



**Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Física**

**Sistema de Vídeo Vigilância Digital e Gestão Remota
Análise da sua aplicação à Telemedicina**

JORGE MACIEL SILVA RODRIGUES

**Coimbra,
Maio de 2006**

Sistema de Vídeo Vigilância Digital e Gestão Remota
Análise da sua aplicação à Telemedicina

por

JORGE MACIEL SILVA RODRIGUES

Licenciado em Engenharia Informática e de Sistemas

Tese submetida para a satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Instrumentação
e Microelectrónica – Especialização em Instrumentação e Controlo Industrial

Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências e de tecnologia
Departamento de Física

Coimbra,
Maio de 2006

Tese realizada sob a orientação de

Doutor José Basílio Portas Salgado Simões

Professor Auxiliar do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e Docente do Mestrado em Instrumentação e Microelectrónica do D.F. – F.C.T.U.C.

Agradecimentos

Ao orientador, Professor Doutor José Basílio Simões pela sua disponibilidade, paciência, constante incentivo e apoio.

A minha gratidão e consideração a todos os colegas de trabalho pelo apoio prestado e contribuição.

Um reconhecimento pessoal aos amigos, que, por vezes não puderam ter a minha presença.

Um agradecimento à minha família, em particular aos meus pais e irmão pela paciência e incentivo pela luta dos meus objectivos.

Desejo agradecer ainda a todas as pessoas que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização desta Tese de Mestrado.

Finalmente, mas sempre em primeiro lugar à Carla Santos pelo seu Amor.

Para a Carla

Resumo

Esta tese apresenta um sistema de Vídeo Vigilância Digital e Gestão Remota constituído por servidores baseados numa arquitectura PC operando através de uma aplicação Windows, através de dispositivos móveis ou da Internet.

Neste trabalho é apresentado um método para detecção de movimento, baseado na análise de dados de vídeo no formato não comprimido. São utilizadas as diferenças entre imagens para assinalar zonas de movimento e apresentados mecanismos para a optimização da transmissão de vídeo remota através da utilização de algoritmos de compressão de imagem. Foram desenvolvidas funcionalidades para a compressão JPEG e MPEG4 para gravação e transmissão em modo *stream*. Foram ainda implementados sistemas de detecção e recuperação de falhas nos servidores locais, controlo de câmaras motorizadas bem como mecanismos locais e remotos para gravação de imagens. Para além destas funcionalidades, foi contemplada ainda a dómotica, através do desenvolvimento de um módulo de entradas e saídas (*I/O's – Inputs/Outputs*) digital para permitir a leitura do estado de sensores e a actuação de saídas remotamente. Este módulo permite a automação de tarefas e a detecção de eventos nas entradas que poderão originar alarmes para serem enviados para um local remoto.

O sistema de recepção de alarmes, controlo e gestão da rede, designado de Vídeo Datacenter (servidores centrais), possui tolerância a falhas sendo dada especial atenção para a recepção, registo e validação de eventos através da consulta de imagens utilizando interfaces Web e PDA.

Embora existam diversas áreas de aplicação para estes tipos de sistemas, foi dado relevo à Telemedicina, sendo abordados vários métodos e soluções portáteis para a monitorização remota de sinais vitais.

A integração deste tipo de equipamento prende-se com a necessidade de existir um meio remoto, autónomo e independente para confirmação visual de eventos gerados por equipamentos portáteis de monitorização de sinais vitais no interior de edifícios e habitações.

Este projecto foi desenvolvido em colaboração com a empresa ISA – Sistemas de Gestão Remota, inserindo-se em 2 das áreas estratégicas da empresa: gestão integrada de edifícios e Telemedicina.

Palavras-chave: Telemedicina; MPEG4; Detecção de Movimento; Vídeo Vigilância Digital; Gestão Remota; Sinais Vitais; ECG, SpO₂, Oximetria, Alarmes.

Abstract

This thesis presents a PC based digital video surveillance system with remote management. The images can be viewed using a Windows application, Internet or mobile devices.

In this paper is introduced a method for motion detection, based in video data analysis in the non compressed domain. Image differences are used to identify motion areas, and are presented mechanisms to optimize remote video transmission. There are used JPEG and MPEG4 streaming image compression algorithms for recordings and remote image transmission. There were also implemented mechanisms in the local server to detect and recover from disaster. The remote control of pan, tilt and zoom cameras was also contemplated. For last, were also created mechanisms for local and remote recording of images, and were included capacities for domotics. Here was developed a digital Input/Output (I/O's) module to allow readings from sensors and control of other equipment remotely. This module is capable of automate tasks and detect events in inputs that may trigger alarms to be sent to other locations.

It's also described a system, designated of Video Datacenter (central servers) that is fault tolerant, collects alarms and manages the network of digital video surveillance. Here the focus is the reception, storage and acknowledgment of events by image visualization using Web and PDA technologies.

Although there are several applications for this type of systems was dedicated special attention to telemedicine. Here are exposed several methods and portable solutions that can be integrated to monitor vital signs of patients.

Integration of this equipments results from the need of existing an autonomous and independent way to use an image to acknowledge events triggered by vital signs equipment inside houses and buildings.

This project was conducted with straight collaboration with the company ISA – Remote Management Systems. It fits into 2 of the strategic areas from the company: building management systems and telemedicine.

Key Words: Telemedicine; MPEG4; Motion Detection; Digital Video Surveillance; Remote Management; Vital Signs; ECG, SpO₂, Pulse Oximeter, Alarms.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Motivação.....	1
1.2	Contribuição desta Tese	3
1.3	Áreas de Aplicação	4
1.4	Organização da Tese	6
2	Vídeo Vigilância Digital	7
2.1	Estado da Arte	7
2.2	Evolução da Vídeo Vigilância	8
2.3	Vantagens e Desvantagens da Vídeo Vigilância Digital.....	9
2.4	Servidor de Vídeo Digital	12
2.4.1	Arquitectura.....	12
2.4.2	Detecção de Movimento	14
2.4.3	Interfaces com outros sistemas.....	16
2.4.4	Recepção, Tratamento de Eventos e Envio de Notificações.....	17
2.4.5	Controlo de Câmaras Pan, Tilt e Zoom.....	19
2.4.6	Captura, Gravação, Pesquisa e Transmissão Remota de Imagens	20
2.4.7	Detecção e Recuperação de Falhas	21
2.5	Vídeo Datacenter – Centro de Controlo e Gestão	22
2.5.1	Arquitectura.....	22
2.5.2	Software de Gestão	25
2.5.3	Tolerância a Falhas e Segurança	27
2.6	Mobilidade	27
2.6.1	Interface Web	27
2.6.2	Interface PDA/SmartPhone.....	28
3	Aplicação da Vídeo Vigilância à Telemedicina.....	31
3.1	Introdução à Telemedicina/Telesaúde.....	31
3.1.1	Vantagens e Desvantagens da Telemedicina	31
3.1.2	Breve História da Telemedicina/Telesaúde	32
3.1.3	Prática Actual de Telemedicina.....	33
3.2	Monitorização de Sinais Vitais	34
3.2.1	Requisitos para a monitorização de sinais vitais.....	34
3.2.2	Projecto Codeblue	36
3.2.3	Projecto MobiHealth	42
3.2.4	Projecto MDKeeper/SKeeper.....	44
3.2.5	Projecto ConnectBlue.....	46
3.2.6	Projecto Card Guard.....	48
3.2.7	Projecto Ring Sensor	51
3.2.8	Projecto VivoMetrics - LifeShirt	52
3.2.9	Projecto American Telecare	53
3.2.10	Projecto Nonin - Avant	55
3.2.11	Projecto Amon	56
3.2.12	Projectos em Portugal	57
3.2.13	Conclusão	59

4	Utilização do Sistema de Vídeo Vigilância como Unidade de Registo e Transmissão de Sinais Vitais	61
4.1	Adequação do Sistema de Vídeo Vigilância para a Telemedicina.....	61
4.1.1	Optimização da Compressão de Imagem	61
4.1.2	Adaptação da central de gestão e recolha de alarmes de rede.....	65
4.1.3	Sistema de Detecção e Recuperação de Falhas (“ <i>Watchdog</i> ”).....	66
4.2	Central de Supervisão de Rede de Sinais Vitais	66
4.2.1	Notificações de Eventos	66
4.2.2	Interface Windows® Media Player™	68
4.2.3	Interface PDA/SmartPhone	68
5	Conclusões	71
5.1	Trabalho futuro.....	72
	Referências	73
	Anexo – JPEG vs JPEG2000	1
	Anexo – Apresentação da ISA	5

Índice de Tabelas

Tabela 3-1 – Comparação de equipamentos e soluções de monitorização de sinais vitais.....	59
Tabela 4-1 – Exemplo de mensagem para envio de eventos de alarme.....	66
Tabela 4-2 – Exemplo de eventos para monitorização de sinais vitais.....	67
Tabela 4-3 – Parâmetros de referência para envio de alertas.....	67

Índice de Figuras

Figura 2-1 – Arquitectura do sistema de vídeo vigilância	13
Figura 2-2 – Algoritmo de detecção de movimento.....	15
Figura 2-3 – Resultado do algoritmo de detecção de movimento.....	16
Figura 2-4 – Controlador de Entradas e Saídas Digitais (I/O's).....	17
Figura 2-5 – Envio de Notificações de Alarme para Central de Alarme (Vídeo Datacenter). 18	
Figura 2-6 – Arquitectura para controlo de câmaras PTZ.....	19
Figura 2-7 – Interface Gráfico para controlo remoto de câmaras PTZ através de uma rede IP.	20
Figura 2-8 – Arquitectura de captura gravação e transmissão de imagem.....	20
Figura 2-9 – Arquitectura do sistema em termos de integração de subsistemas.....	22
Figura 2-10 – Abstracção da plataforma de integração Look@it.....	23
Figura 2-11 – Plataforma de integração dimensionada para incluir o sistema de vídeo vigilância com entradas de sensores e saídas digitais.....	24
Figura 2-12 – Interface gráfico da aplicação de gestão. A) – Consola Principal. B) – Consulta de imagens gravadas. C) – Configuração de acções automáticas para alarmes. D) – Leitura estado sensores e actuação de saídas.....	26
Figura 2-13 – Interface de visualização WEB.....	28
Figura 2-14 – Interface de visualização via Pocket PC.....	29
Figura 3-1 – Medidor de batimentos cardíacos e níveis de oxigenação sanguíneos da Codeblue (Pulse Oximeter).....	38
Figura 3-2 – Equipamento para geração de Electrocardiograma da Codeblue (EKG).....	39
Figura 3-3 - Electrocardiograma obtido pelo sensor Telos e electrónica da Codeblue (Telos- based EKG sensor board).....	40
Figura 3-4 – Arquitectura de uma BAN (Body Área-Network).....	42
Figura 3-5 – BAN MobiHealth.....	43
Figura 3-6 – MDKeeper TM	45
Figura 3-7 - SKeeper TM	46
Figura 3-8 – Criança a medir o nível de açúcar no sangue.....	47
Figura 3-9 – Medidor de nível de açúcar no sangue via Bluetooth.....	48
Figura 3-10 – Solução PMP ₄ da Card Guard.....	49
Figura 3-11 – Ring Sensor. À esquerda arquitectura e á direita imagem de protótipo.....	51
Figura 3-12 – LifeShirt da VivoMetrics. À esquerda casaco, á direita sensores e sistema de gravação.....	53
Figura 3-13 – Equipamento utilizado. A – Equipamento utilizado pelos profissionais de saúde. B, C, D – Equipamento para vídeo conferencia para casa dos pacientes. E – Acessórios para equipamento dos pacientes.....	54
Figura 3-14 – Pulse Oximeter Avant 4000 da Nonin. À esquerda, sensor, aquisição e transmissão de sinal sem fios. À direita, equipamento de monitorização.....	56
Figura 3-15 – Sistema AMON. Sensores, á esquerda, de SpO, ECG com um ponto de medição (RA – Braço direito, LA – Braço esquerdo e RL – Perna direita), tensão arterial, actividade física (não mostrado) e temperatura (não mostrado). À direita, protótipo do sistema.....	56
Figura 4-1 – Comparação da Largura de Banda Ocupada na Rede para Transmissão de Imagens usando Compressão JPEG vs MPEG4.....	63

Figura 4-2 - Comparação do Tempo de Processador usado na Compressão de Imagens em JPEG vs MPEG4.....	64
Figura 4-3 - Desempenho Global Sistema com Compressão IMG's Para Ver e Gravar em JPEG vs MPEG4 com sistema para ver em stream MPEG4 e gravar em JPEG.....	65
Figura 4-4 – Visualização de imagens através do Windows Media Player.	68
Figura 4-5 – Interface de visualização via Pocket PC.....	69
Figura 5-1 – Variação do tamanho das imagens comprimidas de acordo com o detalhe destas.	1
Figura 5-2 - Variação do tamanho das imagens comprimidas de acordo com o nível de qualidade de compressão.....	2
Figura 5-3 – Comparação da qualidade de imagem da compressão em JPEG e JPEG2000 com a imagem original (para o mesmo tamanho de imagem).	3
Figura 5-4 – Tempo de execução da compressão de uma imagem JPEG vs JPEG2000 em função do tamanho de imagem.	3

Glossário

BAN – *Body Area Network*
BPM – *Beats Per Minute*
CMOS – *Complementary Metal-Oxide Semiconductor*
COPD – *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*
DVR - *Digital Video Recorder*
ECG – *Electrocardiogram*
EKG – *Electrocardiogram*
EMG – *Electromyographic*
I/O – *Input / Output*
JPEG – *Joint Photographic Experts Group*
MBU – *Mobile Base Unit*
MJPEG – *Multiple JPEG*
NIBP – *Non Invasive Blood Pressue*
RF – *Radio Frequency*
SMS – *Simple Message System*
SpO₂ – *Blood oxygen saturation level*

1.1 Motivação

Os recentes acontecimentos terroristas de Madrid e Londres associados ao aumento da criminalidade levam ao aumento na utilização de sistemas de segurança mais eficazes no combate a estas realidades. O desenvolvimento de novas tecnologias e a integração de sistemas na área da vídeo vigilância, demonstra a importância desta área na sociedade actual. Hoje, a tecnologia é utilizada de forma intensiva na maioria dos sistemas de segurança, quer seja na prevenção, na detecção ou na identificação de eventos. Estes sistemas são cada vez mais plurifacetados e deixam de ser usados exclusivamente para a segurança. São utilizados na gestão de edifícios, automação de tarefas, vídeo-conferência e como plataformas de interligação de sistemas. A integração de câmaras com outros sistemas faz sentido como meio de validação de eventos disparados por sensores. Onde, imagens capturadas e transmitidas remotamente são um instrumento de apoio á decisão na escolha dos melhores meios a serem enviados para o local da ocorrência.

Por outro lado, o desenvolvimento de instrumentos, técnicas de diagnóstico e medicamentos com vista a manter e melhorar o estado de saúde, foi desde sempre uma das principais preocupações do Ser Humano. Actualmente, em Portugal, 42,1% dos portugueses sofrem de hipertensão arterial, mas apenas 11% se submete a controlos periódicos, sendo o país da Europa com maior percentagem de mortes devidas a Acidente Vascular Cerebral (AVC). O controlo frequente da tensão arterial, quando sujeito a acompanhamento médico adequado e medicação rigorosa reduz o risco de insuficiência cardíaca em 50%, a hipótese de um AVC em 40% e de ataque cardíaco em 25%. Desta forma, torna-se necessário o controlo de alguns sinais vitais, o que em muitos casos implica deslocações constantes a uma unidade de saúde para efectuar tais controlos. Nos casos em que o controlo é efectuado e registado pelo paciente em casa, existe um longo período de tempo sem análise dos resultados por parte de um profissional de saúde. Este processo, implica custos associados a deslocações aos postos de saúde e/ou hospitais para a entrega dos valores medidos. Por outro lado, a falta de tempo, o stress do dia-a-dia, ou cansaço, leva a que muitas pessoas não recorram a serviços médicos adequados, para controlo e análise de sinais vitais, como: temperatura, tensão arterial

e nível de oxigenação sanguínea. Sinais estes que poderão ser reveladores de uma possível doença.

É neste contexto que surge este trabalho, onde se pretende desenvolver um sistema de vídeo vigilância digital com gestão remota, e analisar a sua aplicabilidade à Telemedicina para mais tarde poder ser utilizado em residências. Esta integração com equipamentos médicos permite reutilizar o sistema de comunicação da Vídeo Vigilância para transmitir dados para um local remoto. Possibilita ainda o acesso em tempo real de técnicos especializados a dados vitais dos pacientes quando ocorrem eventos de alarme. Outra mais valia na partilha de recursos, consiste na possibilidade de registo de dados de sinais vitais no sistema de vigilância. Desta forma, uma falha de comunicações não compromete o registo remoto dos dados. Finalmente, na ocorrência de eventos de alarme, as câmaras do sistema de Vídeo Vigilância podem facilmente ser acedidas do exterior para visualmente verificar o estado do paciente, sem que este tenha intervenção no processo. Facto relevante quando o paciente se encontra imobilizado.

Este trabalho foi desenvolvido em colaboração com a ISA, empresa especialista em Sistemas de Gestão Remota, que se dedica a várias áreas relacionadas com a telemetria, onde é realizada a aquisição de dados e a sua transmissão para lugares remotos para posterior análise ou processamento (Anexo – Apresentação ISA). O sistema apresentado nesta tese originou um produto comercial designado Look@it (lê-se Look At It), o qual se encontra a ser utilizado em vários clientes, dos quais se destaca a Sonaecom. A versatilidade da arquitectura do sistema desenvolvido permite a interligação com outros equipamentos e sensores, o que aliado às actuais necessidades de monitorização médica motiva o estudo da integração neste sistema de sensores médicos.

Este trabalho pretende também estudar a introdução de componentes de monitorização de sinais vitais no Look@it, de forma a que por um lado optimize os recursos disponibilizados no sistema de segurança, e, por outro, permita auxiliar profissionais de saúde na recolha de dados para diagnóstico, prevenção e acompanhamento de pacientes.

1.2 Contribuição desta Tese

Cada vez mais os Sistemas de Segurança incluem Vídeo Vigilância e necessitam de mecanismos próprios que torne possível a interacção com outros equipamentos de monitorização de eventos, como, detecção de movimento, intrusão, domótica, ou registo e análise de eventos de outros subsistemas. É desejável que esta análise seja o mais independente possível da intervenção humana não só para minimizar o custo associado, mas, principalmente, para evitar determinados erros e falhas inerentes a um operador. No centro de comando de um sistema de vigilância o operador terá a tarefa facilitada se o sistema de vídeo emitir automaticamente um alerta quando detecta movimento ou um subsistema controlado por este emite um alerta.

No âmbito deste trabalho foi desenvolvido um método para detecção de movimento baseado na análise de dados de vídeo no formato não comprimido. São utilizadas as diferenças entre imagens para assinalar a zona de movimento e apresentados mecanismos para a optimização da transmissão remota de vídeo através da utilização de algoritmos de compressão de imagem. No campo da interacção com câmaras móveis (capacidades de zoom e controlo de motores de deslocamento da câmara no plano horizontal e vertical) foram integrados vários protocolos de comunicação, dos quais se destaca o PELCO¹. Esta funcionalidade permite o controlo remoto deste tipo de câmaras por um operador através da Internet.

Também é apresentado um módulo digital de entradas e saídas (*I/O's – Inputs/Outputs*) que permite a leitura do estado de sensores e a actuação de saídas remotas e em cujo desenvolvimento e integração no servidor de vídeo o autor participou. Permite por exemplo, a realização de operações de domótica através da automação de tarefas. Possibilita ainda a detecção de eventos nas entradas que poderão originar alarmes a serem enviados para um local remoto.

No âmbito desta tese o autor participou igualmente no desenvolvimento de um sistema de recepção de alarmes, controlo e gestão da rede, designado de Vídeo Datacenter, tendo sido dada especial atenção à recepção, registo e validação de eventos através da consulta de imagens utilizando interfaces Web e PDA.

Quer no servidor de vídeo, quer no datacenter foram implementados mecanismos de tolerância a falhas, onde foram tidos em conta os seguintes aspectos: detecção, registo,

¹ Protocolo de comunicação para controlo de câmaras motorizadas que utiliza um bus de 2 fios RS485.

correção automática (quando possível) e alertas de funcionamento anormal através de SMS ou E-mail.

Finalmente, foi efectuada uma análise da aplicabilidade da vídeo vigilância digital e gestão remota à Telemedicina. Resumidamente, o estudo centrou-se na aquisição remota de dados fisiológicos através de equipamento muito simples, reutilizando componentes do sistema de vídeo vigilância, para armazenamento e transmissão de dados e imagens para locais de monitorização remotos. Os dados são disponibilizados em tempo real aos profissionais de saúde, que acedem a estes via Internet. Esta integração será uma ferramenta importante e poderosa ao dispor dos profissionais de saúde, tanto na prevenção, diagnóstico e tratamento como na reabilitação de pacientes.

Desta forma, tendo como base o sistema de vídeo vigilância digital, foram introduzidas melhorias no sistema de transmissão de imagens e dados para locais remotos. Foram ainda estudadas interfaces para monitorização de sinais vitais e desenvolvidas formas de acesso ao sistema através de dispositivos móveis.

1.3 Áreas de Aplicação

Os sistemas de vídeo vigilância são desde há muito utilizados para monitorizar zonas sensíveis, tais como bancos, edifícios públicos, centros comerciais, lojas, visualização de trânsito, praias, etc.

No entanto, devido à necessidade de melhorar os cuidados de saúde e diminuir os tempos de internamento vamos abordar com mais profundidade a sua aplicação à telemedicina.

À medida que as tecnologias, nas suas mais diversas vertentes, vão evoluindo têm vindo muitas das vezes a ser conjugadas de forma a providenciar serviços de saúde de melhor qualidade ao cidadão e, de certa forma, a democratizar o acesso a esses mesmos serviços de saúde, tornando-os, por um lado, mais acessíveis a um maior número de pessoas e, por outro lado, disponíveis de forma mais descentralizada possível.

Estes melhoramentos, de maior ou menor natureza tecnológica, têm-se verificado quer na fase de prevenção (rastreios, informação) de determinados estados de doença, quer no tratamento, acompanhamento ou fase de reabilitação após o tratamento dessa mesma doença.

A utilização de um sistema de transmissão remota de imagens de Vídeo Vigilância Digital aplicado à Telemedicina é reservada principalmente aos locais onde existem

necessidades de segurança e pacientes com necessidade de monitorização constante de sinais vitais.

È importante referir que com o envelhecimento da população, assiste-se cada vez mais a um maior isolamento desta população nas suas habitações, o que suscita uma maior vulnerabilidade perante a criminalidade, fazendo aumentar o clima de insegurança. Por outro lado, o envelhecimento da população também leva a que seja necessário uma maior atenção com o estado de saúde.

Assim as aplicações mais comuns para este tipo de sistemas são as residências de pessoas idosas. Onde é importante não só a detecção e registo de intrusão mas também a monitorização constante de sinais vitais. Com este sistema evitam-se assim deslocações, poupando tempo e recursos tanto aos profissionais de saúde como aos pacientes. É de salientar que, uma vez feitas as medições num ambiente familiar e não ameaçador, não ocorre o “efeito de bata branca” que, segundo estudos realizados, distorce em 20% a exactidão das medidas efectuadas. Outra vantagem consiste no facto de ao serem utilizados mecanismos para detecção de sinais anormais poderem ser emitidos alarmes, iniciando assim uma validação visual e o respectivo acompanhamento dos pacientes através das câmaras instaladas nas suas residências.

No entanto, o sistema também pode ser utilizado noutros locais onde seja necessário monitorizar sinais vitais, tais como: clínicas privadas, hospitais, lares de idosos, centros de reabilitação, casas de repouso, etc.

1.4 Organização da Tese

Este trabalho focaliza duas áreas: Sistemas de Vídeo Vigilância Digital e a sua aplicação à Telemedicina. No capítulo 1 é apresentada a motivação e o contexto da tese, os seus objectivos e uma breve descrição do trabalho desenvolvido.

O capítulo 2 descreve o sistema de Vídeo Vigilância Digital – Look@it, e as suas principais características. Refere aspectos tais como a tolerância a falhas, arquitectura, formas de visualização e consulta de imagens, plataforma de gestão, interacção com sensores e actuadores.

