatamente medidas correctivas automáticas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar.

Trata-se de uma plataforma «muito flexível que permite, através de protocolos de comunicação, definir alertas automáticos, como envio de mensagens de correio electrónico ou de SMS relativas à detecção de anomalias na unidade hospitalar e é compatível com os equipamentos existentes no edifício», explica António Cunha, coordenador de projectos do IPN.

Por outro lado, estamos perante uma tecnologia dotada de inteligência distribuída: «não só recebe, regista e envia toda a informação, como os seus alertas potenciam a tomada de decisões vitais para evitar acidentes», como revela António Cunha.

Tendo como caso de estudo os Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), o Airmonitor assegura ainda aos utentes a informação em tempo real da qualidade do ar, através de monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios.

A Agência de Inovação tem por missão impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico, promovendo a aproximação entre as unidades de investigação e as empresas.

<http://www.alphatrad.pt/news/1553.php?pays=6>

Investigadores desenvolvem Tecnologia Inovadora para aumentar a Segurança nos Hospitais

[PDF](#) [PRINT](#) [EMAIL](#)

Escrito por Gab/Imagem Uni-CV
terça-feira, 28/julho/2009

Monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares é um dos grandes objectivos do Airmonitor, um sistema tecnológico que está a ser desenvolvido em parceria pelo Instituto Pedro Nunes (IPN), pela Quantific, especializada na área das soluções de monitorização ambiental “in situ” do Grupo ISA, empresa que também colabora no projecto, e por investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

Financiado pelo QREN através da Agência de Inovação (Adi), o projecto, que teve início no último trimestre de 2008, assume máxima importância no evitamento de doenças e na ocorrência de infecções hospitalares, contribuindo ainda para a redução do consumo energético.

O sistema de gestão da qualidade do ar interior será capaz de monitorizar a qualidade do ar e de interagir com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes. Estes sensores serão ligados a uma estação de monitorização onde os dados serão recolhidos e tratados através de um software. Este permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético.

O sistema será ainda dotado de inteligência para enviar a informação para registo na central de dados e enviar alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico, e accionar imediatamente medidas correctivas automáticas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar.

Trata-se de uma plataforma «muito flexível que permite, através de protocolos de comunicação, definir alertas automáticos, como envio de mensagens de correio electrónico ou de SMS relativas à detecção de anomalias na unidade hospitalar e é compatível com os equipamentos existentes no edifício», explica António Cunha, coordenador de projectos do IPN.

Por outro lado, estamos perante uma tecnologia dotada de inteligência distribuída: «não só recebe, regista e envia toda a informação, como os seus alertas potenciam a tomada de decisões vitais para evitar acidentes», como revela António Cunha. Tendo como caso de estudo os Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), o Airmonitor assegura ainda aos utentes a informação em tempo real da qualidade do ar, através de monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios.

A Agência de Inovação tem por missão impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico, promovendo a aproximação entre as unidades de investigação e as empresas.

<http://www.unicv.edu.cv/not-cias-mundo/investigadores-desenvolvem-tecnologia-inovadora-para-aumentar-a-seguran-a-nos-hosp.html>

2009-07-28 09:50:56

Catarina Cristão



DESENVOLVIDA TECNOLOGIA PARA MELHORAR A QUALIDADE DO AR E SEGURANÇA NOS HOSPITAIS

Monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares, detectar fugas de gás e melhorar a eficiência energética das unidades de saúde passará a ser mais fácil. A nova tecnologia Airmonitor promete ser uma ajuda preciosa na melhoria das condições de saúde geral dos pacientes internados.

Um novo sistema tecnológico está a ser criado para aumentar a segurança nos hospitais. O Instituto Pedro Nunes (IPN), em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), está a desenvolver o Airmonitor, uma tecnologia que será de máxima importância na luta contra as doenças hospitalares.

Este novo sistema consiste num conjunto de sensores sem fios que serão distribuídos por todas as alas do hospital, desde enfermarias, unidades de cuidados intensivos, consultórios e salas de espera.