No capítulo 3 é descrita a aplicação da Vídeo Vigilância à Telemedicina. É realizada uma introdução e descrição das práticas actuais da Telemedicina, são analisados os aspectos a ter em conta na monitorização de sinais vitais e são apresentadas várias referências a projectos, soluções e equipamentos existentes.

O capítulo 4 descreve a integração da Telemedicina no sistema de Vídeo Vigilância Digital. Apresentam-se alterações realizadas ao sistema de Vídeo Vigilância de forma a serem utilizadas futuramente num ambiente de Telemedicina. É apresentada ainda uma proposta de uma central de supervisão para uma rede de pacientes com notificações de eventos e meios de acesso a imagens.

Para finalizar, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões da tese, tecendo algumas considerações sobre o trabalho realizado e fazendo algumas propostas para trabalhos futuros.

Neste capítulo são abordados aspectos relacionados com a origem, vantagens e desvantagens dos sistemas de Vídeo Vigilância Digital bem como o actual estado da arte nestas áreas.

O capítulo é iniciado com uma breve descrição sobre os principais conceitos associados à área da segurança. Estes conhecimentos são importantes na interpretação dos vários métodos e opções apresentados nas restantes secções deste capítulo e ao longo de todo o trabalho.

2.1 Estado da Arte

Existem actualmente muita oferta no mercado na área da vídeo vigilância, o que torna a capacidade de inovar e adaptar o produto às necessidades específicas de cada utilizador, através da integração de sistemas, um factor extremamente importante.

Nesta área existem vários modelos de sistemas que competem entre si, desde as soluções baseadas em hardware dedicado, até às soluções baseadas em PC's com e sem gestão remota. Existem, ainda, soluções baseadas apenas em placas de aquisição e câmaras baratas, onde impera o conceito do *“do it yourself”*. Contudo, o utilizador final interessa-se mais por soluções completas, chave-na-mão, onde existe ajuda profissional não só na instalação, mas também no aconselhamento e configuração da solução que melhor se adequa ao seu caso.

Assim, a crescente evolução das tecnologias, acompanhada pelos preços cada vez mais baixos de componentes electrónicos e a convergência para o IP, tornam os produtos de Vídeo Vigilância utilizáveis num maior leque de aplicações, desde residências, espaços comerciais e serviços até às empresas e indústrias que pretendem obter uma maior segurança das suas instalações.

A solução desenvolvida no âmbito desta tese embora tenha sido inicialmente construída com o objectivo da gestão remota de grandes espaços comerciais e empresariais, posteriormente, foi adaptada para uma vertente doméstica, na qual foi dimensionada com um

menor número de câmaras e interligada com módulos de domótica e automação. A sua arquitectura é modular, o que torna possível a coexistência de câmaras IP com uma solução baseada em PC.

Na sua vertente mais evoluída, a solução permite a gestão de um elevado número de câmaras que podem estar dispersas geograficamente sob grandes áreas. A interface com o sistema é realizada através de IP (cabo de rede), o que permite uma maior robustez na gravação e visualização de imagens, a qual pode ser feita tanto localmente como remotamente.

Actualmente também no mercado profissional, se tem assistido a uma tendência para a incorporação de módulos de automação para controlo de pequenas tarefas, como por exemplo, comando de iluminação para controlo do consumo de energia eléctrica. Neste sentido, a solução de Vídeo Vigilância aqui apresentada contempla as principais necessidades actuais do mercado doméstico e empresarial.

2.2 Evolução da Vídeo Vigilância

Inicialmente a vigilância era realizada através de meios analógicos baseados em sistemas de gravação magnética em cassette. Mais tarde, com a evolução, assistiu-se a uma introdução de equipamentos digitais baseados em hardware dedicado com o inconveniente do custo associado ser elevado. A evolução da informática e os preços cada vez mais baixos permitem o aparecimento das soluções baseadas em PC's, onde o controlo do sistema é ainda local. Posteriormente o aumento da velocidade das ligações de rede dentro (LAN's) e fora (Internet) das organizações permitiu o aparecimento dos primeiros sistemas de visualização remota e equipamentos de gravação digital, apesar de continuar a existir a componente analógica desde estes equipamentos até às câmaras. O próximo passo foi "dar" conectividade IP às próprias câmaras. Contudo os preços eram proibitivos.

Neste momento, está-se a assistir aos primeiros passos na generalização da próxima geração de componentes de CCTV (*Closed Circuit Television*) onde, com o decréscimo dos preços, as câmaras IP serão largamente adoptadas. No entanto, durante este período de mudança ainda existe lugar para as soluções baseadas em PC para gravação e armazenamento de imagens, uma vez que as câmaras IP ainda estão limitadas neste campo, pois ainda não possuem as capacidades de processamento equivalentes a um PC. Não permitem, por exemplo, a execução de complexos algoritmos de detecção de formas com elevada precisão

ou fazer a interligação com outros equipamentos, tais como dispositivos X10 ou sistemas POS (*Point of Sail*) oferecendo valor acrescido.

Outra funcionalidade dos actuais sistemas de gravação de imagens é a necessidade de realizar cópias de segurança como forma de salvaguardar e proteger as imagens gravadas contra vandalismo.

Num futuro próximo o factor crítico de sucesso na área da Vídeo Vigilância será a integração não só de câmaras IP, mas também de outras soluções de gravação digital, uma vez que será sempre necessário a coexistência de câmaras analógicas com câmaras IP e domótica na vertente redução de custos energéticos.

Num futuro mais distante a aposta será na mobilidade, com a passagem definitiva para as redes IP sem fios não só a nível interno (LAN's), mas também a nível externo (Internet) com recurso à 4ª geração das redes móveis. Durante os próximos anos o mercado para os sistemas de domótica integrados com redes informáticas sofrerá um aumento significativo, pois deverão possuir interfaces baseadas em dispositivos sem fios (PDAs ou Smartphones) e com possibilidade de serem operados através da Internet.

Por outro lado, pequenos dispositivos, de baixo custo e transparentes para o utilizador (sistemas embutidos), existirão cada vez em maior número monitorizando ou controlando mais processos do dia a dia. Como exemplos destacam-se os sistemas de aquecimento e ar condicionado, sistemas de detecção de fuga de gás ou inundação com corte automático das respectivas válvulas de gás ou água, ou os sistemas de controlo de acessos com validação através de sensores biométricos. Estes sistemas deverão comunicar entre si através da Internet e, igualmente, poderem ser operados ou emitir alarmes para telemóveis.

Em suma, a evolução das câmaras IP tem impulsionado os sistemas de Vídeo Vigilância, nomeadamente DVR's (*Digital Video Recorder*) e as soluções baseadas em PC no sentido dos grandes clientes, onde as necessidades se centram principalmente na satisfação de requisitos dos clientes das seguradoras, criando aplicações cada vez mais inteligentes.

2.3 Vantagens e Desvantagens da Vídeo Vigilância Digital

A utilização de sistemas de vídeo vigilância digital revolucionou os métodos tradicionais de vigilância.

A evolução da Humanidade suscitou a necessidade da protecção de bens e serviços contra furto e actos de vandalismo. Sem a existência de segurança não existe garantia de

protecção de investimentos realizados o que constitui um elevado risco de poderem ser levados ou danificados por terceiros. Quanto mais elevado é o valor do bem a proteger maior é o investimento efectuado.

Nos primórdios a segurança era assente apenas em recursos humanos para assegurar em simultâneo a cobertura de todas as áreas sensíveis o que a tornava demasiado dispendiosa. A introdução dos primeiros sistemas de vigilância baseados em câmaras analógicas e monitores permitiu uma redução acentuada dos custos com homens através da introdução do conceito de posto de vigilância central. Contudo, a segurança dependia fortemente do nível de atenção com que o segurança estava a observar as imagens do monitor, não podendo rever um evento que suscitasse suspeita. Caso fosse necessário mais tarde, em tribunal, o conceito de prova da ocorrência de intrusão era baseado apenas no relato do segurança.

Os primeiros sistemas de segurança com gravação em cassette, no formato de vídeo analógico, constituíram um avanço na análise de situações suspeitas ao permitir a consulta de imagens gravadas. Por outro lado, permitiu nova redução em termos de recursos humanos, embora menos significativa, ao permitir que alguns locais não tivessem recursos humanos para ver imagens durante a noite, bastando a gravação de eventuais eventos em cassette. Também aumentou a aplicabilidade destes sistemas a locais onde bastam equipamentos de gravação de imagens sem existência de recursos humanos, sendo consultados os eventos suspeitos pelo proprietário do sistema.

Contudo, estes sistemas são limitados ao obrigarem à troca periódica e rotatividade de cassetes de gravação, estarem sujeitos ao encravamento e desgaste de cassetes e cabeças de leitura do vídeo, obrigarem a cuidados redobrados para garantir que uma cassette permita a gravação de eventos de uma noite. Estas limitações, aliadas ao avanço da electrónica, da informática e da era digital, levaram ao surgimento de equipamentos de vigilância com gravação em suporte digital, o que permite a substituição dos sistemas baseados em cassette.

Existem dois tipos de equipamentos digitais, um baseado em hardware específico e outro baseado numa arquitectura de PC.

A vantagem das arquitecturas de PC relativamente ao hardware dedicado para a segurança consiste em, por um lado, este equipamento evoluir facilmente ao beneficiar da evolução da informática e da capacidade de processamento, e por outro, permitir uma fácil programação e capacidade de adaptação do software ao serem utilizadas linguagens de alto nível. Outra vantagem destes sistemas consiste na possibilidade do mesmo hardware ser utilizado em simultâneo por outro software para outros fins, rentabilizando o investimento efectuado. A vantagem dos sistemas de segurança digitais puramente baseados em hardware

dedicado consiste no seu elevado grau de fiabilidade. No entanto, a baixa fiabilidade dos sistemas baseados em PC é melhorada com a utilização de sistemas operativos baseados em Linux modulados para esta realidade e com a utilização de sistemas de “*watchdog*” por software e hardware. Estes têm a função de detectar o funcionamento anormal do sistema e tomar acções correctivas.

Actualmente, a grande vantagem dos sistemas baseados em PC é a sua alta capacidade de integração e controlo de outros sistemas tais como controlo de acessos, sistemas de controlo de ponto, centrais de intrusão, etc. Estes sistemas podem ser ainda rentabilizados no caso de estabelecimentos comerciais onde para além da segurança são utilizados para controlo dos bens facturados, ao serem cruzadas imagens dos bens transaccionados com o valor emitido na factura e comprovar a sua correspondência. Esta arquitectura permite ainda a construção de sistemas de vigilância mais avançados para utilização no reconhecimento facial de pessoas em aeroportos ou outros locais, assim como a construção de redes de PC's de vigilância digital. Aqui esta abordagem permite nova redução de custos com recursos humanos ao centralizar a gestão de um conjunto de edifícios espalhados geograficamente por grandes distâncias num ou dois pontos de gestão. Nesta topologia a gravação pode ser distribuída e/ou centralizada, permitindo uma maior redundância.

O avanço da tecnologia das câmaras e do CMOS - Complementary Metal-Oxide Semiconductor permitiu o aparecimento de câmaras IP, sem gravação ou com gravação limitada. Nestes casos, mais uma vez, uma arquitectura baseada em PC permite a coexistência destas câmaras com câmaras analógicas permitindo uma grande flexibilidade.

Existem ainda sistemas de vigilância baseados apenas em câmaras IP com a vantagem de possuírem uma instalação simplificada ao permitir a reutilização da infra-estrutura de rede informática existente. Contudo, a gravação de imagens é realizada apenas num servidor o que utiliza permanentemente largura de banda. Para além deste facto, uma falha na rede ou no servidor de gravação significa imagens a não serem gravadas. Por outro lado, uma arquitectura baseada em vários PC's com um grupo de câmaras analógicas e ligados entre si através de uma rede informática e controlados por um servidor central permite baixar os custos de instalação e oferecer maior redundância e tolerância a falhas. Neste modelo, cada PC possui um disco de gravação local, o que não torna estes sistemas dependentes da rede para gravação. A falha de um destes sistemas significa apenas um conjunto de câmaras a não serem monitorizadas. Nesta abordagem o servidor central serve para controlo da rede, monitorização de funcionamento dos restantes PC's e realização de backups de imagens gravadas. Outra vantagem consiste no rácio dado pelo somatório do espaço de gravação de

cada PC com o número total de câmaras permitir uma autonomia de gravação superior relativamente ao uso em exclusivo de câmaras IP e um servidor central de gravação. A desvantagem desta abordagem face às câmaras IP consiste em ser economicamente desfavorável em instalações entre 1 a 4 câmaras. A situação inverte-se quando o número de câmaras aumenta, pesando mais o custo mais elevado das câmaras IP face a câmaras analógicas mais PC para sistemas com a mesma qualidade.

2.4 Servidor de Vídeo Digital

A crescente insegurança e a necessidade de vigiar e controlar remotamente infra-estruturas e instalações, são aspectos com que as pessoas, empresas e instituições se preocupam cada vez mais.

Um sistema de vídeo vigilância e gestão remota garante de modo eficiente a protecção e segurança de propriedades, permitindo detectar e identificar intrusos, activar alarmes e colocá-los em comunicação com operadores locais ou remotos em tempo real, monitorizar tarefas, bem como, gerir equipamentos e dispositivos remotamente.

O servidor de vídeo desenvolvido responde a todas estas necessidades. Consiste num sistema integrado de vídeo vigilância e gestão remota, baseado em robustos servidores de Vídeo Digital, com os quais é possível monitorizar simultaneamente até 64 câmaras em paralelo, assim como controlar remotamente uma grande variedade de dispositivos. Para isso é necessário acesso a uma rede local, Internet, e/ou redes de comunicação móvel, tais como WiFi, GPRS ou UMTS.

2.4.1 Arquitectura

A Figura 2-1 ilustra a arquitectura modular utilizada pelo sistema de segurança, onde é realçada a componente remota de acesso a imagens e gestão de todo o sistema de vídeo vigilância digital. Esta arquitectura permite uma simples e fácil expansão do sistema através da adição de mais servidores de vídeo vigilância á rede.

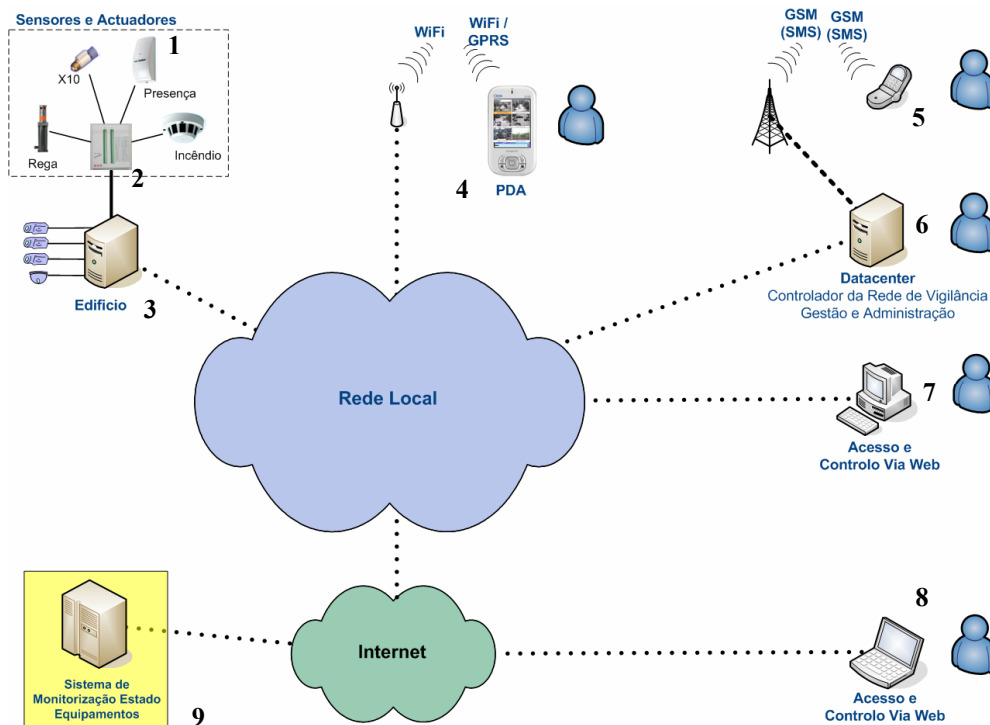


Figura 2-1 – Arquitectura do sistema de vídeo vigilância

O sistema de vídeo vigilância digital remota, representado na Figura 2-1, possui um módulo de entradas e saídas (2) ao qual podem ser acoplados vários tipos de sensores, actuadores e outros sistemas (1) controlados pelo servidor de vídeo vigilância digital (3). Este equipamento realiza a aquisição de imagens, detecção de movimento, compressão, gravação em suporte digital e transmissão de imagem para locais remotos em formato JPEG. As imagens podem ser visualizadas em PDA's (4), PC's (7) e Portáteis (8) através de interface WEB.

A gestão, administração e controlo da rede de servidores (3) é realizada através de um servidor central designado por Vídeo Datacenter (6). No caso de ser necessário um alto nível de redundância podem ser instalados vários Vídeo Datacenter's (6) na rede, cuja função será a vigia mutua de funcionamento, que em caso de falha de um deles, os outros permitam assegurar a disponibilidade dos serviços. A preocupação com o funcionamento deste ponto de gestão, deve-se a esta aplicação receber eventos de detecção de movimento remotos do servidor de vídeo vigilância (3), de mudanças de estado das entradas e das saídas realizadas através do equipamento (2).

O Vídeo Datacenter pode estar configurado para responder a estes eventos com envio de notificações para telemóveis (5) e para endereços de correio electrónico. O funcionamento da rede é assegurado através de sistemas de monitorização remoto (9), onde é detectado o estado

dos equipamentos em termos de comunicação e funcionamento. Em caso de falha são geradas notificações via SMS e correio electrónico. Existe ainda um sistema de detecção de falhas e recuperação automática de funcionamento anormal nos servidores (3) constituído por um módulo de software e hardware.

2.4.2 Detecção de Movimento

O algoritmo de detecção de movimento, descrito em pseudo-código pela Figura 2-2 caracteriza-se pela sua grande versatilidade, permitindo uma configuração com maior rigor e maior peso computacional ao utilizar mais imagens e uma configuração menos exigente em termos de qualidade e processamento.

A configuração menos exigente satisfaz com eficiência as necessidades de detecção de movimento dos sistemas de segurança permitindo a construção de sistemas baseados em arquitecturas de PC de baixo custo sem comprometer a performance exigida pelos utilizadores.

Esta configuração utiliza 2 imagens para o cálculo de uma média de pixels a ser utilizada na comparação da diferença com a imagem actual. Outra forma de otimizar e conhecer sempre os requisitos em termos de velocidade de processamento consiste em seleccionar sempre o mesmo nº de pixels a ser utilizado no cálculo da média, de acordo com o tamanho da imagem. No caso dos sistemas de segurança com gravação, o mercado é mais receptível a sistemas com resoluções de imagens iguais ou superiores a 384x288. Tendo em conta esta necessidade, e de acordo com o número total de câmaras existentes, o sistema é configurado para adquirir imagens com resoluções de 768x576, 640x480 ou 384x288. Depois da captura é realizada uma redução do tamanho da imagem para transmissão para locais remotos de acordo com a largura de banda disponível, qualidade de imagem pretendida e tipo de equipamento onde vão ser visualizadas as imagens das câmaras em tempo real. Para efectuar a detecção de movimento o sistema reduz o tamanho da imagem de forma proporcional para um total de 27648 pixels (ou seja 192x144). Por exemplo, numa imagem adquirida com a resolução de 384x288, com um total de 110592 pixels, são utilizados apenas 27648 pixels, o que equivale a usar um em cada 4 pixels.

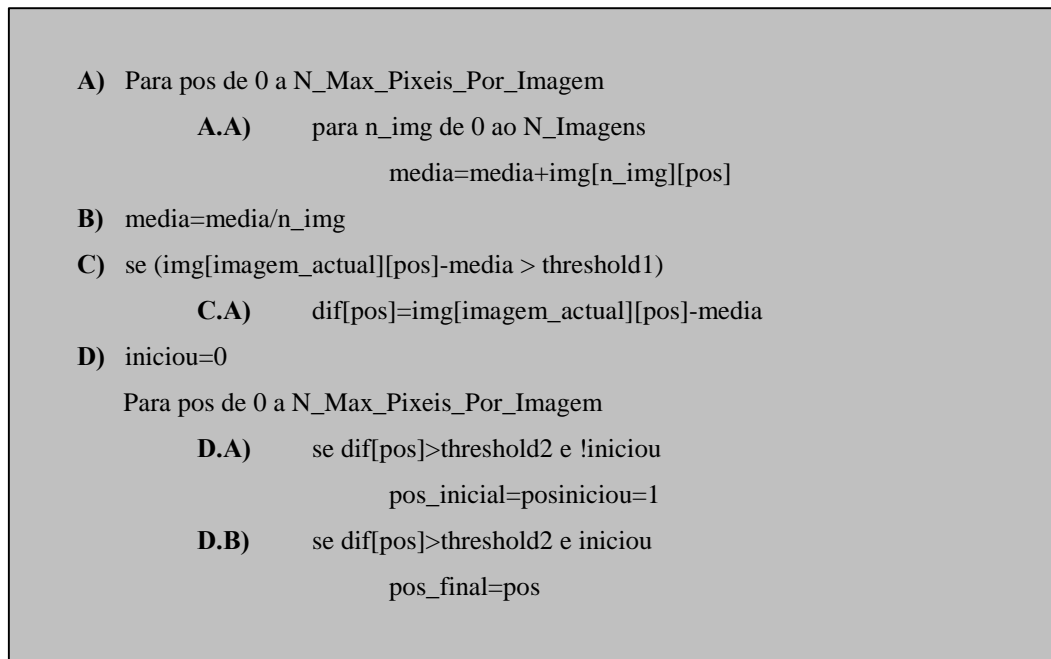


Figura 2-2 – Algoritmo de detecção de movimento.

Na Figura 2-2 A) representa-se a obtenção da média temporal de um determinado pixel com uma coordenada “POS” na imagem, ao longo das “N_Imagens” definidas para serem utilizadas na detecção de movimento. Nesta implementação só é utilizada a imagem actual e a anterior por motivos de performance. Contudo, pode-se utilizar um maior número de imagens, o que, por um lado, impõe um peso acrescido em termos de desempenho do sistema mas aumenta a fiabilidade da média e a tolerância ao ruído.

Posteriormente, é realizado em B) o cálculo da média e em C) é actualizada a diferença na matriz de diferenças caso o pixel da coordenada “POS” da imagem actual diferir da média um valor superior a threshold1 (neste caso foi utilizado o valor 40).

Finalmente em D) percorre-se toda a imagem de diferenças em busca do primeiro e do último pixel em que a diferença é superior a determinado valor designado de threshold2 (neste caso foi utilizado o valor 40), onde são identificadas e assinaladas as zonas de movimento. Caso existam múltiplas zonas de movimento, são ignoradas e agrupadas numa única zona. Na saída o valor “pos_inicial” e “pos_final” corresponde aos cantos superior esquerdo e inferior direito, respectivamente, do quadrado que delimita a zona de movimento.

O resultado final da execução do algoritmo da detecção de movimento é dado pela Figura 2-3.

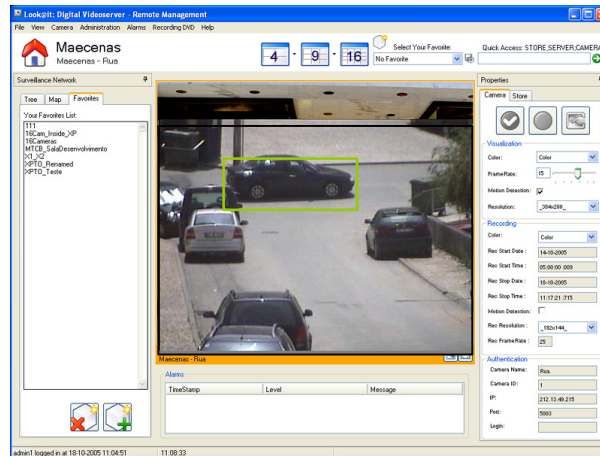


Figura 2-3 – Resultado do algoritmo de detecção de movimento.

O algoritmo de detecção de movimento para além de servir para identificar com precisão o local efectivo onde está a existir movimento e alertar visualmente o operador/segurança, como demonstrado na Figura 2-3, também serve para despoletar a gravação de imagens.

O sistema de vigilância digital possui um tipo de configuração, definido pelo utilizador, onde pode gravar imagens apenas quando é detectado movimento. Esta funcionalidade permite, por um lado, a optimização da utilização do espaço em disco gravando apenas imagens com interesse e, por outro, encurta o tempo de consulta de imagens gravadas pois no sistema apenas existem registos de ocorrências com interesse. Através da informação da existência de movimento podem ainda ser enviados eventos para uma central de recepção de alarme para alertar o operador da existência de actividade numa determinada câmara.

2.4.3 Interfaces com outros sistemas

O sistema de vídeo vigilância e gestão remota possui interfaces com vários sistemas, o que permite aumentar as áreas de aplicabilidade deste sistema para além da área da segurança.

Através da inclusão de um módulo de entradas e saídas digitais (E/S ou I/O – Inputs/Outputs) podem ser integrados vários sistemas, tais como centrais de intrusão ou incêndio (Figura 2-4). Existem várias formas de integração, sendo uma delas a ligação de sinais das saídas de alarme destes sistemas às entradas do módulo de I/O's de forma ao sistema de vigilância receber eventos desses equipamentos.



Figura 2-4 – Controlador de Entradas e Saídas Digitais (I/O's).

O controlador da Figura 2-4 foi desenvolvido para facilitar a integração de outros sistemas. Este dispositivo permite a ligação directa de sensores digitais ao módulo de I/O's e de equipamentos, tais como sistemas de iluminação e rega, ás saídas digitais do módulo de I/O's. Com esta interligação os eventos de mudança de estado do controlador de I/O's são utilizados para alertar o operador de acontecimentos críticos noutros sistemas. Este aviso serve para o evento ser validado através de câmaras que estejam perto das ocorrências. Pois com uma inspecção visual são eliminados falsos alarmes e permite o encaminhamento de meios adequados para o local de forma a resolver o evento ou anomalia.

Com a utilização de um outro módulo (PCIOX10) é possível a inclusão da dómotica num edifício ou habitação através do controlo de dispositivos X10. O X10 é um protocolo que permite a modulação de sinais na rede eléctrica. Estes sinais são modulados e interpretados por pequenos sistemas colocados nas tomadas existentes na instalação eléctrica. Existem dispositivos X10 para controlo desde iluminação, controlo de estores eléctricos, a controlo de electrodomésticos, etc.

Foi ainda desenvolvido, através da porta RS232, um interface para sistemas de caixas registadoras (POS - *Point Of Sale*) onde é realizada a associação da facturação de produtos, em termos de quantidade e preço, às imagens que estão a ser adquiridas pelo sistema de vigilância. Posteriormente são consultadas imagens e através de inspecção visual destas verifica-se se a facturação realizada corresponde efectivamente aos itens comercializados em termos de referência, preço e quantidade.

2.4.4 Recepção, Tratamento de Eventos e Envio de Notificações

Todos os eventos detectados no servidor de vídeo-vigilância (3) da Figura 2-1 são enviados para um ponto central designado de Vídeo Datacenter's (6) (Figura 2-1) para

posterior processamento. Quando existe a necessidade de uma alta disponibilidade e tolerância a falhas pode existir mais do que 1 Vídeo Datacenter, onde existe uma vigia mútua de estado de funcionamento. Neste cenário, a carga computacional da recepção de eventos pode ser distribuída pelos Vídeo Datacenter's disponíveis, de forma a existir um equilíbrio. Em caso de falha de um destes Vídeo Datacenter's as tarefas são redistribuídas pelos restantes equipamentos.

Para além da recepção de eventos os Vídeo Datacenters podem estar programados para efectuarem uma recolha automática de imagens gravadas, actuarem uma saída dos módulos de I/O's ou X10, activar ou desactivar a gravação em determinado horário.

Sempre que um evento é recebido é consultada uma tabela de acções que estão associadas aos eventos e decidida qual a acção a ser tomada. Uma das acções possíveis será o envio de uma notificação via SMS ou correio electrónico para um ou vários destinos configuráveis (Figura 2-5).

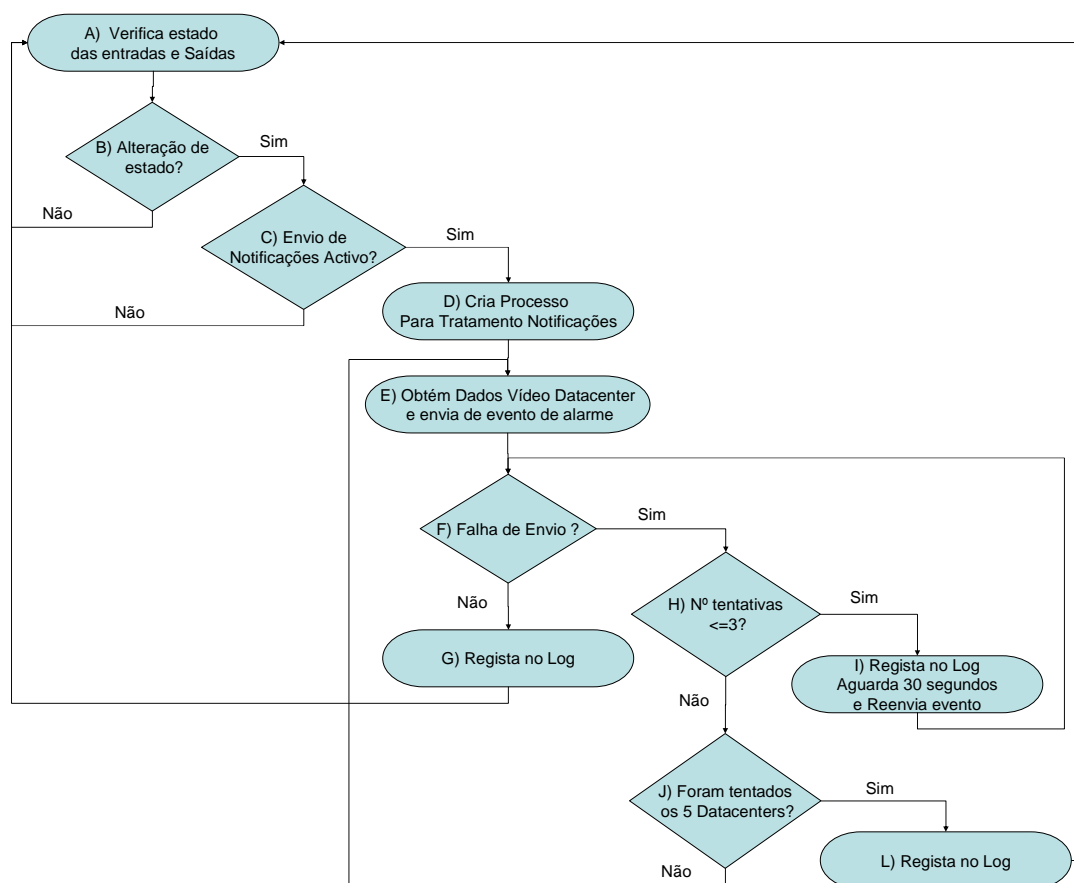


Figura 2-5 – Envio de Notificações de Alarme para Central de Alarme (Vídeo Datacenter).

De acordo com a Figura 2-5 as entradas e as saídas são verificadas periodicamente, no caso de existir uma alteração e estar activo o envio de notificações são enviados eventos de alarme para um Vídeo Datacenter até um máximo de 5. Em caso de falha na comunicação com um dado Vídeo Datacenter são realizadas até 3 tentativas de notificação antes de ser tentado o Vídeo Datacenter seguinte até um máximo de 5.

No caso em que não exista sucesso no envio do alarme após 15 tentativas (3x5), o que equivale a cerca de sete minutos e meio (cada tentativa possui um intervalo de 30s) o alarme e as tentativas de notificação ficam registados em ficheiro para mais tarde ser consultado quando as comunicações forem restabelecidas.

2.4.5 Controlo de Câmaras Pan, Tilt e Zoom

O sistema de vídeo vigilância permite o controlo de câmaras com motores de deslocação verticais, horizontais e de zoom (PTZ – Pan & Tilt e Zoom). Este controlo é efectuado através de um bus RS485, onde é implementado um protocolo de comando de acordo com cada tipo de câmara. Actualmente, encontram-se implementados no módulo de controlo de câmaras os protocolos PELCO, WOOJU e DT7722 no servidor de vídeo vigilância (Figura 2-6).

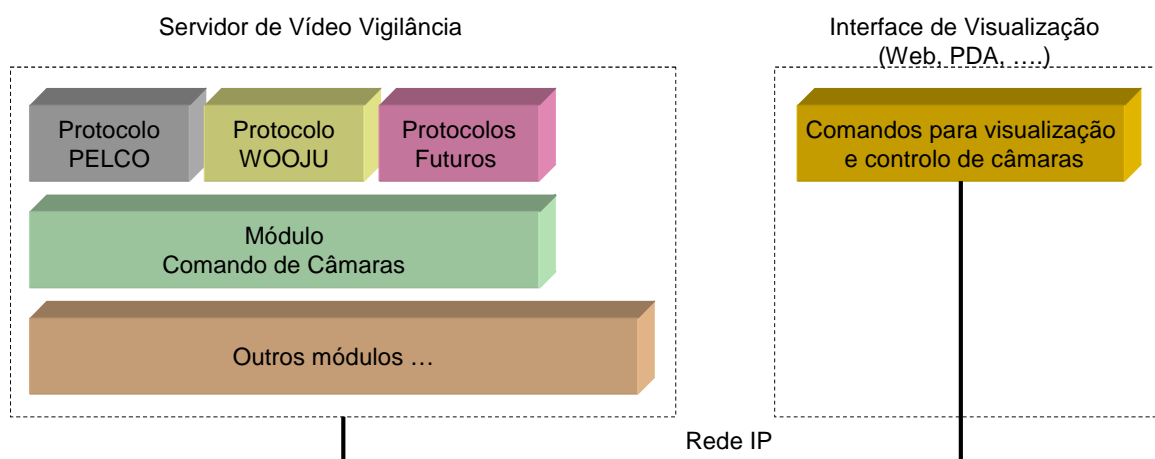


Figura 2-6 – Arquitectura para controlo de câmaras PTZ.

O Protocolo PELCO é suportado pela maioria das câmaras PTZ e utiliza o bus RS485 como meio de comunicação, o que permite a construção de uma rede de comando e controlo de câmaras endereçáveis. Por sua vez, o protocolo WOOJU é proprietário, utiliza a interface da porta paralela e permite o controlo simultâneo de 8 câmaras. O comando remoto dos

movimentos deste tipo de câmaras é realizado remotamente através de um joystick, teclas de direcção do teclado ou do rato (Figura 2-7).



Figura 2-7 – Interface Gráfico para controlo remoto de câmaras PTZ através de uma rede IP.

2.4.6 Captura, Gravação, Pesquisa e Transmissão Remota de Imagens

A Figura 2-8 mostra os principais módulos existentes no servidor de vídeo vigilância digital directamente relacionados com a aquisição, processamento e transmissão de imagem.

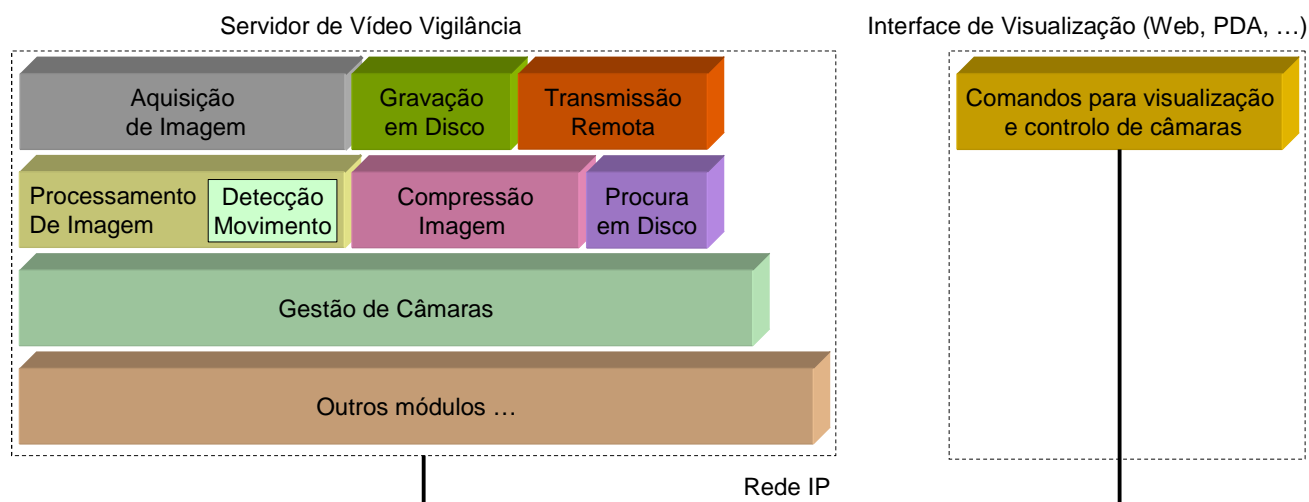


Figura 2-8 – Arquitectura de captura gravação e transmissão de imagem.

Desta figura é importante referir o facto de a imagem ser adquirida com a mesma resolução da gravação (mínimo 384x288 até 768x576), no caso da resolução de visualização ser diferente da de aquisição o módulo de processamento de imagem faz o ajuste necessário.

Depois a imagem passa pelo módulo de compressão que utiliza o algoritmo JPEG, tanto para gravação local de imagens como para transmissão remota.

O sistema, para além da pesquisa de imagens gravadas em disco, permite ainda a selecção de imagens e o agendamento de um modo de transmissão via FTP para um ponto central, com o objectivo de realizar um backup das imagens gravadas.

2.4.7 Detecção e Recuperação de Falhas

O actual sistema de vídeo vigilância digital foi desenhado com o objectivo de suportar uma rede com vários servidores locais aos quais se ligam câmaras analógicas e um ou vários pontos centrais de gestão e administração da rede.

Os servidores locais funcionam de forma autónoma usando o(s) servidor(es) central(is) para envio de eventos de alarme e armazenamento de imagens de backup. Estes equipamentos possuem 3 tipos de mecanismos para detecção e recuperação de falhas designados de “*watchdog*”, dois por software e um por hardware de acordo com o grau de fiabilidade exigido. O software do sistema de vigilância é constituído por vários módulos, cada um com a sua função específica, onde é necessário assegurar o seu bom funcionamento.

Para isso foi criado um “*watchdog*” de nível 1 que testa os vários módulos periodicamente e garante um reboot diário dentro de um intervalo horário preestabelecido. No caso de ser detectado um funcionamento anormal do software o *watchdog* reinicia os módulos necessários. Este processo é tentado até 5 vezes, caso a anomalia persista origina um reboot automático do PC. Este reboot serve para reiniciar por completo o software de vigilância e o próprio sistema operativo.

Contudo, em caso de falha deste “*watchdog*” de nível 1 o funcionamento do equipamento fica comprometido, motivo pelo qual foi criado um “*watchdog*” de nível 2 para vigiar o funcionamento do primeiro. Esta abordagem cobre a generalidade das falhas de qualquer dos módulos do software, menos as eventuais falhas do sistema operativo.

Tendo em conta este aspecto, foi criado um *watchdog* por hardware com capacidade de actuar directamente no botão de reset do PC e que testa o funcionamento dos *watchdogs* de software de forma redundante e do PC. Em caso de falha dos *watchdog* por software, toma a acção extrema de fazer um reset ao sistema através do corte da alimentação. Como este sistema também pode estar sujeito a falhas, o PC também vigia este hardware e possui a capacidade de fazer um reset a esse *watchdog* para retomar o seu funcionamento normal.

Estes mecanismos garantem uma protecção elevada quanto a detecção de falhas e recuperação automática dos servidores locais. No entanto são ineficazes quando existe uma falha de energia, ou caso exista um componente de hardware, por exemplo um disco duro, que falhe. Nesta circunstância o watchdog por mais resets que faça ao servidor local nunca o consegue recuperar. Esta situação levou á criação de mais um sistema de watchdog a correr no(s) servidor(es) centrais que detecte a falha ou funcionamento anormal de um servidor local e emita de imediato uma notificação de alerta via SMS ou e-mail para um responsável pela manutenção do sistema.

Finalmente, foi ainda contemplado a possibilidade da existência de redundância de servidores centrais, onde a falha de um implica uma redistribuição das tarefas e serviços pelos restantes servidores centrais (ver secção 2.5.3).

2.5 Vídeo Datacenter – Centro de Controlo e Gestão

2.5.1 Arquitectura

O actual sistema de gestão é caracterizado pelo alto grau de integração de diversos subsistemas, oriundos de fornecedores diferentes e baseados em protocolos distintos, de acordo com cada subsistema (Figura 2-9).

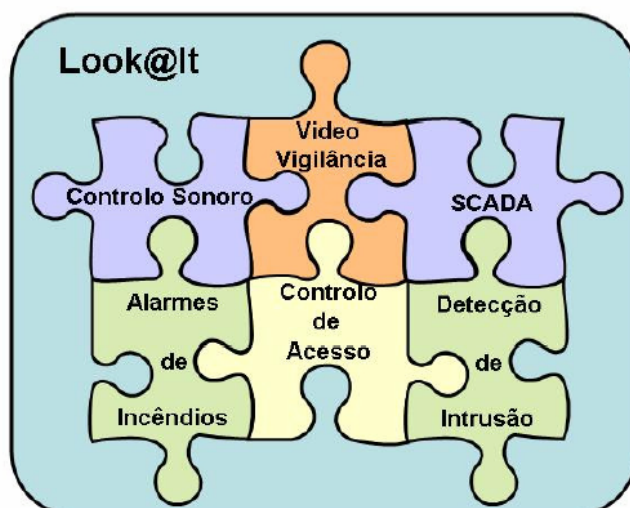


Figura 2-9 – Arquitectura do sistema em termos de integração de subsistemas.

Nesta arquitectura a componente de vídeo vigilância é apenas mais um subsistema a ser controlado pelo Vídeo Datacenter Look@it. A modularidade desta arquitectura permite, no seu expoente máximo, a centralização do controlo de vários subsistemas numa única plataforma de gestão e recepção de eventos de alarme. Esta concentração do controlo facilita a gestão ao permitir por um lado implementar automatismos entre diferentes sistemas, assim como tirar o maior partido dos sistemas instalados quando utilizados em conjunto. A inclusão de um sistema SCADA permite o controlo de outros dispositivos mais genéricos, assim como pode otimizar o consumo energético através de, por exemplo, o comando do sistema de ar condicionado. O sistema de vídeo vigilância também permite o comando de outros dispositivos e a leitura de sensores, contudo está limitado a sinais digitais. A maior vantagem, consiste, por exemplo numa grande superfície, tais como centros comerciais ou edifícios, a recepção de um alarme de intrusão, do sistema de incêndio ou de um controlo de acesso poder ser imediatamente verificado/confirmado pelo sistema de vídeo vigilância. O sistema de controlo sonoro é utilizado não só em situações de emergência para informar as pessoas de como abandonarem o edifício, mas também para orienta-las e auxilia-las nas mais diversas situações, sempre com recurso ao sistema de vídeo vigilância para validação visual e acompanhamento das mais diversas situações.

Sendo assim, a plataforma de integração representada pela Figura 2-10 exhibe o Look@it como um componente chave para a monitorização integrada e eficiente de todos os subsistemas.

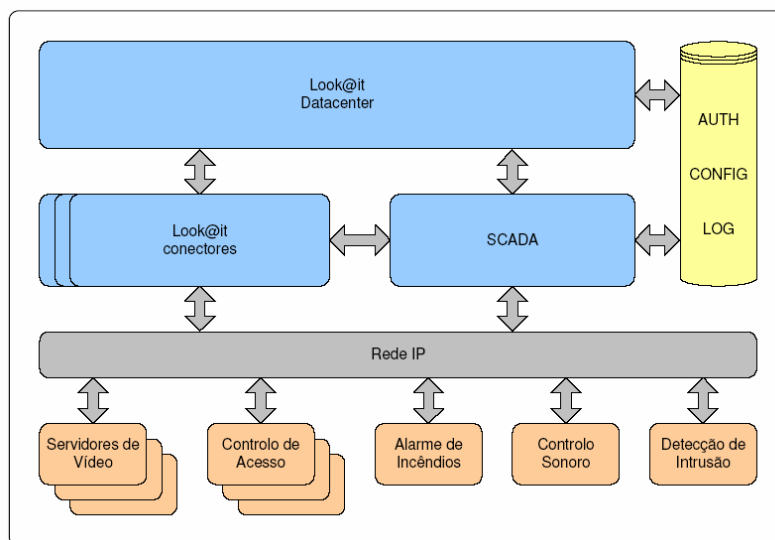


Figura 2-10 – Abstracção da plataforma de integração Look@it.

Na Figura 2-10 é visível o núcleo do sistema assente no Vídeo Datacenter Look@it, onde através de conectores (ou drivers) é realizada a integração de outros subsistemas. A flexibilidade desta abordagem é possível com a utilização de uma infra-estrutura de comunicação assente na tecnologia IP para assegurar a comunicação entre os drivers e os vários sub-sistemas.

Nos casos de pequenos edifícios ou moradias o sistema é dimensionado com os módulos mais importantes para estas realidades. A Figura 2-11 apresenta um diagrama com a abstracção simplificada do sistema dimensionado.

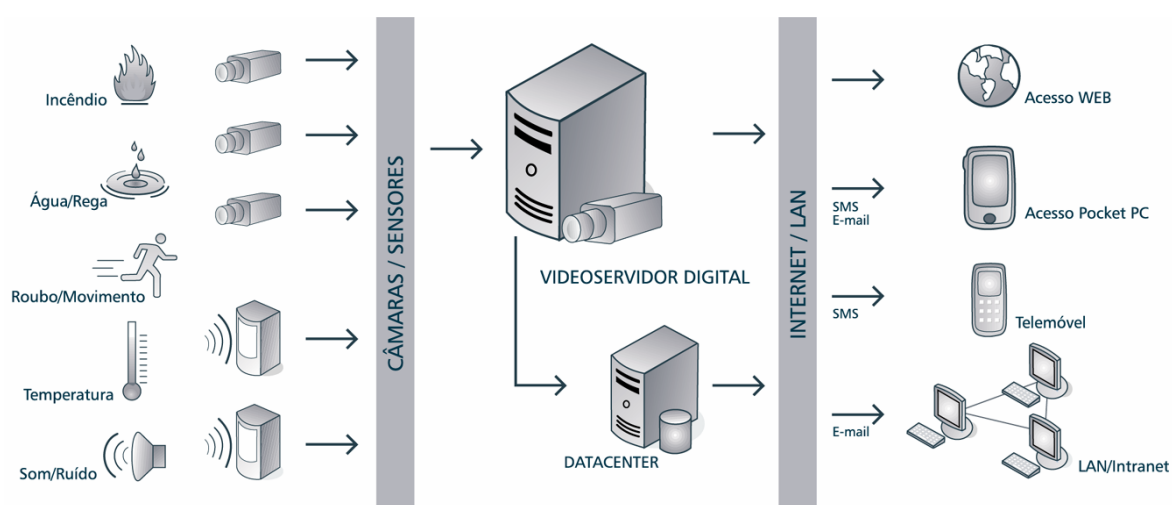


Figura 2-11 – Plataforma de integração dimensionada para incluir o sistema de vídeo vigilância com entradas de sensores e saídas digitais.

Na versão mais simples, o Vídeo Datacenter da Figura 2-11 controla o(s) servidor(es) de vídeo vigilância assim como os respectivos sensores e actuadores. Este também valida e permite o acesso via WEB, PDA ou Pocket PC às imagens dos servidores de vídeo vigilância digital, assim como realização de backups de dados em DVD e exportação para outros formatos de vídeo.

O servidor é responsável não só pela aquisição, gravação e transmissão de imagens, mas também pelo controlo do mais variado tipo de sensores e actuadores digitais.