O principal objectivo com a criação do Airmonitor é combater as infeções hospitalares, pela sua capacidade de monitorizar a qualidade do ar. "Estamos a trabalhar nesta tecnologia de forma a detectar as bactérias em tempo real, de forma a agir de imediato e evitar a contaminação para os doentes", explica António Cunha, director do Laboratório de Automática e Sistemas do IPN.

O Airmonitor terá a capacidade de medir, por exemplo, a temperatura e a humidade do local onde está instalado. E, a partir de um *display*, informar os utentes e os profissionais sobre o ambiente em que estão.

Da mesma forma, consegue perceber se a climatização do local é a correcta e interagir e controlar o ar condicionado, contribuindo ainda para a redução do consumo energético. "Será uma importante ajuda também ao nível da eficiência energética", sublinha o engenheiro.

Por outro lado, este sistema de gestão também será capaz de interagir com os equipamentos de ventilação, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição de vários gases contaminantes.

"O Airmonitor conseguirá detectar gases perigosos em concentração elevada em ambiente hospitalar e actuar na ventilação, aumentando a quantidade do ar no local afectado, diminuindo a concentração do gás", explica António Cunha.

O sistema permite ainda enviar informação para a central de dados e alertas, por sms, por exemplo, para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico.

"O objectivo é accionar imediatamente medidas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar", diz António Cunha.

Os testes pilotos do Airmonitor começarão a ser feitos no início do próximo ano nos Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), para depois seguir para outras unidades de saúde.

http://www.canalup.tv/?menu=noticia&id_noticia=3976

Tecnologia Inovadora para aumentar a Segurança nos Hospitais

Airmonitor monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares

2009-07-27



Evita propagação de doenças e ocorrência de infecções

da Universidade de Coimbra (FCTUC).

Monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares é um dos grandes objectivos do Airmonitor, um sistema tecnológico que está a ser desenvolvido em parceria pelo Instituto Pedro Nunes (IPN), pela Quantific, especializada na área das soluções de monitorização ambiental “in situ” do Grupo ISA, empresa que também colabora no projecto, e por investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia

Financiado pelo QREN através da Agência de Inovação (Adi), o projecto, que teve início no último trimestre de 2008, assume máxima importância no evitamento de doenças e na ocorrência de infecções hospitalares, contribuindo ainda para a redução do consumo energético.

O sistema de gestão da qualidade do ar interior será capaz de monitorizar a qualidade do ar e de interagir com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes.

Estes sensores serão ligados a uma estação de monitorização onde os dados serão recolhidos e tratados através de um software. Este permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético.

Sistema inteligente

O sistema será ainda dotado de inteligência para enviar a informação para registo na central de dados e enviar alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico, e accionar imediatamente medidas correctivas

automáticas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar.

Trata-se de uma plataforma **“muito flexível que permite, através de protocolos de comunicação, definir alertas automáticos, como envio de mensagens de correio electrónico ou de SMS relativas à detecção de anomalias na unidade hospitalar e é compatível com os equipamentos existentes no edifício”**, explica António Cunha, coordenador de projectos do IPN.

Por outro lado, estamos perante uma tecnologia dotada de inteligência distribuída: **“não só recebe, regista e envia toda a informação, como os seus alertas potenciam a tomada de decisões vitais para evitar acidentes”**, como revela António Cunha.

Tendo como caso de estudo os Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), o Airmonitor assegura ainda aos utentes a informação em tempo real da qualidade do ar, através de monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios.

A Agência de Inovação tem por missão impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico, promovendo a aproximação entre as unidades de investigação e as empresas.

<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=33618&op=all>

Investigadores desenvolvem Tecnologia Inovadora para aumentar a Segurança nos Hospitais



Escrito por CienciaPT
27-JUL-2009

Monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares é um dos grandes objectivos do Airmonitor, um sistema tecnológico que está a ser desenvolvido em parceria pelo Instituto Pedro Nunes (IPN), pela Quantific, especializada na área das soluções de monitorização ambiental "in situ" do Grupo ISA, empresa que também colabora no projecto, e por investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).