O acesso às imagens pode ser efectuado directamente através do Vídeo Datacenter, através de um PC via interface WEB ou através de PDA utilizando um software específico ou o Windows® Media Player Mobile™.

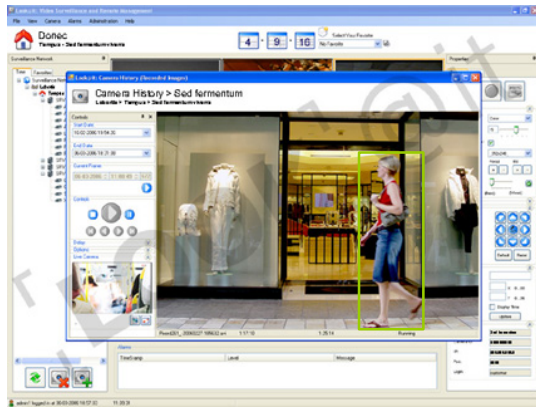
2.5.2 Software de Gestão

O software de gestão Vídeo Datacenter gere e controla todos os servidores de vídeo vigilância, assim como outros subsistemas. Implementa uma arquitectura edifício/servidor assente numa base de dados relacional e inclui um conjunto de ferramentas que permite realizar a transferência de informação entre servidores. Permite ainda a gestão de alarmes, visualização de imagens em tempo real ou o respectivo histórico permitindo realizar os seus Backup's em DVD.

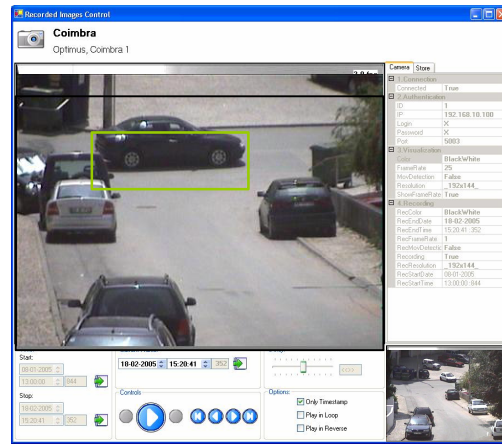
Do software de gestão destacam-se as seguintes funcionalidades:

- Controlo remoto de câmaras móveis Pan Tilt and Zoom (Woojo, DT7722 e outras);
- Controlo de dispositivos X10, leitura de sinais digitais e sua activação (I/O);
- Descompressão de imagens no formato JPEG;
- Compressão em MPEG4 e DivX;
- Visualização de várias câmaras em simultâneo no mesmo PC;
- Visualização da mesma câmara em vários PC's em simultâneo;
- Permite o acesso remoto utilizando modem (dial-UP), ou Internet e acesso local utilizando LAN;
- Ajuste da qualidade de imagem para 3 resoluções: 768x576 ou (648x480), 384x288 e 192x144;
- Possibilita a escolha de visualização de imagens a preto e branco e a cores (dependendo do tipo de câmaras usadas);
- Permite a visualização de imagens em formato stream MPEG4;
- Permite consultar históricos ao mesmo tempo em que visualiza remotamente imagens em tempo real da câmara pretendida;
- Recepção de eventos de alarme (detecção de movimento, dos dispositivos de I/O, X10, etc);
- Permite envio de mensagens SMS em caso de alarme.

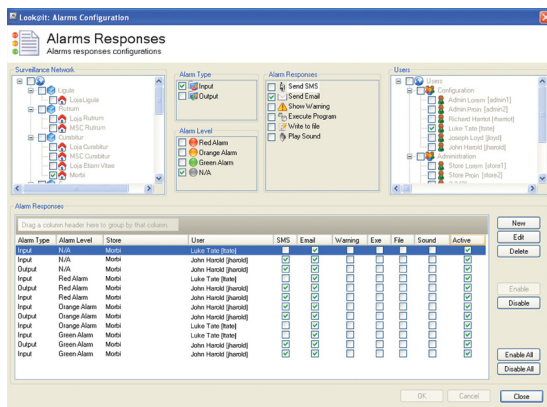
A interface gráfica do software de gestão é apresentada na Figura 2-12.



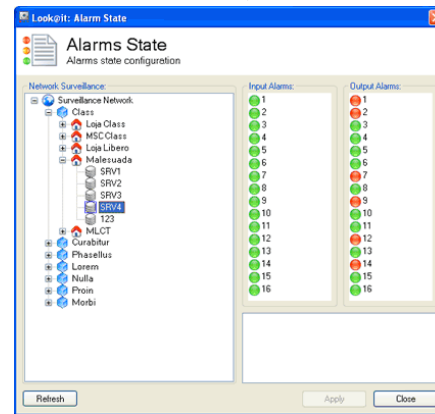
a)



b)



c)



d)

Figura 2-12 – Interface gráfica da aplicação de gestão. A) – Consola Principal. B) – Consulta de imagens gravadas. C) – Configuração de acções automáticas para alarmes. D) – Leitura estado sensores e actuação de saídas.

A visualização de imagens em tempo real de uma ou várias câmaras e a consulta de históricos de imagens gravadas é realizado através da Figura 2-12 a) e b) respectivamente. Na visualização em tempo real (Figura 2-12 a)), por baixo das imagens, existe uma zona dedicada para a recepção de eventos dos vários subsistemas. É nesta zona onde aparecem os alarmes de todos os subsistemas, e onde o operador realiza o reconhecimento e validação desses eventos. A gestão da rede é simplificada com o painel lateral esquerdo da mesma figura, onde é possível alternar entre uma visualização da rede através de um mapa de Portugal Continental ou em forma de árvore. Na Figura 2-12 c) visualiza-se a interface de configuração de acções automáticas a serem realizadas na ocorrência de eventos. O tipo de acções a serem efectuadas é configurado de acordo com o tipo de evento que lhe deu origem, no caso da figura existem dois tipos de eventos disponíveis, alteração de uma entrada ou saída do módulo de I/O's. Estas mudanças de estado podem originar vários tipos de acção (Figura 2-12 c)), de acordo com a categoria/nível de gravidade do alarme. Os tipos de acções disponíveis vão desde o envio de notificações via SMS para uma pessoa ou grupo de pessoas a envio de e-mails,

execução de aplicações externas ou determinados sons, registo em log da ocorrência ou apenas destaque para o evento através de uma acção visual.

2.5.3 Tolerância a Falhas e Segurança

Existe a tolerância a falhas e redundância ao nível dos servidores centrais, onde a falha de um implica uma redistribuição das tarefas e serviços pelos restantes servidores centrais. Quando todos os sistemas centrais estão em funcionamento normal os serviços de gestão, controlo e supervisão da rede de servidores locais é distribuído por todos.

Para que seja possível esta funcionalidade redundante é necessário a existência de replicação de bases de dados e sincronização a nível de tarefas realizadas e agendadas.

Outro aspecto tido em conta foi a questão da segurança e acesso a estes servidores centrais, acesso esse dado apenas a utilizadores devidamente autorizados. A solução para este problema reside na utilização normal do conjunto, utilizador + palavra-chave para validação. No entanto, estas podem ser facilmente transmitidas de utilizador para utilizador.

A alternativa consistiu na utilização de dispositivos bio métricos, neste caso, um rato para reconhecimento da impressão digital. Este método garante uma maior segurança e autenticidade de que realmente se trata de um utilizador autorizado a utilizar o sistema e com as permissões de utilização correctas.

2.6 Mobilidade

2.6.1 Interface Web

A interface web permite uma maior facilidade no acesso a imagens para a validação de notificações de eventos recebidos por correio electrónico ou SMS. Esta interface permite o acesso a imagens sem ser necessário a instalação de uma aplicação específica. Pode ser utilizado tanto pelos profissionais de saúde nos casos em que existe um alarme médico e o profissional de saúde para o qual foi reencaminhado o alarme não está perto do Vídeo Datacenter, assim como pelos familiares do paciente para verificarem/confirmarem o seu estado.

Características do software de visualização via WEB (Figura 2-13):

- Visualização de imagens em tempo real de várias câmaras;
- Escolha da qualidade da imagem (resolução) de acordo com o tipo de ligação á Internet.
- Autenticação de utilizadores

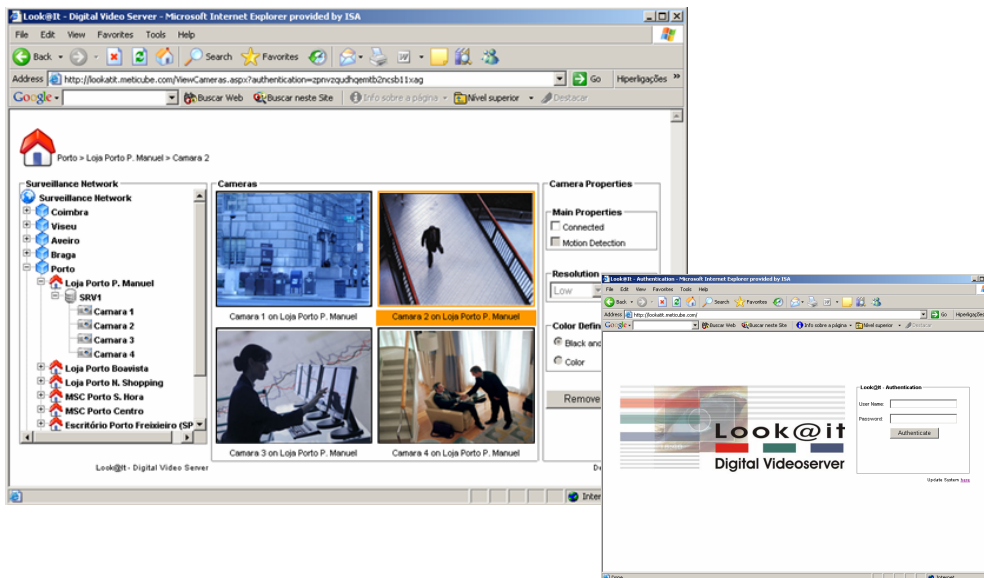


Figura 2-13 – Interface de visualização WEB.

2.6.2 Interface PDA/SmartPhone

Actualmente é necessária a existência de cada vez maior mobilidade, fruto desta necessidade, é a evolução dos telemóveis e na sua convergência para PDA's, transformando-os em SmartPhones.

Com o objectivo de tirar partido da portabilidade destes dispositivos e das suas capacidades de comunicação WiFi, UMTS, GPRS, foi desenvolvido uma aplicação para este tipo de equipamento. Os técnicos de saúde e familiares dos pacientes equipados com este tipo de equipamento garantem uma maior disponibilidade e encurtam o tempo de resposta a um evento de alarme, podendo de imediato recorrer ao sistema de vídeo vigilância para efectuar uma validação visual destes eventos, assim como tomar as devidas acções.

Características do software de visualização via PDA, Pocket PC ou Smart Phone (Figura 2-14):

- Visualização de imagens em tempo real de 1 ou várias câmaras em simultâneo via GPRS/UMTS;
- Visualização de imagens via Wi-Fi sem custos.
- Visualização de 1 câmara com detalhe.

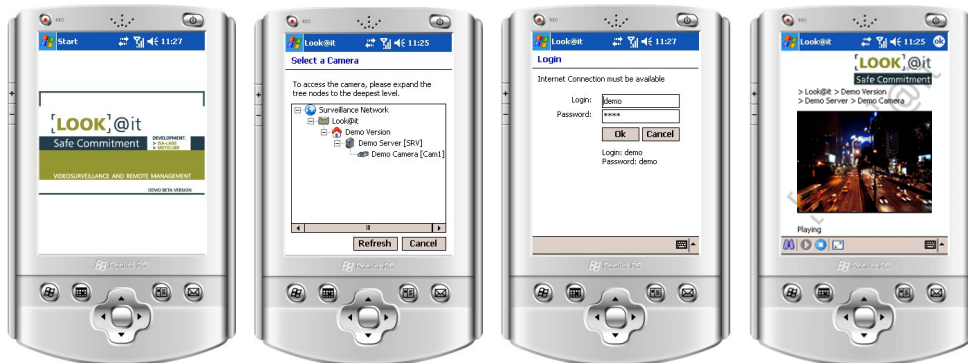


Figura 2-14 – Interface de visualização via Pocket PC.

Na Figura 2-14 a visualização de imagem é conseguida através do Windows Media Player embestado numa aplicação desenvolvida para o Windows Mobile 2003.

Aplicação da Vídeo Vigilância à Telemedicina

Neste capítulo faz-se uma introdução à Telemedicina através da sua história, evolução, vantagens e desvantagens, dando-se especial destaque à monitorização de sinais vitais.

3.1 Introdução à Telemedicina/Telesaúde

A Telemedicina é uma área em franco desenvolvimento que se torna possível pela melhoria, maior disponibilidade e acessibilidade dos serviços de telecomunicações. Uma vez que se encontra estritamente ligada à prestação de serviços médicos utilizando tecnologias de comunicação, o termo Telemedicina está agora a ser substituído por “Telesaúde”, que segundo a *US Veterans Administration* inclui “o uso de informações electrónicas e de tecnologias de comunicação para fornecer e apoiar cuidados de saúde quando a distância separa os participantes” ou segundo o *Office for the Advancement of Telehealth, US Health Resources and Services Administration* consiste no “uso de informações electrónicas e tecnologias de telecomunicações para dar suporte aos cuidados clínicos de saúde a longa distância, a educação relacionada à saúde para profissionais e pacientes, a saúde pública e administração de saúde”.

Estas definições incluem actividades que fornecem serviços clínicos directos e indirectos, mas também inclui utilizações educacionais destas tecnologias para dar suporte aos cuidados de saúde.

3.1.1 Vantagens e Desvantagens da Telemedicina

Em linha gerais, pode-se considerar que os principais objectivos e vantagens da Telemedicina são:

- Reduzir transferências, tempo e custos de transporte de pacientes;
- Aprimorar a gestão dos recursos de saúde através da avaliação e triagem feita por especialistas, diminuindo a pressão sobre hospitais;

- Intensificar a cooperação e integração de pesquisadores com a partilha de registos clínicos;
- Permitir o processo rápido a especialistas em caso de desastres e emergências;
- Aumentar a quantidade de programas educacionais para médicos e residentes localizados em zonas fora de centros especializados;
- Desenvolver tecnologias para transmissão de áudio, vídeo e imagens na área da saúde;
- Construir modelos de informação na Web para melhorar a comunicação e integração dos serviços de saúde;
- Melhorar os sistemas de diagnóstico, para que tirem partido das actuais infra-estruturas de comunicação;
- Permitir a detecção precoce/agravamento de doenças, e diminuir o tempo de intervenção dos profissionais de saúde através do envio de alarmes para um posto central de monitorização de pacientes.

Como em qualquer processo, existem algumas desvantagens que envolvem a utilização da Telemedicina. Abaixo são descritos alguns dos factores que mais devem ser ponderados:

- Apesar da informação ignorar fronteiras, as licenças médicas não o fazem;
- Alterações importantes da relação médico paciente tornam menos humana esta relação;
- Possibilidade de falhas tecnológicas;
- Projectos complexos têm lenta implementação e carecem de falta de padrões.

3.1.2 Breve História da Telemedicina/Telesaúde

Considera-se que a Telemedicina tenha surgido nos anos 50 com um projecto de demonstração em Nebraska, onde foi utilizado um circuito fechado de televisão para fornecer serviços de saúde mental de um centro da universidade médica até um hospital estatal.

Por volta dos anos 60 a NASA lançou um projecto de Telemedicina em voo espacial para que o pessoal médico em terra pudesse monitorizar as respostas biomédicas dos astronautas e fornecer qualquer cuidado médico necessário.

Mais tarde, em 1988 o projecto “Telemedicine Space Bridge to Armenia” também da NASA forneceu ajuda médica em resposta a um terramoto na Arménia. Equipas médicas de

vários hospitais Americanos (Salt Lake City, Houston, Texas e Maryland) conduziram juntamente com médicos na Arménia uma série de consultas médicas.

Devido às enormes despesas que estes projectos pioneiros acarretaram, foi somente nos últimos dez anos que a prática da Telemedicina ultrapassou a barreira de projecto-piloto para ter disponibilidade pública.

3.1.3 Prática Actual de Telemedicina

Actualmente a prática mais corrente da Telemedicina/Telesaúde é a utilização da videoconferência no diagnóstico clínico de pacientes remotos. Utilizando tecnologias de videoconferência e ferramentas médicas especialmente adaptadas. O médico distante pode ver o paciente, falar com o médico local, ouvir os batimentos cardíacos através de um estetoscópio distante, ver imagens de diversos exames, etc.

Um pioneiro notável na aceitação mais extensa da Telemedicina pode ser encontrado no East Carolina University's Telemedicine Center^[9]. O programa de Telemedicina consiste num repositório tecnológico de vídeo e áudio interactivo para fornecer cuidados clínicos e educação para a população rural do leste da Carolina do Norte. Desde 1992, este Centro forneceu mais de 7,500 consultas de Telemedicina em mais de 35 especialidades médicas diferentes e mais de 10,000 actividades de educação médica continuada e ensino à distância.

A NORTH Network em Ontário, Canadá^[10] administra um extenso serviço de Telesaúde baseado em H.323 (videoconferência) para os hospitais e clínicas distantes no norte da província. Utilizam uma rede IP privada (dedicada às aplicações de cuidados médicos) para ligar mais de 60 locais do norte aos grandes hospitais de ensino urbano. Actualmente, realizam centenas de consultas via videoconferências por semana, assim como transmitem extensivas palestras educacionais utilizando as mesmas tecnologias.

O HealthCare System III é uma solução completa que combina uma estação de videoconferência H.323 com ferramentas de exame médico que podem ser lidas à distância, e, deste modo, permitir que o médico possa ver tanto o paciente como a transmissão auxiliar, incluindo sonogramas, imagens telescópicas ou imagens computadorizadas ou gráficas.

Actualmente a NASA está a desenvolver um Pacote de Instrumentação para Telemedicina - Telemedicine Instrumentation Pack (TIP) - portátil para recolha de áudio, vídeo e dados médicos do paciente no espaço.

3.2 Monitorização de Sinais Vitais

Nesta secção apresentam-se equipamentos e tecnologias utilizados para a recolha de dados de sinais vitais de pacientes.

Os dispositivos mais interessantes para este estudo serão equipamentos portáteis que possam ser utilizados por uma pessoa para monitorização de dados ao longo de 1 hora ou durante um dia. Os dados mais importantes são:

- batimento cardíaco;
- pressão arterial;
- temperatura;
- níveis de oxigenação no sangue SpO₂;
- concentração de glicose

Os dados destes equipamentos podem ser registados na memória interna dos próprios equipamentos e mais tarde acedida através de um PC ou outro interface. No caso dos equipamentos não possuírem memória os dados podem ser lidos e registados directamente num PC. As interfaces mais indicadas seriam interfaces sem fios, tais como sistemas rádio, bluetooth ou WiFi.

3.2.1 Requisitos para a monitorização de sinais vitais

Os requisitos necessários para a monitorização de sinais vitais através de sensores dependem fortemente do tipo de aplicação e do ambiente onde serão utilizados.^[2]

Um sensor, ou rede de sensores desenhada para utilização “ad hoc” numa situação de emergência possui requisitos diferentes de uma rede desenhada para uso em casa ou num hospital. Por exemplo, este último caso pode tirar partido da existência de nós de rede (AP – Access Point) para acesso a uma infra-estrutura com fios. Na generalidade, podem ser identificadas várias características comuns a todas as redes de sensores médicos.

A abordagem das plataformas de sensores incorporados numa peça de vestuário, como por exemplo casacos, necessita de sensores pequenos, leves e que possam ser facilmente fixos numa peça de vestuário. Existem soluções baseadas nesta abordagem excelentes para fins

demonstrativos, no entanto necessitam de grandes conjuntos de baterias e antenas salientes, o que torna este tipo de soluções menos práticas para utilização médica.

No que se refere a sistemas de comunicação fiáveis existe uma grande ênfase em torno da disponibilidade dos dados. Apesar de poder ser tolerada a ocasional perda de pacotes devido a interferências, as perdas constantes (devido a congestionamento ou mobilidade do nó) podem ser problemáticas. Dependendo do tipo de sensores escolhidos, as velocidades de amostragem podem iniciar-se em pouco menos de 1 Hz até 1000 Hz ou mais, o que impõe uma carga demasiada pesada no canal de comunicação sem fios.

Outro aspecto importante a ter em conta é a consulta de dados por vários terminais. É esperado que os dados de um determinado cliente sejam recebidos por vários médicos ou enfermeiros que estejam a cuidar do paciente. Este aspecto sugere a existência de uma camada de rede/abordagem com suporte a funcionalidades de *multicast*.

Existe ainda a questão da mobilidade do equipamento, ao qual se deve dar atenção. Tanto os pacientes como os agentes de saúde² são móveis, o que impõe à camada de comunicações a capacidade de rapidamente se adaptar a mudanças na qualidade do canal de comunicação. Por exemplo, caso seja utilizado um protocolo de encaminhamento que suporte vários caminhos para a entrega de mensagens, este deve ser capaz de rapidamente encontrar novos caminhos sempre que um médico se desloca de sala em sala durante as visitas no hospital. O mesmo se passa com os pacientes que estão em casa ou no hospital e se deslocam.

Não menos importante é a segurança. À parte das considerações mais óbvias relacionadas com os dados clínicos de um paciente existem ainda os aspectos legais. Nos Estados Unidos os equipamentos médicos têm de cumprir as normas das HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act). Na Europa foi criada a fundação “*Health On the Net*” (HON) sem fins lucrativos sediada em Genebra, Suíça, que criou um código de ética (HON – Code of Conduct), com o objectivo de aumentar a qualidade da informação médica na Internet. Actualmente este código é apoiado por grande número de instituições entre as quais cerca de 44 empresas de seguro médico provenientes de 23 países.^[3] Actualmente existem vários trabalhos na área da criptografia envolvendo a utilização de esquemas de chaves privadas e chaves públicas que podem ser aplicadas neste domínio. Contudo para serem utilizadas em aplicações médicas necessitam de ser integradas numa plataforma apropriada de autenticação e validação.^{[4][5][6]} Nesta área os actuais métodos de pedidos de autenticação baseados na introdução de nomes de utilizador e palavras-chave são

² Por agente de saúde entendem-se os médicos, enfermeiros, técnicos e auxiliares de saúde encarregues de monitorizar/cuidar de pacientes.

impensáveis. Numa situação de emergência um profissional de saúde não tem tempo para estes esquemas de validação. Para as aplicações médicas o caminho poderá envolver os dispositivos bio métricos.

3.2.2 Projecto Codeblue

O projecto Codeblue^[2] consiste no desenvolvimento de uma plataforma combinada de hardware e software para redes de sensores de monitorização de sinais vitais de grande interesse a nível médico.

Foi o resultado de um projecto da Universidade de Harvard (Divisão de Engenharia e Ciências Aplicadas) com a colaboração do Boston Medical Center, Spaulding Rehabilitation Hospital, 10Blade Inc, Universidade de Gestão de Bóston e do laboratório AID-N Johns Hopkins Applied Physics Laboratory.

Este projecto contempla protocolos para descoberta de dispositivos móveis de medição, subscrição e publicação de caminhos possíveis para entrega de dados destes dispositivos a sistemas simples de registo e visualização de dados, tais como PDA's, etc.

O sistema consiste no desenvolvimento para a medicina de vários sensores baseados em plataformas MicaZ^{[28][29]} e Telos^[27], dos quais se destaca a medição de níveis de SpO₂, EKG e sensores de actividade/movimento. Este sistema foi validado numa rede protótipo de 30 nós, onde é demonstrada a robustez e escalabilidade deste sistema em situações de vários acessos simultâneos, velocidades de transmissão e situações de falha e mobilidade de nós. Neste caso, quando existe uma falha na rede ou mobilidade de um nó foi testado com sucesso o cálculo e a estabilidade de caminhos alternativos através da medição do nº de pacotes perdidos e das velocidades de transferência.

3.2.2.1 Medição de Níveis de Oxigénio e Batimento Cardíaco

Este sistema caracteriza-se pela utilização de um método de medição não intrusivo, para obtenção de dados do batimento cardíaco e saturação de oxigénio no sangue (SpO₂) dos pacientes.