Financiado pelo QREN através da Agência de Inovação (Adi), o projecto, que teve início no último trimestre de 2008, assume máxima importância no evitamento de doenças e na ocorrência de infecções hospitalares, contribuindo ainda para a redução do consumo energético.

O sistema de gestão da qualidade do ar interior será capaz de monitorizar a qualidade do ar e de interagir com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em

diversos locais, de vários gases contaminantes. Estes sensores serão ligados a uma estação de monitorização onde os dados serão recolhidos e tratados através de um software. Este permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético.

O sistema será ainda dotado de inteligência para enviar a informação para registo na central de dados e enviar alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico, e accionar imediatamente medidas correctivas automáticas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar.

Trata-se de uma plataforma «muito flexível que permite, através de protocolos de comunicação, definir alertas automáticos, como envio de mensagens de correio electrónico ou de SMS relativas à detecção de anomalias na unidade

hospitalar e é compatível com os equipamentos existentes no edifício», explica António Cunha, coordenador de projectos do IPN.

Por outro lado, estamos perante uma tecnologia dotada de inteligência distribuída: «não só recebe, regista e envia toda a informação, como os seus alertas potenciam a tomada de decisões vitais para evitar acidentes», como revela António Cunha.

Tendo como caso de estudo os Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), o Airmonitor assegura ainda aos utentes a informação em tempo real da qualidade do ar, através de monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios.

A Agência de Inovação tem por missão impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico, promovendo a aproximação entre as unidades de investigação e as empresas.

http://www.cienciapt.net/pt/index.php?option=com_content&task=view&id=99988&Itemid=337

28/07/2009

Novo sistema controla qualidade do ar

O Instituto Pedro Nunes, em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC) e a Quantific do Grupo ISA, está a desenvolver o Airmonitor. Trata-se de um sistema tecnológico para evitar doenças e a ocorrência de infecções hospitalares, para além de contribuir para a redução do consumo energético.

Financiado pelo QREN através da Agência de Inovação (Adi), «o sistema de gestão da qualidade do ar interior será capaz de monitorizar a qualidade do ar e de interagir com os equipamentos de ventilação e sistemas de ar condicionado, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição, em diversos locais, de vários gases contaminantes. Estes sensores serão ligados a uma estação de monitorização onde os dados serão recolhidos e tratados através de um software. Este permitirá uma correcta gestão das necessidades de ventilação e climatização, contribuindo dessa forma para a redução do consumo energético», de acordo com o comunicado de imprensa.

O sistema enviará ainda informação para registo na central de dados e alertas para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico e permite accionar medidas correctivas automáticas para evitar um acidente no meio hospitalar.

É uma plataforma «muito flexível que permite, através de protocolos de comunicação, definir alertas automáticos, como envio de mensagens de correio electrónico ou de SMS relativas à detecção de anomalias na unidade hospitalar e é compatível com os equipamentos existentes no edifício», explica António Cunha, coordenador de projectos do IPN em comunicado de imprensa. O Airmonitor assegura ainda aos utentes a informação em tempo real da qualidade do ar, através de monitores colocados em locais estratégicos dos edifícios. O caso de estudo está a ser realizado nos Hospitais de Coimbra (HUC).

http://www.hospitaldofuturo.com/novidades_noticia.asp?noticiaId=679

Qualidade nos hospitais



Monitorizar a qualidade do ar que se respira nas unidades hospitalares, detectar fugas de gás e melhorar a eficiência energética das unidades de saúde passará a ser mais fácil. A nova tecnologia Airmonitor promete ser uma ajuda preciosa na melhoria das condições de saúde geral dos pacientes internados.

Um novo sistema tecnológico está a ser criado para aumentar a segurança nos hospitais. O Instituto Pedro Nunes (IPN), em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), está a desenvolver o Airmonitor, uma tecnologia que será de máxima importância na luta contra as doenças hospitalares.

Este novo sistema consiste num conjunto de sensores sem fios que serão distribuídos por todas as alas do hospital, desde enfermarias, unidades de cuidados intensivos, consultórios e salas de espera.

O principal objectivo com a criação do Airmonitor é combater as infeções hospitalares, pela sua capacidade de monitorizar a qualidade do ar. "Estamos a trabalhar nesta tecnologia de forma a detectar as bactérias em tempo real, de forma a agir de imediato e evitar a contaminação para os doentes", explica António Cunha, director do Laboratório de Automática e Sistemas do IPN.

O Airmonitor terá a capacidade de medir, por exemplo, a temperatura e a humidade do local onde está instalado. E, a partir de um display, informar os utentes e os profissionais sobre o ambiente em que estão.

Da mesma forma, consegue perceber se a climatização do local é a correcta e interagir e controlar o ar condicionado, contribuindo ainda para a redução do consumo energético. "Será uma importante ajuda também ao nível da eficiência energética", sublinha o engenheiro.

Por outro lado, este sistema de gestão também será capaz de interagir com os equipamentos de ventilação, utilizando uma rede de sensores específicos para a medição de vários gases contaminantes.

“O Airmonitor conseguirá detectar gases perigosos em concentração elevada em ambiente hospitalar e actuar na ventilação, aumentando a quantidade do ar no local afectado, diminuindo a concentração do gás”, explica António Cunha.

O sistema permite ainda enviar informação para a central de dados e alertas, por sms, por exemplo, para os responsáveis da instituição, bombeiros ou protecção civil, em caso de fuga de gás, de ruptura na canalização da água ou de uma deficiência no sistema eléctrico.

“O objectivo é accionar imediatamente medidas de forma a evitar um acidente no meio hospitalar”, diz António Cunha.

Os testes pilotos do Airmonitor começarão a ser feitos no início do próximo ano nos Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC), para depois seguir para outras unidades de saúde.

Fonte: Canal UP.

http://www.uma.pt/aauma/index.php?option=com_content&view=article&id=616:qualidade-nos-hospitais&catid=72:informacoes

CIENTISTAS CRIAM SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DO AR EM TEMPO REAL

Segunda, 27 Julho 2009 17:33



Um consórcio entre uma empresa e investigadores de Coimbra está a desenvolver um sistema para monitorizar em tempo real a qualidade do ar nos hospitais, de forma a evitar infecções hospitalares e aumentar a segurança nas unidades. O projecto envolve o Instituto Pedro Nunes (IPN), a Quantific e investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. “A ideia é que a informação chegue ao utilizador, de forma a influenciar o seu comportamento, e ao próprio hospital, para que possam ser introduzidas correcções”, disse António Cunha, do IPN.

<http://www.tribunamedicapress.pt/rss/21751-cientistas-criam-sistema-de-monitorizacao-do-ar-em-tempo-real>

CISION

ID: 26433397

Exame
Informática

01-09-2009

Tiragem: 38100

País: Portugal

Períod.: Mensal

Âmbito: Tecnologias de Infor.

Pág: 86

Cores: Cor

Área: 19,06 x 28,47 cm²

Corte: 1 de 2

portugal faz bem
qualidade do ar

O que é que o ar tem?

Em 2010, arranca em Coimbra um projecto de análise da qualidade do ar de hospitais com a instalação de sensores e resultados para o público

O nariz pode não sentir e os olhos não verem, mas o ar não é todo igual. A Quantific, empresa do grupo ISA, quer provar isso mesmo num dos dois hospitais públicos de Coimbra, com a instalação de vários sensores que permitem averiguar na hora a qualidade ou a presença de substâncias contaminantes no ar de salas de espera, salas de operações ou apenas espaços administrativos. O projecto, que foi baptizado de Airmonitor, deverá arrancar com testes-piloto em 2010. Além da saúde pública, as vantagens também se reflectem no plano financeiro: segundo a Quantific, o AirMonitor permite poupar 30% dos custos energéticos de Ares Condicionados e Ventilados (ACV).

«O mais importante é a saúde das pessoas e, por isso, a lei fixou limites mínimos que não devem ser ultrapassados. O Airmonitor pode ajudar a controlar a qualidade do ar, mas também evitar o sobredimensionamento dos ACV, que geralmente se repercutem em desperdícios de energia»,

atença José Eduardo Faria, responsável técnico do projecto Airmonitor.