Esta informação é importante, particularmente em emergências, onde uma súbita alteração da frequência do batimento cardíaco ou redução dos níveis de oxigenação sanguínea indicam a necessidade de uma intervenção médica urgente. Por exemplo a monitorização dos

níveis de oxigénio pode indicar uma possível hipoxia, mesmo antes do paciente manifestar sintomas físicos visíveis ao olho humano.

A tecnologia utilizada pela Codeblue para esta medição baseia-se na projecção de luz no espectro do infravermelho ou perto desse espectro nos vasos sanguíneos mais próximos da pele. Este tipo de abordagem foi implementado com sucesso noutros projectos, tais como no desenvolvimento de uma nova sonda gastrointestinal.^[31]

Os locais mais utilizados do corpo humano para a monitorização do batimento cardíaco e saturação de oxigénio no sangue são as pontas dos dedos ou o lóbulo das orelhas. O sistema consiste num conjunto de leds colocado no lado oposto a um sensor opto electrónico que ao detectar a quantidade de luz absorvida pela hemoglobina no sangue em dois comprimentos de onda diferentes, 650nm e 805nm permite detectar o nível de oxigenação do sangue. O ritmo do batimento cardíaco é determinado pelos padrões de luz absorvida ao longo do tempo pelos vasos sanguíneos que se contraem e dilatam com as pulsações. A computação do ritmo cardíaco e do nível de oxigenação a partir dos comprimentos de onda da propagação da luz são realizados através de técnicas de processamento de sinal usando DSP's (Digital Signal Processing). Este processo não está contudo imune a erros, motivo pelo qual foram desenvolvidos algoritmos de mitigação de erros devidos aos movimentos do paciente.^[7]

O sistema da Codeblue baseia-se na utilização de módulos o mais pequenos possíveis e com o menor consumo possível (tamanho de 39mm × 20mm e consumo de 6.6mA a 3V). A abordagem utilizada baseia-se no módulo OEM “*BCI Medical Micro-Power Pulse Oximeter*” da “*Smith Medical PM Inc.*” para a medição do nível de oxigenação do sangue.^[8] Esta placa realiza todos os cálculos necessários e envia os dados através de uma linha série. Os dados do batimento cardíaco possuem uma gama de valores entre os 30 e os 254 bpm, os dados acerca do nível de oxigenação sanguínea variam entre os 0% e os 99%. No fundo este sistema da Codeblue (Figura 3-1) não é mais que a junção da placa BCI com a plataforma Mica2/MicaZ.

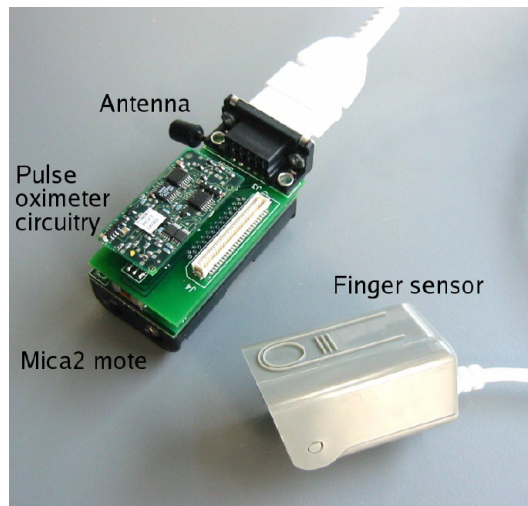


Figura 3-1 – Medidor de batimentos cardíacos e níveis de oxigenação sanguíneos da Codeblue (Pulse Oximeter).

A Figura 3-1 mostra a solução da Codeblue, onde a placa incorpora um conector de 51 pinos do MicaZ, a placa BCI e uma ficha tipo DB9 para o sensor de dedo. O módulo BCI é controlado através de um sistema operativo designado de TinyOS que descodifica o protocolo série para determinar os valores da oxigenação do sangue e do batimento cardíaco. Quando é alimentado o BCI demora cerca de 20 segundos a arrancar e a adquirir e processar os sinais. No caso do sensor de dedo não estiver ligado ao paciente é assinalado um erro ao serem registados valores fora da escala de valores válidos para estes sinais vitais.

3.2.2.2 Electrocardiograma

Existem dois tipos de electrocardiogramas bastante utilizados para medição da actividade cardíaca.

O mais usual consiste na ligação entre 12 a 15 pontos de medição ao tronco do paciente, braços e perna direita. O equipamento grava uma pequena amostra com não mais de trinta segundos da actividade eléctrica do coração entre os diferentes pares de eléctrodos. Cada par de medição fornece dados únicos e detalhados acerca do ritmo cardíaco do paciente e respectivo eco dos impulsos eléctricos do coração ao serem conduzidos pelos tecidos envolventes. Um cardiologista com experiência pode rapidamente interpretar um electrocardiograma e diagnosticar um vasto conjunto de arritmias cardíacas, tais como arritmias do miocárdio e enfartes. No entanto este tipo de electrocardiograma apenas representa uma pequena amostra da informação no tempo, existem condições cardíacas irregulares ou intermitentes que não serão detectadas por este meio.

Outro meio para a medição da actividade cardíaca e que contorna o problema mencionado consiste na monitorização contínua do electrocardiograma. Ou seja consiste na utilização da telemetria associada aos electrocardiogramas para monitorização de pacientes nas unidades de cuidados intensivos. Este método envolve a utilização de dois ou três eléctrodos para avaliar durante um período alargado de tempo a actividade cardíaca do paciente. Os dados são mostrados num ecrã ou impressos num rolo de papel situados ao lado da cama do paciente. Com este método o médico pode ir consultando a informação e verificar a possibilidade da existência de problemas cardíacos intermitentes, tais como arritmia, que possam ocorrer uma ou duas vezes por dia. Outra vantagem da monitorização em contínuo pode ser a sua utilização para o acompanhamento da deterioração ou recuperação do estado de um paciente.

O modo de operação destes sistemas baseia-se na aquisição e amplificação de sinais eléctricos gerados pela contracção e expansão do músculo cardíaco. Muitas vezes estes sistemas comerciais são designados por portáteis, contudo não significa que sejam pequenos e não intrusivos. A realidade é que muitos destes sistemas são alimentados a 230V e são de tal forma pesados que obrigam á sua montagem num carrinho para permitir o seu transporte.

A tecnologia utilizada pela Codeblue para este problema utiliza as placas Mica2/MicaZ com o sensor da Telos e baseia-se na medição contínua da diferença de potencial através de um par de eléctrodos (Figura 3-2).

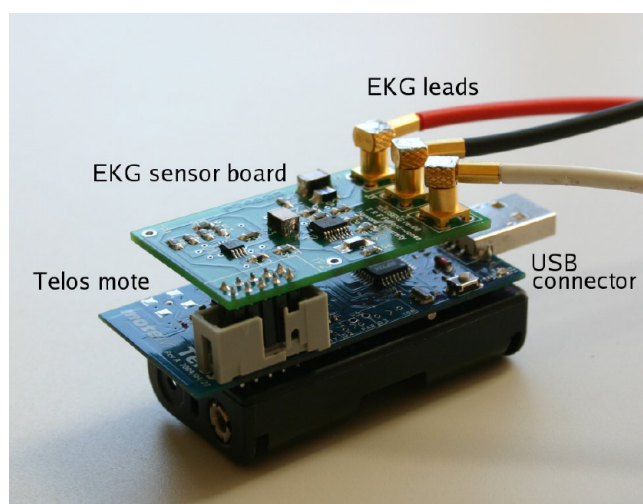


Figura 3-2 – Equipamento para geração de Electrocardiograma da Codeblue (EKG).

O circuito da Figura 3-2 utiliza o amplificador “INA321 CMOS” da “Texas Instruments” e inclui uma série de amplificadores operacionais adicionais para melhorar o sinal. A alimentação do sistema é realizada através de um conjunto de pilhas, o que lhe garante, por

um lado, portabilidade, por outro, um tamanho reduzido. Existem 3 pontos de medição que são colocados no peito superior e inferior do paciente. Um serve para esticar correctamente a pele do paciente, enquanto que os restantes dois são efectivamente utilizados para a medição da actividade cardíaca. O INA321 amplifica a diferença de sinal por um factor de 5 e filtra o ruído, de seguida é empregue um filtro passa alto, para correcção de variações DC que possam vir a ocorrer com o tempo. O sinal é depois passado a um amplificador operacional para ser novamente amplificado, funcionando como um passa baixo. O resultado final é encaminhado posteriormente para um ADC, onde um componente do TinyOS realiza a amostragem do sinal com uma frequência aproximada de 120 Hz (configurável). O resultado pode ser visualizado na Figura 3-3.

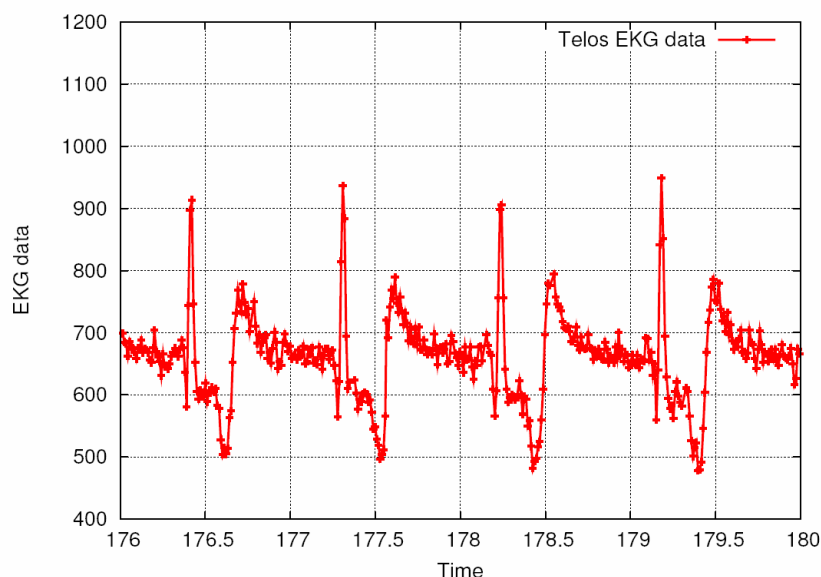


Figura 3-3 - Electrocardiograma obtido pelo sensor Telos e electrónica da Codeblue (Telos-based EKG sensor board).

Segundo a Codeblue o electrocardiograma da Figura 3-3. foi avaliado por um cardiologista que confirmou uma precisão comparável à dos electrocardiogramas gerados por sistemas comerciais de maiores dimensões.

3.2.2.3 Análise de Movimento

Para além da monitorização de sinais vitais, as redes de sensores podem ser utilizadas em estudos clínicos específicos que requerem instrumentos especializados para registar sinais fisiológicos de interesse.

A doença de Parkinson é uma desordem degenerativa do cérebro que tipicamente é desenvolvida depois dos 50. Os sintomas característicos da doença de Parkinson revelam-se por tremores incontrolados e involuntários que normalmente começam nas mãos, mas que sem tratamento podem espalhar-se por todo o corpo. As causas para esta doença, não são muito claras, mas em alguns casos pode surgir através de certas infecções no cérebro. Medições mais precisas dos movimentos dos pacientes durante o dia, ajudam os médicos a ajustarem as dosagens certas mediante o caso, e a reduzirem o tempo de medicação. Também ajuda os investigadores a desenvolverem novas terapias clínicas.

Os sistemas tradicionais para registo de movimentos baseiam-se em vários sensores posicionados no corpo em certos pontos de interesse que estão ligados a uma unidade de registo que o paciente tem que transportar através de fios. Estes sistemas limitam de certa forma a liberdade de movimentos dos pacientes.

Nestes casos, a utilização de sensores sem fios iriam simplificar a recolha de dados fazendo com que os pacientes os utilizassem por períodos de tempo maiores, recolhendo uma maior quantidade de informação.

Na prática são utilizados três tipos de sensores para análise de movimentos: acelerómetros, giroscópios, EMG (Electrodes for Electromyographic). Acelerómetros medem a orientação e o movimento de cada parte do corpo. Giroscópios medem a velocidade angular que combinados com os acelerómetros podem ser utilizados para determinar a posição exacta de cada membro. Os sensores EMG capturam campos electromagnéticos gerados por zonas despolarizadas que viajam pelas fibras dos músculos durante contracções musculares. A análise dos padrões de actividade EMG determina as capacidades motoras e as suas características.

Por exemplo, o sensor para análise de movimentos da Telos, incorpora 2g/6g três eixos acelerómetros (STMicroelectronics model LIS3L02AQ) um eixo giroscópio (Analog Devices ADXRS300) e uma unidade EMG (MP1A.20.A0DM.60 from Motion Lab Systems, Inc). O sensor inclui um número de amplificadores e filtros que melhoram a qualidade de sinal e atenuam o ruído.

3.2.3 Projecto MobiHealth

O projecto de investigação MobiHealth^{[11] - [16]} iniciou-se em Maio de 2002 e teve fim em Fevereiro de 2004 na Universidade de Twente na Holanda sob a direcção científica do professor D. Konstantas. Actualmente encontra-se em fase de teste e adaptação para uma versão comercial.

O objectivo foi o desenvolvimento e teste de uma plataforma móvel para monitorização de pacientes ambulatoriais com transmissão de dados através de uma rede pública de dados sem fios.

Este projecto consistiu na integração de sensores numa rede sem fios designada de BAN – *Body Area Network*, onde são medidos e transmitidos sinais vitais de pacientes para hospitais ou outros profissionais de saúde. Este conceito facilita a observação remota dos pacientes e permite uma prevenção de doenças pró-activa através da monitorização constante do estado de saúde dos pacientes em qualquer lugar e em qualquer altura.

O conceito da BAN assente num operador de comunicações sem fios móvel, permite uma gestão facilitada das situações crónicas e permite a detecção de emergências médicas maximizando a mobilidade do paciente. A BAN incorpora um conjunto de sensores e suporta comunicações internas locais via Bluetooth com um PDA designadas de intra-BAN e comunicações externas remotas via GPRS e UMTS designada de extra-BAN. A gateway que possibilita as comunicações exta-BAN é designada de MBU – *Mobile Base Unit* (Figura 3-4).

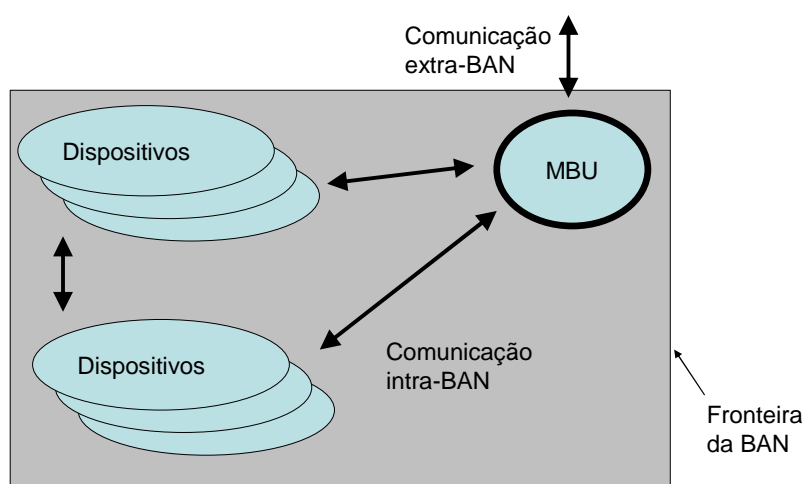


Figura 3-4 – Arquitectura de uma BAN (Body Área-Network).

A Figura 3-4 exemplifica a arquitectura de uma BAN, onde os sensores estabelecem uma rede ad-hoc com a MBU.

Foram integrados seis sensores diferentes para a medição de sinais vitais utilizados em conjunto ou isolados de acordo com a aplicação:

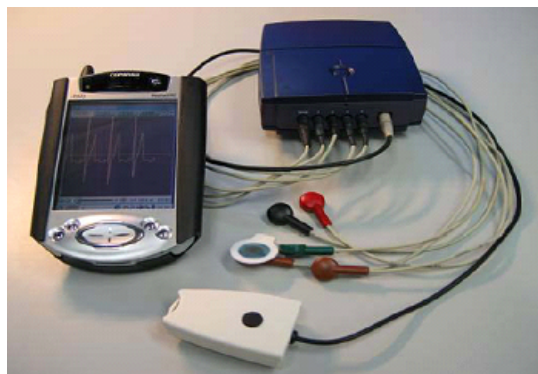
- ECG (com 3 a 7 pontos de medição);
- EMG (com 3 a 7 pontos de medição);
- Cor da Pele/Pigmentação
- Oximetria de pulso (*Pulse Oximetry*);
- Temperatura;
- Respiração e Movimento/actividade física

Adicionalmente o sistema integra ainda um conjunto de sinais calculados, como por exemplo ritmo cardíaco e variação de ritmo cardíaco.

O sistema foi testado em quatro países europeus (Alemanha, Holanda, Espanha e Suécia) em vários cenários diferentes, desde monitorização de pacientes com arritmia cardíaca, a gravidezes de risco, idosos, equipas de emergência médica e vítimas de acidentes (Figura 3-5).



Configuração para equipas de emergência médica sem sensores



Configuração para monitorização de grávidas com sensores.

Figura 3-5 – BAN MobiHealth.

Destes testes foram identificados alguns problemas, relacionados sobretudo com a utilização de comunicações UMTS e GPRS, o que aliado à arquitectura de store-and-forward do MobiHealth pode originar na perda ou corrupção de dados.

Actualmente os operadores de redes móveis disponibilizam maior largura de banda para o download do que para o upload, sem ser possível inverter este facto (tal como acontece nos operadores por cabo) devido a limitações do equipamento destes. Outro aspecto é a variação do atraso, isto é o *jitter*, que em alguns casos é elevado, o que implica a implementação de

técnicas de *buffering* para compensação. A perda de ligação e os 10 a 20 segundos de recuperação desta também constitui um problema, onde durante esse período de tempo utilizam-se técnicas de *buffering*, mas que podem esgotar esta capacidade de armazenamento temporário de dados e resultar em perda destes. Os custos de comunicação são o grande problema, onde durante os testes foi verificado que a monitorização contínua dos sinais vitais pode facilmente gerar 10 MBytes de dados por dia. Este sistema utiliza vários tipos de dispositivos ligados via Bluetooth, onde existe a questão do desfasamento do relógio o que introduz artefactos distorcendo as medições realizadas. Finalmente existe a grande questão da autonomia que está limitada a duas horas, num terminal UMTS como por exemplo um Nokia esgota a bateria nesse intervalo de tempo com comunicações contínuas.

A tecnologia utilizada pela BAN do MobiHealth, tal como o “*CodeBlue*” baseia-se em vários sensores e na medição da saturação de oxigénio designada de *pulse oximetry* e meios não intrusivos para a medição da pressão arterial (NIBP – Non Invasive Blood Pressure). O ritmo cardíaco é calculado a partir do ECG. O registo do movimento é realizado através de um acelerómetro e giroscópio capaz de medir o movimento nas três dimensões.

3.2.4 Projecto MDKeeper/SKeeper

Os equipamentos MDKeeper e SKeeper^[17] estão a ser desenvolvidos pela Tadiran Spectralink Ltd e Siemens sob a alçada de uma unidade de negócio designada de Lifecare.

Os equipamentos propostos são utilizados no pulso e utilizam comunicações móveis de para envio de dados médicos, alarmes, coordenadas da posição do paciente em tempo real para um local de monitorização remoto. Utilizam um módulo de comunicação móvel da *Siemens Communications*, para permitir aos utilizadores uma monitorização contínua sem esforço em todo o lugar e em qualquer altura.

Existem dois tipos de equipamento propostos: o MDKeeper e o SKeeper.

3.2.4.1 Projecto MDKeeper

O MDKeeper é um “mini-hospital” portátil desenvolvido para facilitar a vida de pacientes de alto risco, doentes crónicos e pessoas que necessitem de cuidados médicos. O dispositivo permite ao paciente monitorizar a sua própria saúde e pedir ajuda nos casos em que não existe um médico perto.

É utilizado no pulso, tal como um relógio, e permite a monitorização contínua de sinais vitais, tais como o ritmo cardíaco, electrocardiograma (ECG) e nível de saturação de oxigénio no sangue (SpO₂).

Os pacientes em risco com doenças cardíacas ou de circulação do sangue podem tirar partido deste tipo de solução com acompanhamento permanente sem terem de realizar deslocações ao médico.

A informação é armazenada num chip, analisada e transmitida em tempo real, ou de acordo com as necessidades através de um módulo rádio Siemens MC55 GSM/GPRS embebido para um centro médico, onde é novamente processado. Os dados podem ser visualizados pelos profissionais médicos através de uma estação de monitorização especial designada de RemoteKeeper™, que permite a análise dos dados e reagir a alertas recebidos dos pacientes de locais remotos. Este sistema possui uma base de dados que interligada com outros sistemas de informação hospitalar permite o cruzamento da informação para auxiliar os profissionais de saúde na tomada de decisões.

O MDKeeper permite ainda realizar chamadas de emergência, efectuar chamadas para números predefinidos ou para um centro de ajuda médica, funcionando em quase todas as redes GSM/GPRS do mundo. Acima de tudo é muito leve e fácil de operar, necessitando de pouca intervenção do utilizador e apresenta um serviço de valor acrescentado ao permitir lembrar o paciente de tomar a medicação e das consultas médicas (Figura 3-6).

Os primeiros testes estão a ser realizados em Israel e na Suécia com o hospital Karolinska e o operador de telecomunicações TeliaSonera. Este equipamento estará disponível comercialmente este ano, estando planeados futuros modelos para mais tarde que incluirão a medição da tensão arterial, vídeo em tempo real e localização via GPS.



Figura 3-6 – MDKeeper™.

A Figura 3-6 ilustra o design do MDKeeper que permite a monitorização contínua do estado de saúde de idosos. Este sistema permite ainda o envio de alarmes, falar com médicos,

receber chamadas telefónicas e manter o contacto com familiares em qualquer lugar e em qualquer altura.

3.2.4.2 Projecto SKeeper

O SKeeper é um dispositivo, também utilizado no pulso, direccionado para as pessoas idosas, doentes crónicos ou crianças, com comunicações sem fios, alarme de pânico e localizador pessoal.

Ao contrário do MDKeeper o SKeeper não é um dispositivo médico, sendo criado com a finalidade de poder proporcionar tranquilidade de espírito aos utilizadores, familiares e responsáveis pelos doentes. Pode ser utilizado, por exemplo, para auxiliar doentes com doença de Alzheimer (Figura 3-7).



Figura 3-7 - SKeeper™

O SKeeper da Figura 3-7 permite aos utilizadores realizar chamadas para números pré-definidos, tais como parentes ou médico de família, possibilita ainda o envio de alarmes de pânico e a descoberta da localização através de interface Web ou outro telemóvel.

3.2.5 Projecto ConnectBlue

O ConnectBlue^[19] é um dispositivo utilizado num projecto desenvolvido pelo centro Norueguês para a telemedicina em Tromso (NST) para permitir comunicações via Bluetooth de dispositivos de monitorização de crianças com diabetes.

Uma das formas de melhorar as actuais praticas e tratamentos médicos é observar e investigar as experiências dos utilizadores com o objectivo de os melhorar e simplificar. Esta foi a premissa seguida no auto-controlo de crianças com diabetes.

Actualmente o auto-controlo envolve uma medição frequente do nível de açúcar no sangue. Esta tarefa pode ser uma tarefa aborrecida e desencorajadora para as crianças existindo a necessidade de supervisão (Figura 3-8).



Figura 3-8 – Criança a medir o nível de açúcar no sangue.

No sentido de simplificar esta actividade diária das pessoas com diabetes, o NST desenvolveu uma solução que permite a monitorização do nível de açúcar á distância.

O aparecimento do Bluetooth tornou possível o desenvolvimento de uma solução automatizada sem fios baseada em componentes standard com o mínimo impacto no dia-a-dia dos pacientes. Esta solução inclui o uso de um medidor de nível de açúcar no sangue, um adaptador Bluetooth para porta série e um telemóvel com Bluetooth (Figura 3-9).



Figura 3-9 – Medidor de nível de açúcar no sangue via Bluetooth.

De acordo com a Figura 3-9 o medidor do nível de açúcar possui comunicação série, o que aliado ao adaptador de porta série para Bluetooth é ideal para permitir comunicação sem fios entre o medidor e o telemóvel.

O telemóvel possui uma aplicação que lê os níveis de açúcar através da ligação via Bluetooth e transforma-os numa mensagem de texto SMS enviada de forma automática para o telemóvel dos pais.

3.2.6 Projecto Card Guard

A solução apresentada pela Card Guard^[20], uma empresa Suíça, que se auto intitula “*The Telemedicine Company*”, consiste num sistema sem fios com as ferramentas adequadas para a monitorização, visualização, diagnóstico e gestão da saúde. Esta solução é designada de PMP₄.

O sistema PMP₄ comunica com dispositivos móveis baseados em Pocket PC 2003, o que permite a aquisição e transmissão de dados do paciente para o centro de gestão Web PMP₄. Posteriormente os médicos e pacientes podem aceder a este centro de gestão utilizando um PC e um Web browser.

O sistema PMP₄ é constituído por um e doze pontos de medição para o ECG (electrocardiograma), *Spirometer* para medição da capacidade pulmonar, *Pulse Oximeter* para medição da oxigenação do sangue e pulso cardíaco. Também contempla uma balança para medição do peso, monitores para medição da pressão sanguínea, glicose no sangue, gordura corporal e ritmo cardíaco (Figura 3-10).

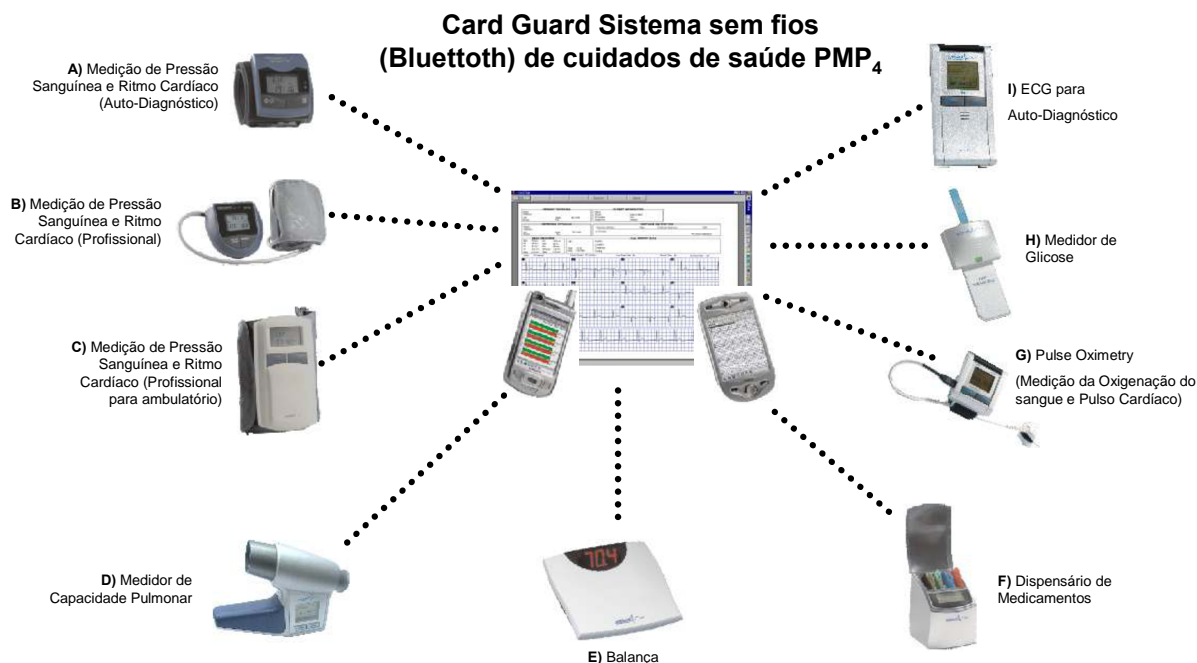


Figura 3-10 – Solução PMP₄ da Card Guard.

A Figura 3-10 identifica os vários componentes do sistema PMP₄, onde imperam as comunicações sem fios Bluetooth. O sistema permite ainda a utilização de comunicações SDIO, GSM-GPRS, CDMA, 3G e WiFi assentando na tecnologia Web para o interface com o utilizador.

Se seguida é descrito de forma resumida as funcionalidades de cada equipamento da figura:

A) Auto medição de pressão sanguínea e ritmo cardíaco:

- Método de medição não invasivo;
- Enchimento e vazamento automático;
- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Pressão sistólica, diastólica e pulsação;
- Comunicação sem fios com Bluetooth.

B) Medição de pressão sanguínea e ritmo cardíaco para profissionais médicos:

- Método de medição não invasivo;
- Enchimento e vazamento automático;
- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Pressão sistólica, diastólica e pulsação;
- Comunicação sem fios com Bluetooth.

C) Medição de pressão sanguínea e ritmo cardíaco para profissionais para ambulatório:

- Método de medição não invasivo;
- Enchimento e vazamento automático;
- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Pressão sistólica, diastólica e pulsação;
- Inclui memória para registo de dados promovendo a eficiência clínica;
- Comunicação sem fios com Bluetooth.

D) Medidor de capacidade pulmonar:

- Permite avaliar a capacidade pulmonar e monitorizar doenças pulmonares crónicas obstrutivas;
- Regista o volume pulmonar relacionado com o intervalo de tempo e a capacidade com o volume pulmonar;
- Equipamento leve portátil e fácil de operar.

E) Balança:

- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Mostrador digital com dígitos grandes para fácil leitura;
- Liga-se automaticamente ao detectar peso;
- Comunicação sem fios com Bluetooth.

F) Dispensário de medicamentos:

- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Comunicação sem fios com Bluetooth;
- Evento de alarme;
- Indicador de dosagem com gestão até 4 medicamentos e configuração remota;
- Registo de cumprimento de medicação.

G) *Pulse Oximetry*:

- Medição de nível de saturação de oxigénio no sangue;
- Medição de ritmo cardíaco;
- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Permite a monitorização até 18 horas em contínuo com comunicação sem fios via Bluetooth activa.

H) Medidor de Glicose:

- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Resolução do detector de 1.5 a 3 l de sangue.

I) Electrocardiograma para auto diagnóstico:

- Monitorização 1 e 12 pontos para registo de electrocardiograma, permite o registo de sintomas cardíacos;
- Equipamento leve portátil e fácil de operar;
- Comunicação sem fios com Bluetooth.

3.2.7 Projecto Ring Sensor

O *Ring Sensor*^[22] é um dispositivo onde são combinadas técnicas básicas de projecção de luz no espectro do infravermelho nos vasos sanguíneos mais próximos da pele com telemetria e baixo consumo energético.

A solução é desenvolvida pelo laboratório de investigação de Bio Robótica “D’Arbeloff” e pelo Departamento de Engenharia Mecânica, ambos do MIT, sob o âmbito da monitorização da saúde de pacientes com dispositivos que possam ser “vestidos” no corpo.

O *Ring Sensor* é usado pelo paciente no dedo sob a forma de um anel (Figura 3-11), com capacidade de monitorização de sinais vitais relacionados com a saúde cardiovascular, tais como ritmo cardíaco, saturação de oxigénio no sangue, variabilidade do ritmo cardíaco e estimativa da pressão sanguínea.

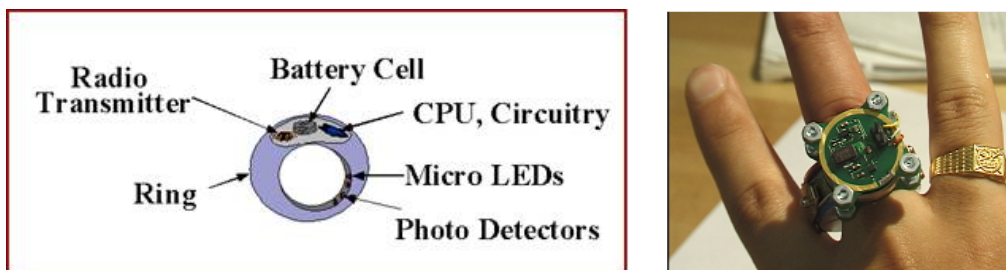


Figura 3-11 – Ring Sensor. À esquerda arquitectura e á direita imagem de protótipo.

O modo de funcionamento do anel mostrado pela Figura 3-11 é o utilizado genericamente em “*Pulse Oximetry*”, onde dois LEDs montados no anel iluminam a base do dedo. A luz atravessa os tecidos e é medida por um foto detector específico. O ritmo cardíaco é calculado através da flutuação da intensidade da luz medida no detector. Ou seja, cada batimento cardíaco envia um fluxo de sangue através dos vasos sanguíneos monitorizados. À medida que mais sangue atravessa o caminho óptico menos luz chega ao foto detector. Estas variações na luz tornam possível obter informação acerca do ritmo cardíaco e nível de saturação de oxigénio no sangue.

Depois da aquisição de dados realizada e processada é transmitida sem fios através da frequência 433,92 MHz até um dispositivo ligado a um telemóvel ou PDA. Posteriormente os dados são transmitidos através da Internet para um servidor para ser visualizado por um especialista ou técnico de saúde.

A transmissão de dados utilizando rádio frequência de baixa potência desenvolvida no laboratório em conjunto com um algoritmo para minimização do consumo dos LEDs permite a utilização do *Ring Sensor* pelo paciente durante mais de um ano utilizando apenas uma bateria de lítio de 3V.

3.2.8 Projecto VivoMetrics - LifeShirt

O sistema *LifeShirt*^[23] possui mais de dez patentes desde sensores que possam ser “vestidos” a algoritmos de software proprietários. Foi desenvolvido pela VivoMetrics como uma versão reduzida do actual sistema utilizado em mais de 1,000 hospitais em todo o mundo.

Em termos de tecnologia, o sistema consiste numa versão ambulatória simplificada da tecnologia *inductive plethysmography*, citada no relatório da FDA “*Apnea Guideline*” como sendo capaz de monitorizar padrões respiratórios. É utilizada uma baixa corrente eléctrica através de eléctrodos colocados ao longo da caixa torácica e abdómen.

Relativamente a componentes o LifeShirt consiste:

- Casaco utilizado pelo paciente;
- Gravador incorporado no casaco;
- Software de análise.

O Sistema mede em continuo mais de 30 parâmetros relacionados com a actividade cardio-respiratória durante as actividades diárias do paciente. Depois do processamento dos dados através de algoritmos patenteados, o sistema permite ainda a introdução de informações acerca das actividades realizadas pelo utilizador (Figura 3-12).

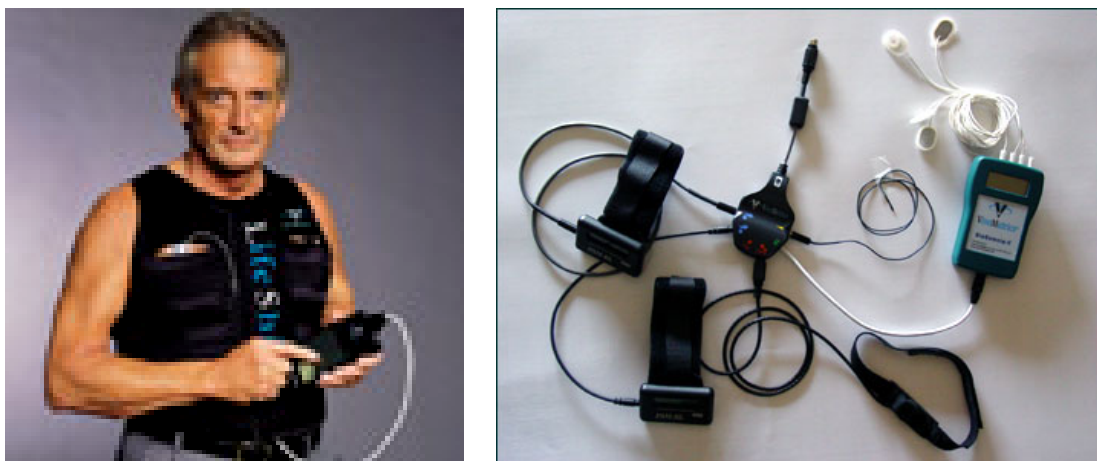


Figura 3-12 – LifeShirt da VivoMetrics. À esquerda casaco, á direita sensores e sistema de gravação.

O casaco mostrado, na Figura 3-12, é composto por um tecido confortável, lavável na máquina com sensores incorporados. Para além da medição da função respiratória é possível ainda a obtenção do electrocardiograma (de um ponto) e ritmo cardíaco. Através de um acelerómetro de três eixos é registado ainda a postura do paciente e as actividades realizadas. Com periféricos adicionais pode ainda ser medido a pressão sanguínea, EEG, EOG, movimentos periódicos das pernas, temperatura interna do corpo, temperatura da pele, tosse, saturação de oxigénio no sangue, CO₂ e outros parâmetros psicológicos.

O LifeShirt inclui um PDA integrado para encriptação e armazenamento dos dados em contínuo num cartão de memória flash. Os pacientes podem ainda gravar a data e a hora de sintomas, estado psicológico e tipo de actividades realizadas ao longo do dia. Esta informação permite aos técnicos e investigadores cruzar informação subjectiva do paciente com dados obtidos de forma objectiva dos sensores.

Os dados podem ser enviados através da Internet, ou enviado o cartão de memória pelo correio, para o centro de gestão da VivoMetrics, onde os dados podem ser analisados e processados por técnicos especializados.

3.2.9 Projecto American Telecare

A empresa americana, *American Telecare*,^[24] dedica-se desde 1993 ao desenvolvimento de tecnologia para a gestão hospitalar onde é incluída a comunicação em tempo real de áudio e vídeo em conjunto com transmissão de dados de equipamentos médicos.

O objectivo da empresa é melhorar o acesso a cuidados de saúde através da possibilidade de interacção em tempo real de pacientes nas suas habitações com médicos, aumentando a produtividade, os níveis de satisfação e diminuição dos custos de saúde.

O sistema “*American TeleCare Home Telehealth*” permite a ligação de várias estações de pacientes através de linhas de telefone normais, activando-se com o premir de um botão para estabelecer videoconferência (Figura 3-13).



A



B



C



D



E

Figura 3-13 – Equipamento utilizado. A – Equipamento utilizado pelos profissionais de saúde. B, C, D – Equipamento para vídeo conferencia para casa dos pacientes. E – Acessórios para equipamento dos pacientes.

Como observado na Figura 3-13, para além de uma câmara, microfone, colunas e monitor as estações situadas em casa dos pacientes podem ainda ser equipadas com vários periféricos médicos de acordo com as necessidades. Podem ser utilizados estetoscópios, medidores de tensão arterial, glicose, pulse oximeter, balanças digitais, termómetros digitais, para as consultas á distância.

O sistema pode ser configurado para outros pacientes para realizar a monitorização permanente de sinais vitais, onde mudanças subtis destes são indicadas ao paciente para ter atenção á sua condição de saúde e reforçar a necessidade de serem tomadas acções correctivas.

Existem ainda outros dispositivos criados para orientar o paciente através de um processo diário de registo de sinais vitais, onde este regista as respostas a questões colocadas acerca da sua condição física. Após esta etapa é realizada uma ligação para envio dos dados para um ponto central de análise. Aqui cada paciente possui associado parâmetros recomendados por um médico, que ao serem cruzados no software com a informação recebida podem dar origem a acções caso estes sejam diferentes dos recomendados.

3.2.10 Projecto Nonin - Avant

A empresa americana Nonin Medical Inc^[25] possui 18 anos de experiência na construção de soluções de monitorização utilizando métodos não intrusivos. Actualmente são utilizados milhares de *pulse oximeters* em mais de 125 países.

O Avant 4000 (Figura 3-14) é um equipamento da Nonin para a monitorização de sinais vitais através de pulse oximetry sem fios recorrendo á tecnologia Bluetooth com encriptação de dados. É alimentado através de pilhas tipo AA o que lhe confere uma autonomia para 120 horas e 33 horas de memória para dados.



Figura 3-14 – Pulse Oximeter Avant 4000 da Nonin. À esquerda, sensor, aquisição e transmissão de sinal sem fios. À direita, equipamento de monitorização.

O equipamento da Figura 3-14 permite o envio de dados para locais remotos através de Bluetooth, assim como possibilita impressão no módulo de visualização de dados. Realiza a monitorização da saturação de oxigénio no sangue e pulsação cardíaca.

3.2.11 Projecto Amon

O projecto Amon^[26] – Advanced care & alert portable telemedical Monitor, teve início em outubro de 2002 e foi o resultado de um consorcio Europeu envolvendo 5 parceiros industriais, Art of Technology da Suíça, Aurélia Microelettronica S.p.a de Itália, Hospital de Paris da França, Tadiran Spectralink Ltd de Israel, e um parceiro académico, wreable Computing Lab ETH Zurich da Suíça.

O AMON (Figura 3-15) é um equipamento clínico, concebido para pacientes de alto risco que necessitam de monitorização e registo constante dos sinais vitais.

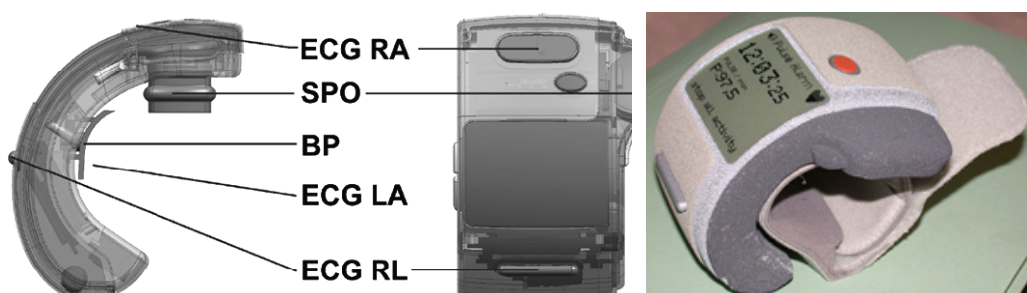


Figura 3-15 – Sistema AMON. Sensores, á esquerda, de SpO, ECG com um ponto de medição (RA – Braço direito, LA – Braço esquerdo e RL – Perna direita), tensão arterial, actividade física (não mostrado) e temperatura (não mostrado). À direita, protótipo do sistema.

Como pode ser visualizado na Figura 3-15, as características principais do AMON são a sua capacidade de monitorização e registo de vários parâmetros, tais como batimento

cardíaco, saturação de oxigénio no sangue, temperatura e actividade física através de um acelerómetro. Adicionalmente pode ainda ser obtida a tensão arterial e electrocardiograma de um ponto de medição sempre que necessário.

O sistema permite o envio de alarmes ao identificar sinais vitais anormais, possui botão de pânico e permite recepção de mensagens escritas de operadores remotos, assim como possui uma autonomia de 24 horas de monitorização. Esta autonomia é conseguida através de uma gestão energética cuidada e amostragens de 2 em 2 minutos dos sensores (o sistema em pleno funcionamento consome 25,4 mA).

Em termos de comunicação os dados podem ser enviados via GSM para um ponto central.

3.2.12 Projectos em Portugal

Em Portugal existem alguns projectos em curso, nomeadamente Intercare, MyHeart, HeartBit, e Vital, contudo a informação destes é reduzida.

3.2.12.1 Intercare

Sistema Integrado de Cuidados Médicos Aplicado à Cardiotocografia e à Electrocardiografia, com o envolvimento do Hospital de S. João, INEB - Instituto Nacional de Eng. Biomédica, Novabase Porto S.A, o INESC Porto - Instituto Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto e a Faculdade de Medicina do Porto.

O objectivo do projecto consiste na interligação de unidades periféricas, constituídas por sensores de baixo custo, de aquisição de sinais biológicos (frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura e saturação de oxigénio no sangue), com módulos de processamento local e uma unidade central. É utilizada tecnologia WEB para interface com o utilizador.

3.2.12.2 HeartBit

Projecto HeartBit - A telecardiology platform. Tem como participantes o Centro de Cirurgia Cardio-torácica dos Hospitais da Universidade de Coimbra, Visabeira e o Instituto do Coração de Moçambique.

Consiste num software implementado em Java desenvolvido para dispositivos móveis, tais como, Palm's e PDA's, para permitir o acesso e visualização de dados de uma unidade de monitorização de batimentos cardíacos. Esta unidade é apresentada na forma de um relógio colocado no pulso da pessoa a monitorizar e envia dados para o PDA via infra-vermelhos.

As unidades são desenvolvidas pela “Polar Electro Oy”^[30] com a finalidade de auxiliar na monitorização da actividade cardíaca durante o exercício físico, existindo vários tipos de unidades adaptadas a várias actividades, tais como o jogging, andar de bicicleta, praticar desportos de equipa, etc. Permitem ainda ser adaptadas a vários fins, tais como ajudar a manter um coração saudável, controlar o peso através da indicação da quantidade de calorias gastas, etc.

3.2.12.3 MyHeart

O projecto MyHeart é uma evolução do sistema HeartBit, onde o objectivo é o desenvolvimento de um sistema móvel para ser utilizado nas habitações dos pacientes que permita o combate às doenças cardiovasculares através da promoção de um estilo de vida preventivo e diagnóstico precoce.

Envolve cerca de 34 entidades Europeias das quais são destacadas a Philips Research, Nokia, Centro de Cirurgia Cardio-torácica dos Hospitais da Universidade de Coimbra e CISUC - Centro de Informática e sistemas da UC.

3.2.12.4 Vital

Projecto com o tema: Vital - Distributed vital signal acquisition platform - onde é pretendido o desenvolvimento de uma plataforma distribuída para aquisição de sinais vitais assente em várias aplicações para registo, edição em tempo real, geração de relatórios e visualização em ambiente Web.

Neste projecto os participantes são a Philips Medical Division e o Centro de Cirurgia Cardio-torácica dos Hospitais da Universidade de Coimbra.

3.2.13 Conclusão

De seguida são apresentadas resumidamente as vantagens e desvantagens dos equipamentos e soluções para monitorização de sinais vitais referidos anteriormente.

Projecto	Vantagens	Desvantagens
CodeBlue	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo consumo; - Em "Standby By" possui mais de 20 anos de autonomia; - Existe muita investigação académica em trono da solução; - Plataforma aberta; - Existe estudo no terreno com valores de sinais vitais considerados anormais à tarefa facilitada para uma central tipo datacenter para recepção de alarmes; - Alimentado a 2 pilhas tipo AA com consumo de 20mA à duração 5-6 dias em operação contínua - Permite configuração para interior e exterior. - Largura de banda máxima 76,8 Kbps com alcance de 20 a 30 metros; 	<ul style="list-style-type: none"> - O sensor do oxímetro de pulso utilizado não funciona em pacientes com unhas envernizadas ou em ambientes com temperaturas muito frias ou elevadas. Nestes casos o fluxo de sangue para os dedos é restrito.
MobiHealth	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza conceito de rede designado BAN; - Para além da oximetria analisa a cor da pele, temperatura e respiração; - Sistema amplamente testado em 4 países europeus; 	<ul style="list-style-type: none"> - Solução demasiado dispendiosa (6000€); - Sistema muito vulnerável a falhas de rede à usa conceito store and forward, sem armazenamento de dados local; - Solução fechada.
MDKeeper e SDKeeper	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema compacto; - Condensa todos os sensores num equipamento; - Permite inclusão de sistema GPS; - Permite realizar chamadas de emergência; - Funciona em quase todo o mundo; - Existe versão médica e não médica (ex. útil para doentes com Alzheimer). 	<ul style="list-style-type: none"> - Difícil adicionar facilmente mais sensores para monitorização; - Solução ainda em desenvolvimento.
CardGuard	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema comercial vastamente utilizado; - Arquitectura distribuída utiliza comunicações sem fios entre dispositivos; - Permite comunicações com o exterior em 3G e WiFi; - Aplicações gráficas para visualização e correlação de dados; - Facilita a obtenção de segundas opiniões médicas entre profissionais de saúde; - Armazenamento central de dados clínicos encriptados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema não portátil; - Orientado para a realização de consultas à distância. - Não permite o registo contínuo de dados enquanto o paciente realiza as suas actividades diárias.
Ring Sensor	<ul style="list-style-type: none"> - Tamanho reduzido, elevada autonomia (utilização durante 1 ano). 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita de um dispositivo para acoplar ao telemóvel para descodificar os dados rádio
LifeShirt	<ul style="list-style-type: none"> - Muito completo - Baseia-se num sistema e tecnologia proprietária largamente testada e utilizada; - Permite a monitorização de mais de 30 parâmetros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema proprietário fechado; - Possui demasiados fios o que pode limitar a utilização de forma natural pelo paciente; - Não possui comunicação com o exterior, sendo os dados armazenados em cartão flash.
American Telecare	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema profissional; - Permite vídeo-conferência; - Possui acessórios como estetoscópios; - Interface com o utilizador intuitivo e simplificado com opção de touch screens; - Permite resposta a questionários médicos e registo diário de valores dos sinais vitais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema não portátil vocacionado para as consultas á distância; - Não permite mobilidade dos pacientes, nem monitorização automática e constante.
Nonin	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema pequeno, compacto, grande autonomia de operação (120 horas e 33 horas de monitorização contínua de dados) - Permite impressão e comunicação via bluetooth; 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite apenas a monitorização de 2 sinais vitais (saturação do oxigénio no sangue e batimento cardíaco).
Amon	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo consumo, permite vários tipos de sinais vitais; - Bons algoritmos, robustos para envio de alarmes; - Tabelas com de dados considerados anormais para a solução; - Solução condensa as medições em equipamento baseado em pulseira, garantindo elevada comodidade e portabilidade do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apenas possui autonomia para 24 horas de operação; - Dados enviados via GSM.