O Airmonitor tem por base o desenvolvimento e a instalação de unidades equipadas com sensores e retransmissores de rádio. O projecto pode

O projecto pretende fomentar a troca de dados sob a lógica das redes Mesh

contemplar a instalação de múltiplas destas pequenas unidades que recolhem indicadores da qualidade do ar e comunicam entre elas sob a lógica das redes Mesh (um retransmissor recebe os dados enviados pelos da vizinhança e repete-os para os outros estendendo o raio de acção da rede).

Cada unidade - ou nodo de rede - vai ficar equipada com, pelo menos, quatro sensores, cuja tipologia pode variar consoante as substâncias que se pretende detectar em cada local ou momento. Os sensores podem monitorizar a quantidade de monóxido e dióxido de carbono, ozono ou apenas humidade e temperatura de cada divisão.

Fotos: Daniel Pavone



O AIRMONITOR pode ajudar manter o equilíbrio eficiência energética com saúde pública, defende José Eduardo Faria, da ISA

O recurso às comunicações por rádio pode revelar-se um trunfo decisivo nesta solução: «Queremos manter um custo baixo para esta solução. E queremos que permita uma gestão simples. Com o Airmonitor, podemos criar uma solução flexível que pode ser aplicada noutros cenários que não um hospital ou que permite alternar a monitorização nas várias salas de um edifício. Até podemos enveredar por auditorias, com a instalação dos sensores

temporariamente», informa Paulo Santos, director de sistemas embutidos da ISA.

AS DOENÇAS PODEM ESPERAR

A Quantific foi criada pela ISA como um "braço" comercial que explora o filão de negócios da qualidade ambiental e da eficiência energética. Com Airmonitor, os responsáveis pela empresa de Coimbra pretendem abrir caminho à prestação de

CISION

ID: 26433397

Exame
Informática

01-09-2009

Tragem: 38100

País: Portugal

Períod.: Mensal

Âmbito: Tecnologias de Infor.

Pág: 87

Cores: Cor

Área: 18,55 x 27,16 cm²

Corte: 2 de 2



O MONITOR DA ATMOSFERA

O PROJECTO Airmonitor deverá arrancar, em 2010, com um teste-piloto num de dois hospitais públicos de Coimbra (Covões ou Hospital Universitário, ainda não está decidido). O projecto está a ser desenvolvido em parceria com os departamentos de Mecânica, e Electrónica e Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra e conta com financiamento do QREN.

OS RESPONSÁVEIS da Quantific pretendem desenvolver "nodos" de rede que vão ser equipados com quatro sensores e transmissores rádio.

VÃO SER usados sensores que podem detectar níveis de humidade e temperatura, bem como monóxido e dióxido de carbono, ozono, formaldeído e compostos orgânicos voláteis que se encontram no ar em estado gasoso (tolueno, metanol, benzeno, acetona, entre outros).

DENTRO dos nodos, os sensores detectam as várias substâncias e convertem essa informação em sinais eléctricos que são empacotados num protocolo que permite o envio de dados através de comunicações de rádio (está em ponderação o uso do Zigbee e/ou de um protocolo proprietário criado pela ISA).

O PROJECTO prevê o uso de radiofrequências nas frequências de 2,4 GHz, com uma largura de banda de 250 Kbps. Cada transmissor pode ter um alcance de 10 a 30 metros, consoante o número e a tipologia de paredes de um recinto.

CADA solução pode ter dezenas de "nodos" que recebem e reenviam, entre eles, dados recolhidos pelos sensores. Toda esta informação é encaminhada para um computador embutido (ou *single board computer*), que tem autonomia para lançar alarmes no local, enviar e-mails ou SMS. Os dados obtidos em tempo real podem ser enviados para ecrãs em locais públicos.

TAMBÉM está prevista a conexão dos computadores embutidos com unidades de ares condicionados, que permitem regular, automaticamente, ventilação e renovação de ar de acordo com os níveis exigidos para a qualidade do ar ou para a poupança de energia.

OS DADOS tratados pelos vários servidores embutidos são enviados, posteriormente, para um servidor que tem um software desenvolvido pela ISA para o tratamento de informação. A conexão entre computadores embutidos pode ser feita através da rede usada pelo hospital para o acesso à Internet.

serviços que permitem adequar, na hora, a potência dos ACV à qualidade do ar. Em perspectiva está também a disponibilização do Airmonitor associado à telecontagem ou a serviços ambientais.