Tabela 3-1 – Comparação de equipamentos e soluções de monitorização de sinais vitais.

O projecto no qual se insere o Connectblue não foi alvo de comparação visto tratar-se de um conversor de comunicações para Bluetooth e não um sistema de monitorização de sinais vitais. Os projectos Portugueses referidos nesta tese também não foram alvo de comparação devido á escassez de informação.

Após análise da Tabela 4-3 verifica-se que a arquitectura da solução CodeBlue é a mais versátil. É uma plataforma aberta de desenvolvimento que permite a construção de um sistema simples com fios e a sua posterior evolução para sistemas mais complexos sem fios. Esta metodologia será a ideal para a integração deste tipo de equipamentos à solução da vídeo vigilância apresentada nesta tese.

Utilização do Sistema de Vídeo Vigilância como Unidade de Registo e Transmissão de Sinais Vitais

Neste capítulo são abordadas as alterações realizadas ao sistema de Vídeo Vigilância para incluir a monitorização de sinais vitais.

4.1 Adequação do Sistema de Vídeo Vigilância para a Telemedicina

O sistema de vídeo vigilância existente necessitava de evolução para aproveitamento das novas técnicas de compressão de imagem de forma a poder tirar o máximo partido das comunicações via GPRS e UMTS e da nova geração de telemóveis com características PDA (SmartPhones). A versão de transmissão de imagem existente para PDA baseada em imagens JPEG era muito lenta e por vezes a ligação terminava de forma abrupta sem a imagem ter sido totalmente recebida.

As alterações necessárias para a incorporação de sensores de sinais vitais foram:

- Optimização da Compressão de Imagem;
- Adaptação da central de gestão e recolha de alarmes de rede;
- Sistema de Detecção e Recuperação de Falhas (“*Watchdog*”);

Estas alterações realizadas são descritas com maior pormenor nas próximas secções.

4.1.1 Optimização da Compressão de Imagem

O sistema de Vídeo Vigilância Digital Look@it utiliza o standard JPEG para a compressão de imagem, apesar da existência de outros standards. Em termos de relação qualidade/desempenho este é mais indicado para este sistema (Anexo – JPEG vs JPEG2000). Para a telemedicina é necessário garantir a transmissão de imagem em conjunto com dados dos sinais vitais. Os dados da imagem é o que ocupa maior largura de banda, em média cada imagem JPEG com tamanho de 384x288 ocupa cerca de 20Kbytes ou seja 160Kbits. Para uma cadência de 7 imagens por segundo será necessário cerca de 1 120Kbits/segundo, ou seja é necessário uma ligação superior a 1 Mbit/segundo. Em televisão no sistema PAL existem

cerca de 25 imagens por segundo, no entanto uma taxa com cerca de 15 imagens por segundo ao olho Humano assemelha a um movimento em contínuo com alguma suavidade. Caso se considere um vídeo com uma taxa de 7 imagens por segundo não existe um movimento suave, no entanto é uma taxa muito boa, tendo em atenção o facto de que em vigilância é aceite uma taxa de 1 imagem por segundo para os sistemas tradicionais.

Tendo em conta estes valores de ocupação de largura de banda para a imagem, adicionarmos a necessidade de transmissão de outros dados e os actuais serviços generalizados de acesso á Internet de banda larga, via ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) apenas permitirem débitos de upload a partir de 128/256 bits/segundo existe a necessidade de optimização na compressão de imagem.

Existem vários algoritmos para compressão de imagem destinados a vários tipos de aplicações. Para este caso, a escolha do melhor algoritmo estava sujeita a que este seja utilizado na maior parte dos dispositivos, tais como PDA's, SmartPhones, portáteis, PC's, sem necessidade de instalação de software adicional. O problema com os dispositivos móveis, tal como os PDA's consiste no facto de estes não suportarem a instalação de componentes, tais como codec's.

Assim a escolha recaiu sobre o codec MPEG4 da Microsoft, devido a ser largamente utilizado por todos os sistemas operativos da Microsoft, desde as plataformas de PC a SmartPhones.

Outro aspecto melhorado com a inclusão do codec consistiu na redução da largura de banda ocupada em cerca de 55,36% (de 1 120Kbytes para 500Kbytes) sem comprometer de forma significativa a qualidade de imagem. No entanto a optimização foi levada mais longe com a inclusão de streaming. Com esta forma de transmissão de dados, as imagens são comprimidas em MPEG4 uma única vez e colocadas no canal de transmissão. Com este método podemos ter desde 1 a N pessoas ligados sempre com a mesma taxa de ocupação de processador a ser utilizado na compressão, contudo cada pessoa que se liga vai ocupar mais largura de banda. Esta forma de transmissão em oposição á anterior permite uma grande optimização dos recursos da máquina na compressão do vídeo. A Figura 4-1 apresenta uma comparação entre estes dois tipos de compressão.

Largura de Banda ocupada Pela Compressão de Imagem JPEG vs Streaming MPEG4

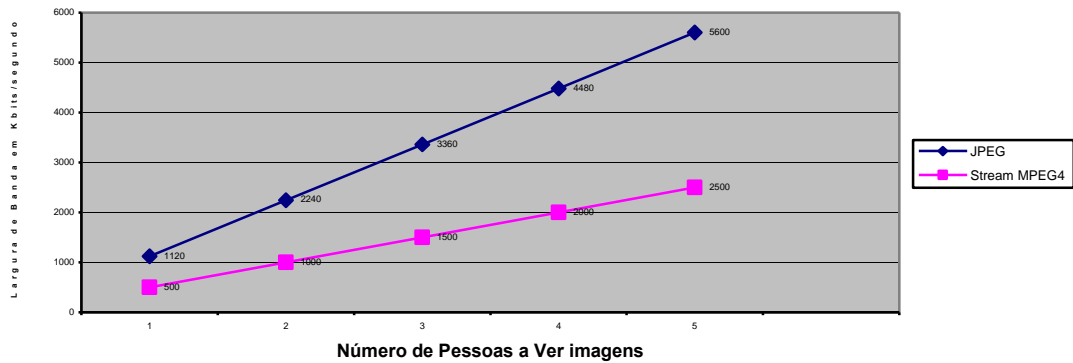


Figura 4-1 – Comparação da Largura de Banda Ocupada na Rede para Transmissão de Imagens usando Compressão JPEG vs MPEG4.

De acordo com a Figura 4-1 verifica-se um crescimento exponencial em termos de ocupação de largura de banda da rede utilizando o método de compressão em JPEG com o aumento do número de pessoas a visualizar imagens. Por outro lado utilizando o formato de compressão em stream MPEG4 a largura de banda necessária para a transmissão de imagens também aumenta com o aumento de pessoas a ver imagens. Contudo a este método permite, com 5 pessoas, baixar o número de bits para a transmissão de imagem de 5600Kbits/segundo para 2500Kbits/segundo.

Após a otimização em tempos de largura de banda utilizada para a transmissão de imagem foi analisado o impacto das alterações realizadas em termos de performance. A Figura 4-2 relaciona estes dois tipos de compressão com o número de pessoas.

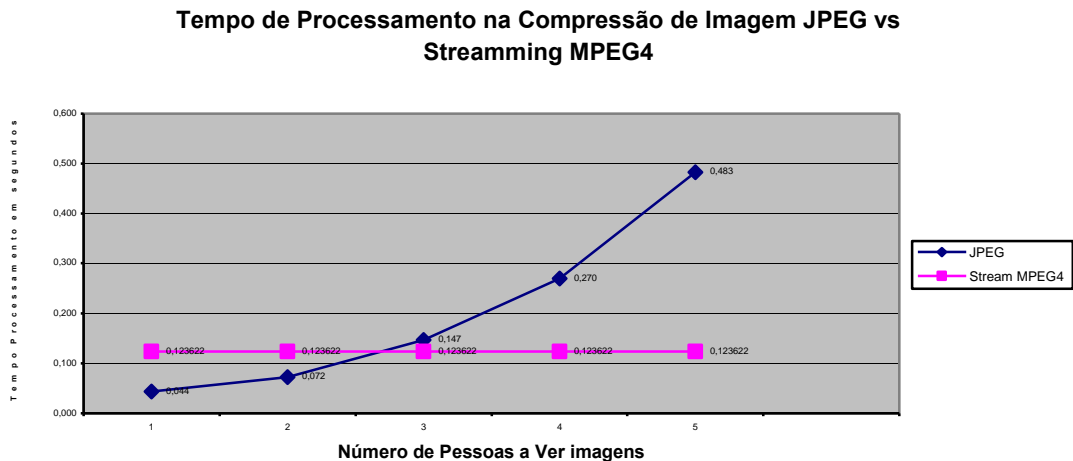


Figura 4-2 - Comparação do Tempo de Processador usado na Compressão de Imagens em JPEG vs MPEG4.

Através da Figura 4-2 verifica-se que a compressão em stream MPEG4 ocupa mais tempo de processador quando existem duas pessoas a ver imagens. Contudo, este tipo de processamento torna-se mais eficiente quando existem 3 ou mais pessoas a visualizar imagens em simultâneo. Os sistemas de vídeo vigilância baseados em PC possuem a vantagem de beneficiarem com a evolução dos processadores. No entanto, o custo dos processadores topo de gama é demasiado elevado o que, associado à competitividade do mercado no sector da vídeo vigilância, obriga ao uso de processadores economicamente mais acessíveis. Desta forma, neste tipo de sistemas é necessário ponderar o peso imposto ao processador pelos algoritmos de compressão, de forma a garantir o funcionamento do sistema com 16 câmaras a pelo menos 7 frames por segundo e com cerca de 2 pessoas a visualizar as 16 câmaras em simultâneo.

A Figura 4-3 relaciona o desempenho global do sistema de vídeo vigilância Look@it de 16 câmaras em termos de diferentes tipos de algoritmos de compressão de imagem com o número de pessoas a ver imagens. Para a realização da comparação considerou-se a aquisição de imagens de 16 câmaras com 7fps com uma resolução de 384x288. Também se configurou a gravação para 3 frames por segundo e a visualização de imagens das 16 câmaras para 7 frames por segundo. Em termos de operações realizadas foram considerados os tempos dos processos de aquisição, conversão de formatos de imagem, detecção de movimento, compressão e transmissão de imagem através da rede em termos médios.

Tempo de Processamento Sistema de 16 Câmaras (384x288) com Compressão de Imagem JPEG vs Streaming MPEG4 (Visualização a 7fps e Gravação 3fps)

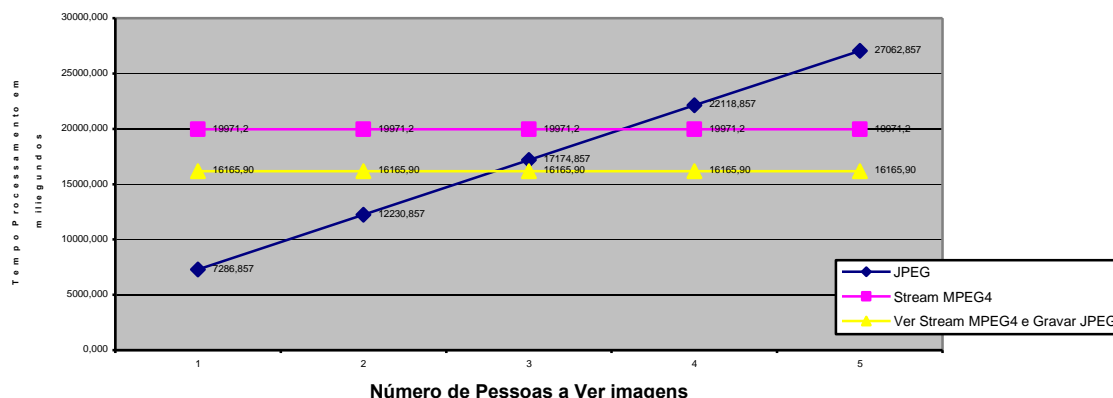


Figura 4-3 - Desempenho Global Sistema com Compressão de IMG's para Ver e Gravar em JPEG vs MPEG4 com sistema para ver em stream MPEG4 e gravar em JPEG.

Da Figura 4-3 verifica-se que quando o número de pessoas a visualizar imagens aumenta, a configuração em termos de menor impacto na performance do sistema é a que utiliza uma configuração mista para a compressão de imagem (Stream MPEG4 para visualização e JPEG para gravação).

Associando estes dados ao estudo da largura de banda utilizada nas figuras anteriores será a melhor relação de compromisso em termos de performance e taxa de compressão.

O ponto de equilíbrio será quando no sistema existem 3 pessoas a ver imagens em simultâneo, onde sempre que existem menos pessoas a vantagem continua a recair sobre os métodos de compressão totalmente em JPEG.

4.1.2 Adaptação da central de gestão e recolha de alarmes de rede

Para a central de gestão e recolha de alarmes suportar eventos de monitorização de sinais vitais foi necessária a inclusão de mensagens de alarme adaptadas á realidade da medicina. Estas novas mensagens de alarme estão resumidas na Tabela 4-2.

A estrutura para envio de mensagens de alarme consiste no envio de uma estrutura de 128 bytes para um determinado porto do software de gestão (Tabela 4-1).

Data	Hora	Tipo Evento	Nível de Alarme	IP de Origem	Descrição
↓	↓	↓	↙	↘	↓
2006/02/03	17:21:22:333	Input 1	1	192.168.100.1	Zona 1 da Central de Intrusão em Alarme

Tabela 4-1 – Exemplo de mensagem para envio de eventos de alarme.

A Tabela 4-1 indica o formato dos 6 itens enviados. A informação temporal da ocorrência do evento possui resolução até ao milissegundo. O campo “tipo de evento” identifica qual o subsistema que origina o evento, neste caso foi a entrada nº 1 do controlador de I/O’s. O “nível de alarme” indica qual a gravidade do evento, o valor 1 do exemplo significa alarme do tipo vermelho, ou seja de alta importância. O “IP de origem” identifica na rede qual o equipamento que gerou o evento de alarme. Estes equipamentos possuem IP fixo para que seja garantida a bidireccionalidade das comunicações. Finalmente a “descrição” indica com maior detalhe o acontecimento.

Os eventos da Tabela 4-1 são tratados da mesma forma como os eventos originados pelos subsistemas de alarme e incêndio (secção 2.4.4).

4.1.3 Sistema de Detecção e Recuperação de Falhas (“*Watchdog*”)

Este sistema é descrito na secção Detecção e Recuperação de Falhas em 2.4.7.

4.2 Central de Supervisão de Rede de Sinais Vitais

Nesta secção é realizada uma descrição das alterações efectuadas ao Vídeo Datacenter do sistema de vídeo vigilância Digital de forma a ser transformado numa central de supervisão de sinais vitais.

4.2.1 Notificações de Eventos

O actual modo de funcionamento da central de recepção de eventos de Vídeo Vigilância Digital é bastante flexível, que permite uma fácil adaptação para a monitorização de sinais vitais. Neste caso, a alteração realizada, consiste na criação de um tipo específico de evento

para cada equipamento médico. A Tabela 4-2 resume os eventos considerados mais importantes.

Evento	Tipo	Nível	Descrição / Objectivo
Temperatura	Temperatura entre N°C e M°C (sendo N e M valores especificados na configuração do sistema)	Verde	Detectar o regresso à temperatura considerada normal para corpo do paciente
	Varição da temperatura em N°C (sendo N um valor especificado na configuração do sistema)	Amarelo	Detectar aumentos ou diminuições súbitas de temperatura no paciente
	Temperatura superior a 40°C	Vermelho	Alertar para valores de temperatura elevados e que estejam a colocar em risco a vida do paciente
	Temperatura inferior a 36°C	Vermelho	Alertar para valores de temperatura baixos e que estejam a colocar em risco a vida do paciente
Pressão Arterial	Pressão entre N e M (sendo N e M valores especificados na configuração do sistema)	Verde	Detectar o regresso à pressão arterial considerada normal para o paciente
	Pressão arterial mínima superior a N Pressão arterial máxima superior a M	Vermelho	Alertar para valores de pressão arterial que estejam a colocar em risco a vida do paciente
	Pressão arterial mínima inferior a N Pressão arterial máxima inferior a M	Vermelho	Alertar para valores de pressão arterial que estejam a colocar em risco a vida do paciente
Batimento Cardíaco	Pulsações entre N°C e M°C (sendo N e M valores especificados na configuração do sistema)	Verde	Detectar o regresso ao nº de pulsações considerado normal para corpo do paciente
	Varição das pulsações em N (sendo N um valor especificado na configuração do sistema)	Amarelo	Detectar aumentos ou diminuições súbitas de pulsações no paciente
	Nº de pulsações superiores a x	Vermelho	Alertar para um valor elevados de pulsações que esteja a colocar em risco a vida do paciente
	Nº de pulsações inferiores a x	Vermelho	Alertar para um valor demasiado baixo de pulsações que esteja a colocar em risco a vida do paciente
Saturação de Oxigénio no Sangue	Níveis de SpO ₂ entre N e M (sendo N e M valores especificados na configuração do sistema)	Verde	Detectar o regresso aos níveis SpO ₂ considerado normal para corpo do paciente
	Varição dos níveis de SpO ₂ em N (sendo N um valor especificado na configuração do sistema)	Amarelo	Detectar aumentos ou diminuições súbitas dos níveis de SpO ₂ no paciente
	SpO ₂ superior a x	Vermelho	Alertar para valores de SpO ₂ elevados e que estejam a colocar em risco a vida do paciente
	SpO ₂ inferior a x	Vermelho	Alertar para valores de SpO ₂ baixos e que estejam a colocar em risco a vida do paciente

Tabela 4-2 – Exemplo de eventos para monitorização de sinais vitais.

Foi realizado um estudo por Tia Gao^[21] intitulado “Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network”, onde foi obtida a seguinte tabela de valores de alerta.

Tipo de alerta	Parâmetro de detecção
Concentração de SpO ₂ Baixo	SpO ₂ < 90%*
Bradycardia	Ritmo Cardíaco < 40 bpm* (batimentos cardíacos por minuto)
Taquicardia	Ritmo Cardíaco > 150 bpm* (batimentos cardíacos por minuto)
Mudança de Ritmo Cardíaco	Variação do Ritmo Cardíaco dos últimos 5 minutos > 19%*
Estabilidade do Ritmo Cardíaco	Máximo da variação das últimas 4 leituras > 10%*
Mudança da Pressão Sanguínea	Mudança nas pressões sistólica, diastólica > ±11%*

*Valores por omissão, ajustados de acordo com o histórico médico do paciente.

Tabela 4-3 – Parâmetros de referência para envio de alertas.

A Tabela 4-3 apresenta valores a serem utilizadas por omissão para configuração inicial do envio de notificações de alerta em pacientes normais, contudo estes devem ser adequados de acordo com o passado histórico e tipo de doença de cada paciente.

4.2.2 Interface Windows® Media Player™

Através da possibilidade de utilizar o Media Player, é possível a visualização de imagens no formato streaming MPEG4 em qualquer dispositivo que contenha o Windows (Figura 4-4).

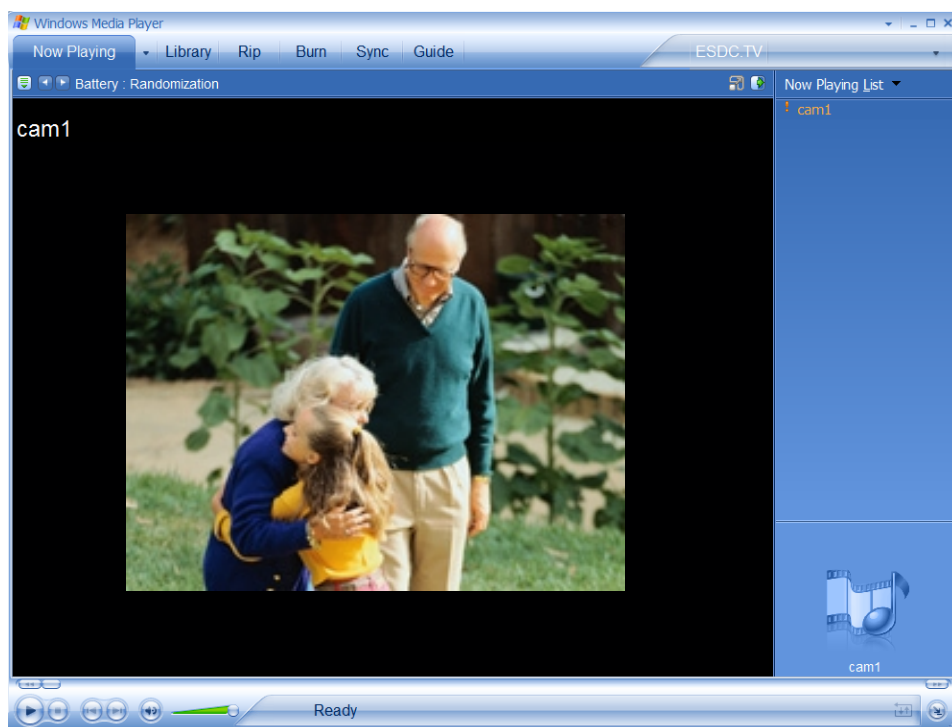


Figura 4-4 – Visualização de imagens através do Windows Media Player.

Na escolha tanto do codec para compressão MPEG4 como do formato streaming (ASF) foi tido em conta o uso generalizado do Media Player pelos mais diversos tipos de equipamento, desde PC's a PDA's e SmartPhone. Esta característica garante uma excelente versatilidade e utilização nos mais variados cenários.

4.2.3 Interface PDA/SmartPhone

Actualmente é necessária a existência de cada vez maior mobilidade. Fruto desta necessidade é a evolução dos telemóveis e na sua convergência para PDA's, transformando-os em SmartPhones.

Com o objectivo de tirar partido da portabilidade destes dispositivos e das suas capacidades de comunicação WiFi, UMTS, GPRS, foi desenvolvido uma aplicação para este

tipo de equipamento. Os técnicos de saúde e familiares dos pacientes equipados com este tipo de equipamento garantem uma maior disponibilidade e encurtam o tempo de resposta a um evento de alarme, podendo de imediato recorrer ao sistema de vídeo vigilância para efectuar uma validação visual destes eventos, assim como tomar as devidas acções.

Características do software de visualização via PDA, Pocket PC ou Smart Phone (Figura 4-5):

- Visualização de imagens em tempo real de 1 ou várias câmaras em simultâneo via GPRS/UMTS;
- Visualização de imagens via Wi-Fi sem custos.
- Visualização de 1 câmara com detalhe.



Figura 4-5 – Interface de visualização via Pocket PC.

Na Figura 4-5 a visualização de imagem é conseguida através do Windows Media Player embebido numa aplicação desenvolvida para o Windows Mobile 2003.

A elaboração desta tese sobre a Vídeo Vigilância Digital aplicado à Telemedicina, permitiu não só o estudo de soluções e equipamentos existentes para medição de sinais vitais, mas também a sua integração no sistema de Vídeo Vigilância Digital.

Numa primeira fase foi apresentada a evolução e o estado da arte da Vídeo Vigilância Digital, assim como a sua arquitectura e características principais. Neste trabalho foi efectuada a interligação do sistema de Vídeo Vigilância Digital com outros sistemas através do módulo de I/O's, o qual, permite realizar a leitura de estados e controlar diferentes tipos de equipamentos, através de uma única interface acessível a partir de vários dispositivos (Windows, Web, PDA, ...).

Foi ainda melhorada a performance do sistema de detecção automático de movimento através do redimensionamento das imagens para uma resolução menor, implementados protocolos para o controlo de câmaras PTZ, captura, compressão e transmissão remota de imagens.

A implementação no sistema do controlo remoto de câmaras PTZ permite o comando por um operador autorizado dos motores das câmaras, sem necessitar de hardware específico.

Foi dedicada especial atenção à transmissão remota de imagens devido a esta utilizar um elevado consumo de largura de banda. A optimização da taxa de utilização da rede mantendo a qualidade de imagem solicitada pelo operador, foi alcançada através da utilização de algoritmos de processamento e técnicas de compressão de imagem (JPEG, MJPEG, MPEG4, H263, ...) de acordo com o tipo de dispositivo (PDA, WEB, Windows, ...).

Numa segunda fase foram ainda estudadas várias soluções e equipamentos para a monitorização de sinais vitais, onde se focaram as vantagens e principais características de cada um. Das várias abordagens descritas destaca-se o projecto CodeBlue, pelas suas características (autonomia, comunicação sem fios, possibilidade de utilização no interior/exterior), plataforma aberta e possibilidades de integração no sistema de Vídeo Vigilância, mantendo o seu funcionamento autónomo.

Foram ainda apresentadas alterações a serem efectuadas ao Vídeo Datacenter de forma a permitir a sua evolução para uma central de supervisão de sinais vitais. Aqui foram considerados aspectos relacionados com a recepção, registo e tratamento de notificações de

alarme médico com ênfase na detecção e recuperação de falhas do sistema. A ocorrência de eventos de sinais vitais anormais, serão validados e acompanhados remotamente através das câmaras do sistema de Vídeo Vigilância. A estes eventos podem ainda estar associadas gravações, transmissões de imagens, envio de SMS e e-mail.

Desta forma, conclui-se, que a Vídeo Vigilância aplicado á Telemedicina, traduz-se numa mais valia, ao permitir detectar situações de alarme, validar, confirmar e acompanhar remotamente pacientes que necessitem de monitorizar sinais vitais.

5.1 Trabalho futuro

Os métodos apresentados demonstram que é possível aplicar um sistema de Vídeo Vigilância Digital à Telemedicina. No entanto, a questão da portabilidade é um factor limitativo.

Assim sendo, o próximo passo na evolução do sistema, passa pela construção de uma versão mais portátil que permita a sua utilização em locais onde não existam sistemas de CCTV. Esta versão deverá possibilitar uma instalação fácil com recurso a câmaras IP sem fios. O sistema deverá contemplar a definição de filtros onde a detecção de movimento é ignorada e máscaras de privacidade, de forma a essas zonas da imagem não sejam gravadas, o que permite não só cumprir requisitos legais mas também dotar o sistema de maior flexibilidade.

Uma fase mais avançada do sistema portátil poderá incluir comunicações via WiFi ou GPRS/UMTS/HSPA, permitindo que eventos relacionados com a monitorização de sinais vitais possam dar origem a envio de alarmes e consulta de dados em tempo real. A criação deste sistema será uma mais valia para o diagnóstico e tratamento da apneia do sono e outras doenças. No caso da apneia do sono este sistema poderá detectar padrões que indiquem apneias, tais como distensão do pescoço e movimentos anormais.

R referências

- [1] Xiuzhen Huang, “**Parallel Design of JPEG2000 Image Compression**”, Presentation, CS Department UC Santa Barbara, páginas 5-6,13 de Abril de 2003.
- [2] Victor Shnayder, Borrong Chen, Konrad Lorincz, Thaddeus R. F. FulfordJones, and Matt Welsh, “**Sensor Networks for Medical Care**”, Technical Report TR-08-05, Division of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, 2005.,
<http://www.eecs.harvard.edu/~mdw/proj/codeblue>
- [3] Sitio na Internet: © Copyright 1998 Company Name, Inc., “**Aspectos Médicos em Telemedicina**”.
http://www.virtual.epm.br/material/tis/curr-med/temas/med5/med5t12000/tele/_tica.html
- [4] N. Gura, A. Patel, A. Wander, et al., “**Comparing elliptic curve cryptography and RSA on 8-bit CPUs**”. In Proc. Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES 2004): 6th International Workshop, Cambridge, MA, August 2004.
- [5] C. Karlof, N. Sastry, and D. Wagner., “**TinySec: A link layer security architecture for wireless sensor networks**”. In Proc. Second ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2004), November 2004.
- [6] D. Malan, M. Welsh, and M. Smith. “**A public-key infrastructure for key distribution in TinyOS based on elliptic curve cryptography**”. In Proc. The First IEEE International Conference on Sensor and Ad hoc Communications and Networks (SECON), Santa Clara, CA, October 2004.
- [7] T. Rusch, R. Sankar, and J. Scharf. “**Signal processing methods for pulse oximetry**”, Computers in Biology and Medicine, 26(2):143–159, 1996.
- [8] Smiths Medical PM, Inc. “**BCI Micro Power Oximeter Board**”.
http://www.smiths-bci.com/html/Products/oem_products.htm.
- [9] Sitio na Internet: Telemediciana na “**East Carolina University's Telemedicine Center**”
<http://www.telemed.med.ecu.edu>.
- [10] Sitio na Internet: Telesaúde na “**North Network**” em Ontário, Canadá
<http://www.northnetwork.com>

- [11] Aart Van Halteren, Richard Bults, Katarzyna Wac, Dimitri Konstantas, Ing Widya, Nicolai Dokovsky, George Koprinkov, Val Jones, Rainer Herzog, "**Mobile Patient Monitoring: the MobiHealth System**", in Journal on Information Technology in Healthcare, (vol.2 2004)
- [12] Van Halteren A., Konstantas D., Bults R. Wac K., Dokovsky N. Koprinkov G., Jones V., Widya I.: **MobiHealth: Ambulant Patient Monitoring Over Next Generation Public Wireless Networks In: G. Demiris (Ed.), e-health: Current Status and Future Trends**, IOS Press, Amsterdam, 2004, ISBN: 1 58603 442 1
- [13] Val Jones, Aart van Halteren, Nikolai Dokovsky, George Koprinkov, Jan Peuscher, Richard Bults, Dimitri Konstantas, Ing Widya and Rainer Herzog, **MobiHealth: Mobile Services for Health Professionals**, in **M-Health: Emerging Mobile Health Systems**, Robert H. Istepanian, Swamy Laxminarayan, Constantinos S. Pattichis, Editors, Springer 2006, pp.237-46. 624 p. ISBN: 0-387-26558-9. (ch.17)
- [14] Dimitri Konstantas, Richard Bults, Aart Van Halteren, Katarzyna Wac, Val Jones, Ing Widya, "**MobiHealth: Ambulant Patient Monitoring Over Public Wireless Networks**", Proceedings of MEDICON 2004, July 31 - August 5, 2005, Ischia, Naples, Italy.
- [15] Wac Katarzyna, Richard Bults, Aart van Halteren, Dimitri Konstantas, Victor Nicola., "**Measurements-based performance evaluation of 3G wireless networks supporting m-health services**", Proc. 12th Multimedia Computing and Networking (MMCN '05), Jan. 19-20, 2005, San Jose, California, USA
- [16] Sitio na Internet: **MobiHealth**
<http://www.mobihealth.org>
- [17] Sitio na Internet: Unidade de negócio **LifeCare da empresa Israelita Tadiran Spectralink Ltd.**
www.tadspec.com/lifecare
- [18] Sitio na Internet: **Siemens Communications**
www.siemens.com/communications
- [19] Sitio na Internet: **ConnectBlue**
<http://www.connectblue.se>
- [20] Sitio na Internet: **Card Guard**
www.cardguard.com
- [21] Tia Gao, Dan Greenspan, Matt Welsh, Radford R. Juang, and Alex Alm, "**Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network**", Johns Hopkins

University Applied Physics Laboratory, Proceedings of the 27th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Shanghai, September 2005.

[22] Sítio na Internet: **Ring Sensor**

http://darbelofflab.mit.edu/ring_sensor/ring_sensor.htm

[23] Sítio na Internet: **LifeShirt da empresa VivoMetrics**

<http://www.vivometrics.com/site/system.html>

[24] Sítio na Internet: **American Telecare**

<http://www.americantelecare.com>

[25] Sítio na Internet: Empresa Americana **Nonin Medical Inc.**

<http://www.nonin.com/products/4000.asp>

[26] Sítio na Internet: **Amon**

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=15615032&dopt=Abstract

[27] Sítio na Internet: **Telos corporation**

<http://www.telos.com>

[28] Sítio na Internet: **Crossbow Technology, Inc. MICA2 Series (MPR4x0)**

<http://www.xbow.com/Products/productsdetails.aspx?sid=72>

[29] Sítio na Internet: **Crossbow Technology, Inc. MICAz ZigBee Series (MPR2400)**

<http://www.xbow.com/Products/productsdetails.aspx?sid=101>

[30] Sítio na Internet: **Polar Electro Oy,**

<http://www.polar.fi/>

[31] Milton P. Macedo, J. Basílio Simões, Vitor Amorim, Ana G. Fernandes, Ana Carneirinho, Carlos Coelho, Catarina Barros, José P.P. Domingues, Ricardo Ferreira, H. Carmona da Mota, Carlos M. Correia, "A new optics-based gastroesophageal reflux probe", Technology and Health Care, vol. 10, no. 2, pp. 147-160, 2002

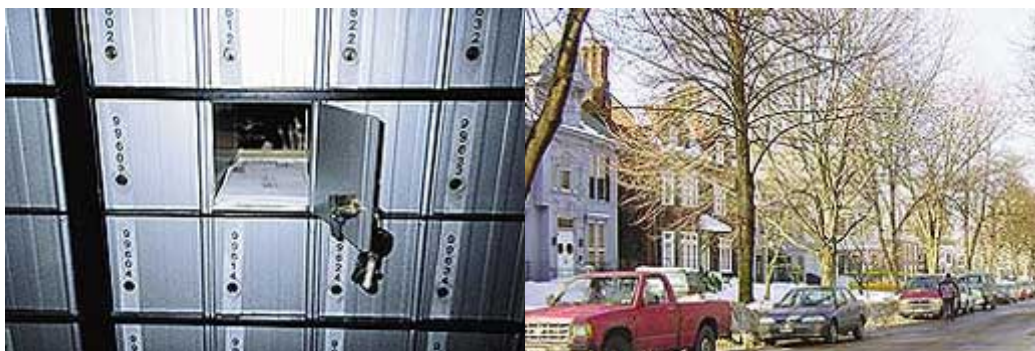
Anexo – JPEG vs JPEG2000

JPEG - Joint Photographic Experts Group é um standard bom e óptimo para compressão de imagens, sendo a descompressão e a visualização realizada por inúmeras aplicações, tais como Web Browser's.

A compressão JPEG pode ser efectuada com diferentes níveis de qualidade, o que determina a taxa de compressão da imagem. Para além do nível de qualidade, a própria imagem em si tem alto impacto na taxa de compressão. Por exemplo, uma parede branca pode dar origem a um ficheiro com um tamanho relativamente pequeno, e alta taxa de compressão. No entanto, o mesmo nível de compressão aplicado numa imagem de uma paisagem complexa e com muitos padrões irá produzir um ficheiro com tamanho maior e com uma baixa taxa de compressão.

Princípios básicos da compressão (Figura 5-2 e Figura 5-4):

- Imagens grandes geram ficheiros maiores do que imagens pequenas;
- Imagens muito comprimidas geram ficheiros menores que imagens com taxas de compressão mais baixas.
- Cenas com grande detalhe geram ficheiros maiores do que cenas com menos detalhe. Por exemplo, uma imagem de uma árvore com bastante cor gera ficheiros significativamente maiores do que uma imagem de uma parede pintada com várias cores.



A – Imagem sem grande detalhe, tamanho 20 KB B – Imagem bastante datalhada, tamanho 50 KB

Figura 5-1 – Variação do tamanho das imagens comprimidas de acordo com o detalhe destas.

Exemplo de imagens JPEG com vários níveis de detalhe. Os ramos das árvores traduzem-se em zonas de elevado detalhe.



A – Imagem com baixa compressão, tamanho 45 KB B – Imagem com alta compressão, tamanho 14 KB

Figura 5-2 - Variação do tamanho das imagens comprimidas de acordo com o nível de qualidade de compressão.

Imagens com diferentes níveis de compressão.

O JPEG2000 é um outro standard para a compressão de imagem, desenvolvido pelo mesmo grupo de desenvolvimento do JPEG.

Os principais objectivos para o desenvolvimento deste standard são as aplicações médicas e a indústria fotográfica. Com baixas taxas de compressão possui uma qualidade idêntica á do JPEG, contudo destaca-se nas taxas elevadas através de um ligeiro aumento da qualidade. A desvantagem deste standard é o seu suporte nas aplicações e Web Browsers, onde a sua utilização está limitada, assim como usar mais processador para a compressão e descompressão de imagem.

A Figura 5-3 compara a eficiência da compressão JPEG2000 com o JPEG. Com os mesmos parâmetros, taxa de compressão e tamanho de ficheiro já comprimido o standard JPEG2000 possui maior qualidade.



Figura 5-3 – Comparação da qualidade de imagem da compressão em JPEG e JPEG2000 com a imagem original (para o mesmo tamanho de imagem).

A Figura 5-3 compara a qualidade de imagem para ficheiros com o mesmo tamanho. No entanto, como mostrado na Figura 5-4 esta qualidade de imagem superior possui a desvantagem de necessitar de maior tempo de processador para a compressão e descompressão de imagens.

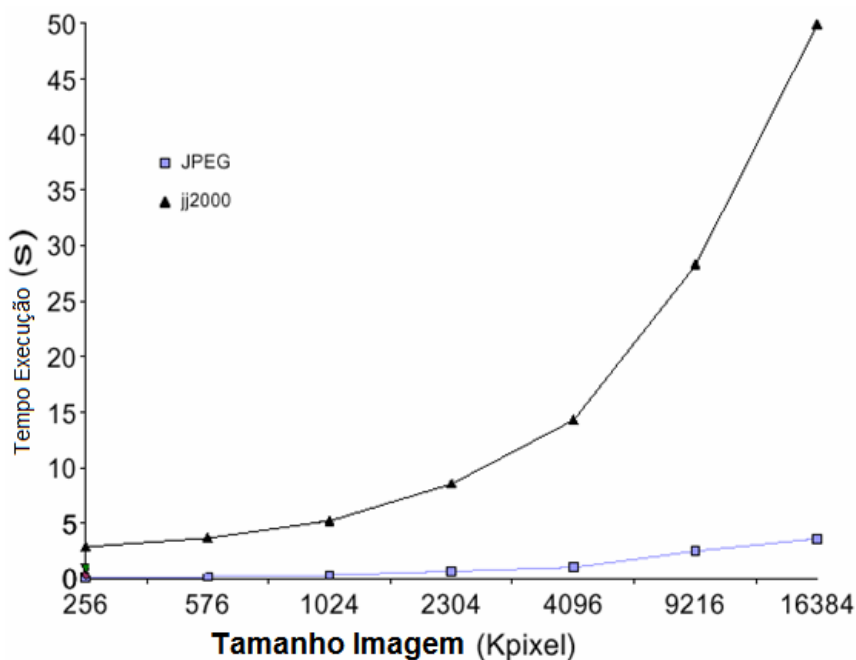


Figura 5-4 – Tempo de execução da compressão de uma imagem JPEG vs JPEG2000 em função do tamanho de imagem.

Como é visível o standard JPEG2000 possui uma alta complexidade computacional, especialmente em imagens de tamanho grande ^[1]. Para sistemas que pretendam ter um baixo custo de hardware este factor é limitativo do uso do standard JPEG2000 face ao JPEG, apesar da maior taxa de compressão do primeiro.



anexo – Apresentação da ISA

A ISA é uma empresa de base tecnológica que oferece um conjunto de produtos, aplicações e soluções reconhecidas e implementadas internacionalmente nas áreas das Comunicações M2M (Machine-to-Machine), Gestão Remota, Automação e Controlo assentes em tecnologia e know-how específicos nos campos da electrónica, desenvolvimento de software, sensores, telemetria e controlo, aplicados às áreas da Energia (telemetria para as utilities: gás e petróleos, electricidade e água), Logística e Telemetria Industrial, Gestão Integrada de Edifícios e Monitorização e Controlo Ambiental.

Fundada em 1990 como spin-off da Universidade de Coimbra, a ISA mantém a sede em Coimbra e conta hoje com mais de 35 colaboradores altamente especializados e está presente com subsidiárias em Espanha (Bilbao), França (Paris) e Brasil (S. Paulo) e, através de agentes locais, em diversos outros países europeus.

A produção dos equipamentos da ISA é certificada ISO9000 e ATEX (para funcionamento em atmosferas potencialmente explosivas).

A ISA possui um Núcleo de I&D reconhecido e apoiado pela Agência de Inovação, possuindo cerca de 15 colaboradores permanentemente dedicados ao desenvolvimento de novos produtos. Esta equipa assegura à ISA capacidade de desenvolvimento de soluções completas, chave-na-mão, incluindo hardware e software, bem como a integração dos componentes e instrumentação que seja necessária para atender às necessidades específicas de cada cliente.

A capacidade de inovar e o sucesso na internacionalização da ISA foi recentemente reconhecido ao ter-lhe sido atribuído em 2005 e 2006 o título de PME Inovadora pela COTEC Portugal – Associação Empresarial para a Inovação.

Mais valias – factores de inovação e diferenciação

- Mais de 20 anos de experiência, inovando continuamente
- Capacidade de implementar, em tempo record, soluções completas, “Chave na Mão”, inovadoras e à medida
- Equipa dedicada de investigação e desenvolvimento, mantendo estreita colaboração com diversas Universidades e Institutos Superiores
- Know-How em instrumentação, electrónica, telemetria, hardware e software (desenvolvimento de sistemas embebidos de tempo real, aplicações Web, Windows e Linux)
- Resposta rápida e com qualidade reconhecida internacionalmente
- Sistema de Gestão da Qualidade
- Solidez, Perenidade, Independência, Qualidade

Áreas de actuação – Produtos | Serviços

A ISA oferece soluções chave-na-mão baseadas em produtos próprios ou na integração dos melhores sistemas disponíveis no mercado, bem como consultadoria, projecto e desenvolvimento nas áreas de competência da instrumentação, das aplicações de software e dos sistemas M2M.

Telemetria / Telecontagem para as Utilities:

Energia, Água, Gás e Combustíveis Líquidos.

- . **iGas** – Sistema de Telemetria para Reservatórios de GPL
- . **iLoggerOil** – Sistema de Telemetria para Combustíveis Líquidos
- . **iLoggerAMR** – Sistema de Leitura Remota Automática de Contadores
- . **iLoggerWeb** – Recolha, Armazenamento e Disponibilização de Dados através da Internet, em tempo real, com integração dos dados nos sistemas de gestão das empresas (SAP, Navision, ...) e possibilidade de acesso via PDA ou SmartPhone.

Telegestão e Controlo Industrial:

Gestão Remota de Stocks em Reservatórios (produtos químicos, combustíveis e gases, alimentares, cervejas, águas, etc...

- . **iLogger** – Sistema de Telemetria a Pilhas gerido através de SMSs
- . **Munda + SCADA RCWare** – SCADA + módulos de I/Os ModBus com interface para aquisição de dados para o SAP e interface móvel via PDA ou Smartphone
- . **SMAAlert** – Sistema de Recolha de Dados e Gestão de Alarmes através de SMSs

Gestão Integrada de Edifícios

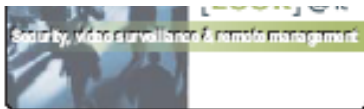
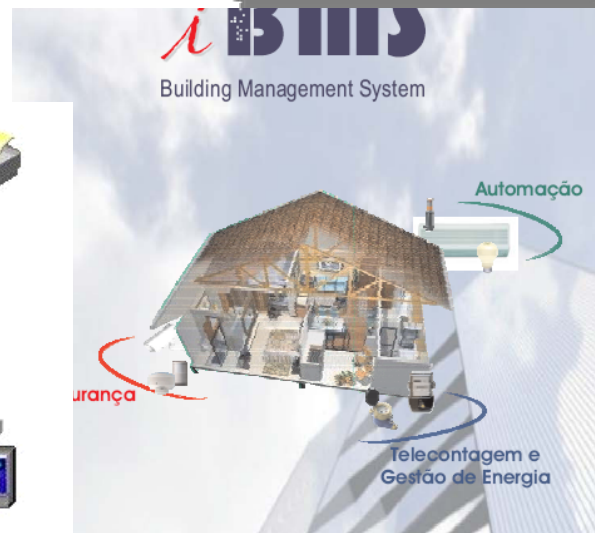
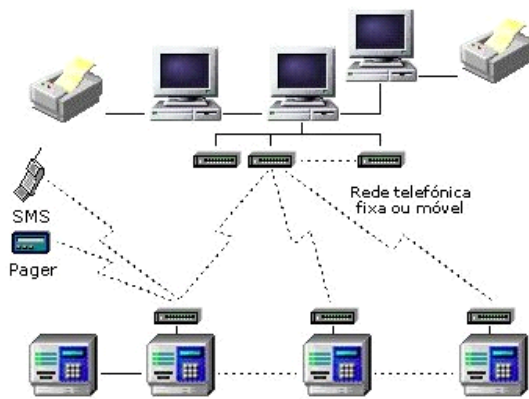
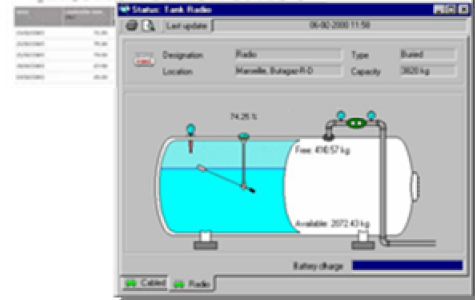
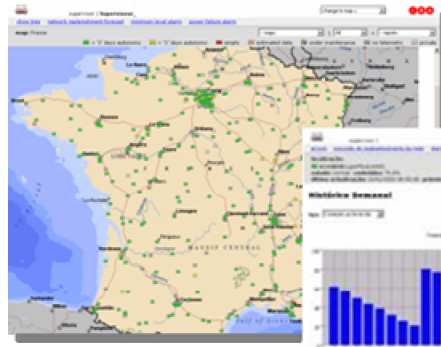
Vídeo-Vigilância Digital, Controlo de Acessos por Biometria, Detecção de Incêndios e de Fugas de Gás, Controlo do Aquecimento e do Ar Condicionado, Leitura Automática de Contadores, Automação e Gestão de Energia

- . **LookAtIt** – Sistema de Vídeo-Vigilância Digital com interface Domótico
- . **RCWare SCADA** – Supervisão e Controlo de dezenas de equipamentos de diversos fabricantes (PLCs, controlo de acessos, centrais de intrusão e de incêndio, controladores de HVAC, etc...)
- . **RCWare EMS** – Módulo de Gestão de Energia com simulação de cargas, previsão de consumos e de custos
- . **iLoggerAMR** – Telecontagem de electricidade, gás e água

Monitorização e Controlo Ambiental:

Qualidade do ar, sistemas de telegestão de águas e de esgotos.

- . **ATMIS** – Sistema de Recolha e Processamento de Dados Meteorológicos e da Qualidade do Ar
- . **TeleMet** – Sistema de Telemetria, Controlo e Gestão de Alarmes para Aplicações Ambientais





OPTIMUS
 valorsul
 AQUAPOR LUSÁGUA
 SKODA AUTO
 CIMPOR
 edp
 Maçarico
 Gascan
 DIGAL
 Shell
 repsolypf.com
 bp
 galp energia
 PRIMAGAZ
 BUTAGAZ
 SHV Gas



Sítio na Internet da ISA – <http://www.isa.pt>