Os mentores do projecto Airmonitor têm em vista a inclusão de sensores que já estão no mercado, mas também contam com a parceria dos departamentos de Mecânica e Electrónica e Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra (FCTUC), para o caso de se justificar o desenvolvimento de dispositivos que detectam partículas no ar. A ISA está apostada em levar este projecto para a fase de industrialização, através da subcontratação de empresas especializadas no fabrico de dispositivos electrónicos que operam em Portugal.

Por enquanto, a solução apenas consegue detectar substâncias contaminantes que estão relacionadas com a poluição. A inclusão de sensores de detecção de bactérias e/ou agentes que disseminam doenças ainda não está prevista. «O desenvolvimento desses sensores ainda

O AIRMONITOR prevê a instalação de sensores em nodos de rede que comunicam nas frequências de rádio de 2,4GHz. A solução adapta-se a vários cenários e pode ser usada para auditorias

não chegou a um ponto que permita pensar usá-los no Airmonitor», conclui José Eduardo Faria.

Num tempo em que os direitos do consumidor e a qualidade ambiental estão na ordem dia, os responsáveis pelo Airmonitor desmistificam eventuais efeitos perversos da apresentação dos dados referentes à qualidade do ar em tempo real para o público: «O ar, quando está saturado, põe as pessoas mais cansadas e nervosas. Logo, é preferível monitorizá-lo e actuar sempre que necessário», responde Paulo Santos. ■

Hugo Séneca

Com os sensores, vai ser possível analisar níveis de dióxido e monóxido de carbono, ozono, metanol, benzeno ou humidade





Airmonitor vai permitir poupança energética na ordem dos 30%

O projecto está a ser desenvolvido desde 2009 pela ISA, pelo IPN e pela Quantific, empresas de Coimbra que colaboram para melhorar a qualidade do ar nos hospitais e monitorizar níveis dos gases, temperatura e humidade

Joana Martins

■ Está quase a chegar às unidades de saúde o Airmonitor, um projecto nascido em Coimbra das mãos da ISA, do Instituto Pedro Nunes e da Quantific, empresas que, ainda no início de Dezembro, deverão instalar um piloto no centro de saúde de Celas, sendo que no próximo ano o produto deverá chegar ao mercado e será ainda instalado nos Hospitais da Universidade de Coimbra. O nome revela um pouco dos seus intentos: trata-se, de facto, de um sistema de monitorização do ar interior e de controlo dos aparelhos de climatização.

O projecto teve início em 2009 e está em fase final de desenvolvimento, com os últimos testes a serem efectuados. Rodrigo Ferreira, da ISA, explica que a ideia inicial partiu da Quantific, empresa que está a gerir este projecto e que já tinha alguma experiência em monitorização de parâmetros ambientais a nível exterior. A vantagem



O CONCENTRADOR de dados do Airmonitor

de alargar a gama de produtos e monitorizar também a qualidade do ar interior, parâmetros

que já se encontram regulamentados por um decreto-lei que especifica os níveis de al-

guns contaminantes do ar e estabelece limites para esses gases, levou à criação de um produto

ESTES pequenos sensores sem fios recolhem os dados

que permitisse monitorizar esses contaminantes e gerar alarmes quando fossem ultrapassados determinados limites.

«O produto foi pensado inicialmente mais a nível hospitalar, mas pode ser aplicado a qualquer espaço interior», esclarece o responsável. Adianta, no entanto, que o facto de as unidades de saúde serem espaços por onde passa muita gente torna-os interessantes para instalar este tipo de projecto. «Não só os espaços de intervenção e as consultas, mas também, por exem-

plo, as salas de espera», concretiza. O Airmonitor tem duas componentes distintas. Desde logo a questão da eficiência energética. Rodrigo Ferreira explicou ao Diário de Coimbra que «este projecto permite integrar com sistemas de climatização e de ventilação e, assim que um determinado nível ou gás exceda os limites aceitáveis, pode pedir mais ventilação da sala ou permitir que o sistema não esteja a ventilar demais, ou seja, permite um limite óptimo». De acordo com o cálculo dos parceiros deste projecto, o sistema deverá permitir «uma poupança energética na ordem dos 30 a 35 por cento».

Depois tem a componente de monitorização da qualidade do ar, ou seja, de vários níveis previamente definidos como a humidade, a temperatura, CO₂, compostos orgânicos voláteis, ozono e formaldeído. «O sistema é composto por vários sensores que funcionam sem fios e toda a comunicação é feita por ZigBee, numa frequência de



IPN já trabalhava na medição de temperatura e humidade

■ O Airmonitor conta com a colaboração do Instituto Pedro Nunes (IPN), Pedro Serra, do laboratório de automática e sistemas da entidade, explica que o IPN já tinha um projecto semelhante para medir temperaturas e humidades, através de uma aplicação que registava valores e imprimia relatórios. No entanto os sensores eram fixos e de utilização mais complexa. Como tal, o responsável afirma que se tratou de conjugar esforços para levar a ideia mais longe. «Nós tínhamos o software e a ISA tinha os senso-

res wireless, que são mais flexíveis». O IPN começou por trabalhar com outro tipo de clientes. «Trabalhámos para transportadoras, monitorizando parâmetros como a temperatura e humidade nos armazéns, para depois as empresas darem esses dados aos clientes e garantir que as mercadorias que estavam a transportar tinham temperaturas e humidades admissíveis», refere Pedro Serra, especificando que trabalhavam «não só com transportadores de alimentos, mas também medicamentos». Com o surgimento do Airmonitor a ideia foi então virarem-se para os hospitais e apostar na monitorização da humidade e de outros tipos de gases nas unidades de saúde.

de todos esses sensores são encaminhados para um concentrador, que recolhe os dados e os coloca numa base de dados na rede informática». O acesso a esses dados pode ser feito através da Internet ou da rede interna do edifício, visto que o concentrador está ligado a um computador. Este software tem dois módulos. O primeiro é meramente informativo e diz respeito a essas mesmas imagens, onde constam os níveis dos diferentes sensores (temperatura, CO₂, humidade, compostos orgânicos voláteis, ozono e formaldeído). Assim, o caminho da informação recolhida pelo Airmonitor pode ser, por exemplo, acessível ao público de uma unidade de saúde. Em zonas como uma sala de espera poderão ser instalados monitores com os níveis de gases e a monitorização em tempo real dos níveis que estão a ser medidos.

O segundo módulo permite a gestão do sistema, ou seja, definir os alarmes e as pessoas que recebem a informação caso determinado valor seja excedido.

| Nome | Data | Parametro | Valor | Unidade | Estado |
|-------------------------|------------------|-----------|--------|---------|--------|
| Sensor de CO2 1 | 2010-11-28 15:53 | CO21 | 3387,3 | PPM | ✘ |
| Sensor de humidade 2 | 2010-11-28 15:52 | HUM2 | 38,0 | % | ✔ |
| Sensor de Temperatura 2 | 2010-11-28 15:52 | TEMP2 | 24,0 | °C | ✔ |

O TIPO de dados a que os utentes poderão ter acesso através de monitores

do. Aqui existem duas formas de intervir. Por um lado o utilizador é avisado de que os níveis estão a exceder o desejado e pode actuar manualmente mexendo na ventilação e climatização desse espaço. O sistema permite também ao pró-

prio equipamento ter um módulo de actuação, ligado aos sistemas de ventilação do espaço, para que estes se desliguem ou comecem a trabalhar de acordo com a necessidade. O Airmonitor vai entrar no mercado no próximo ano e po-

derá então ser adquirido. O modelo de negócio não está ainda bem definido, mas uma das hipóteses é a comercialização através da Quantific, ou mesmo através de alguns parceiros, como empresas de climatização.

24 Gho. Isto permite a criação de uma mesh network». O concentrador da ISA esclarece: «basicamente são instalados vários módulos, que criam um cami-

nho de comunicação até um concentrador final, sendo muito fácil a sua instalação. Não é preciso repetidores nem instalar fios», explica. «Depois os dados