5ª ed

MIM

Sistemas interactivos para Gastroenterologia

António Manuel Jorge de Sousa

MESTRADO EM
INFORMÁTICA MÉDICA
2º CICLO DE ESTUDOS

OUT|2012

5ª ed

MIM

Sistemas interactivos para Gastroenterologia

António Manuel Jorge de Sousa

MESTRADO EM
INFORMÁTICA MÉDICA
2º CICLO DE ESTUDOS

ORIENTADORES:
Miguel Tavares Coimbra, Professor Auxiliar,
Departamento de Ciências de Computadores da
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

OUT|2012

Agradecimentos

Ao Dr. Miguel Coimbra, pela paciência com que me aturou nestes últimos meses, especialmente nos últimos dois, para ler e rever esta tese.

À Celina Gomes, pela ajuda durante este período e pela colaboração demonstrada.

Ao meu colega de trabalho, Ricardo Rocha, pela ajuda técnica dada, durante a realização do trabalho e pelo apoio dado.

Aos meus pais pela paciência com que aturaram e não me perturbaram durante a realização de todo este trabalho.

À ilustre colega e amiga, Ana Almeida, pela enorme ajuda, apoio e colaboração na revisão deste trabalho.

Aos elementos do Corpo de Bombeiros Voluntários de Baltar, por me facilitarem a permanência em sossego nos piquetes em que estive.

Sumário

O sistema digestivo é não só um dos mais importantes do corpo humano, como também dos mais propícios a sofrer de vários tipos de cancro [1] tornando muito importante o desenvolvimento de técnicas e sistemas que permitam aos clínicos gastroenterologistas uma maior e melhor precisão no diagnóstico e tratamento das várias patologias que afectam este sistema.

O projecto CAGE, financiado pela FCT, tem como objectivo pesquisar e desenvolver um sistema de apoio à decisão que pode ser implantado nas salas de gastroenterologia actuais, que poderá apoiar a decisão clínica do médico quanto ao diagnóstico do paciente ou até ser usado como ferramenta de treino para internos de gastroenterologia.

Sendo apenas uma parte integrante de todo o projecto acima descrito, este trabalho assenta sobre a vertente tecnológica associada à captura e transmissão do vídeo durante um exame. Para este efeito, efectuou-se o levantamento de requisitos iniciais através da recolha de informações in loco para a construção de um sistema capaz de realizar a gravação de imagens provenientes de um endoscópio e realização do seu *streaming* para dispositivos móveis.

Perante os resultados obtidos foi desenvolvido um sistema capaz de efectuar a recolha e o *streaming* de imagens a ser colhidas por um endoscópio, contribuindo assim para que no futuro se possa fazer o seu processamento e visualização integrada num sistema de apoio à decisão. O sistema foi testado para gravações e streaming até um máximo de 10 horas consecutivas.

.

Abstract

The digestive system is not only the most important of the human body, but also more prone to suffer from various types of cancer [1] making it very important to develop techniques and systems that enable clinical gastroenterologist's greater accuracy and better diagnostic and treatment of several pathologies that affect this system.

The CAGE project, funded by FCT, aims to research and develop a decision support system that can be deployed in current gastroenterology rooms, which can support the physician's clinical decision regarding the patient's diagnosis or to be used as tool training for students of gastroenterology.

Being only a part of the whole project described above, this work is based on the technological aspect associated with the capture and transmission of video during an exam. For this purpose, a survey was carried out from initial requirements through information gathering spot to build a system capable of performing recording images from an endoscope and realizing its streaming to mobile devices.

Given the results was developed a system able to perform the collection and streaming of images to be collected by an endoscope, thus contributing to the future that can do your processing and visualization integrated in a decision support system. The system was tested for recording and streaming to a maximum of 10 consecutive hours.

Preâmbulo

O sistema digestivo é de extrema relevância na vida das pessoas pelo facto de ser este que através do processamento dos alimentos fornece os nutrientes e proteínas necessárias para a sobrevivência dos seres vivos. Assim, é de extrema importância conservá-lo da melhor forma minimizando os riscos de contrair algum tipo de doença endogástrica. As doenças mais graves neste sistema são as assintomáticas e prolongadas, sendo o cancro a palavra indesejada por qualquer um. A única maneira de detectar cancros e pólipos em estágios iniciais é através de exames de rotina usando ferramentas de alta fiabilidade, e neste caso essas ferramentas são as endoscopias ou seja a visualização in loco do interior do estômago e intestino.

A rápida e vertiginosa evolução tecnológica permitiu nos últimos anos que a Endoscopia digestiva ultrapassasse o cariz meramente diagnóstico para assumir um papel cada vez mais interventivo e definitivo no tratamento de situações clinicas de difícil resolução evitando frequentemente o recurso a alternativas terapêuticas mais penalizantes.

Contudo neste trabalho, não se pretendeu monopolizar o estudo dos aspectos meramente clínicos porque entendemos que a Gastrenterologia não deve ser vista apenas na numa vertente mais clínica, devendo ser também olhada a sua vertente mais tecnológica.

Índice

Agradecimentos ..... **iii**

Sumário ..... **v**

Abstract ..... **vii**

Preâmbulo ..... **ix**

Índice ..... **xi**

Acrónimos ..... **xv**

Índice de figuras ..... **xvii**

Índice de tabelas ..... **xix**

Índice de diagramas ..... **xxi**

1. Introdução / Motivação **1**

1.1 Introdução 2

1.2 Objectivos 4

1.3 Estrutura da tese 4

2. Estado da arte **7**

2.1 Equipamentos de endoscopia 8

2.1.1 Década de 50 8

2.1.2 Década de 60 11

2.1.3 Década de 80 12

2.1.4 Década de 90 13

2.1.5 Década de 2000 15

2.2 Tecnologias associadas à imagem em gastroenterologia 19

2.2.1 CCD – Charge Coupled Device 19

2.2.2 Ultra-sons 20
2.2.3 Narrow Band Imaging (NBI) 21
2.2.4 Endoscopia Confocal 21
2.3 Sistemas de apoio a decisão em Gastroenterologia 22

3 Métodos de apoio 24

3.1 Tecnologias de manipulação e gravação de imagem 25
3.1.1 Mpeg (Moving Picture Experts Group) 25
3.1.2 AVI (Audio-Video-interleaved) 26
3.2 Compressão de vídeo 27
3.2.1 Xvid 27
3.2.2 H.264 27
3.3 Metodologias de engenharia de *software* 29
3.3.1 Levantamento de requisitos 29
3.3.2 Diagrama de estados 30

4 Estudo contextual 33

4.1 Endoscopia no seu contexto 34
4.1.1 Aspectos associados aos actores de uma endoscopia 35
4.1.2 Aspectos tecnológicos associados à imagem de endoscopia 37
4.2 Resumo da visita 39
4.3 Discussão 40

5 Construção de sistema de gravação e *streaming* 43

5.1 Desenho do sistema 44
5.1.1 Levantamento de requisitos 44
5.1.2 Requisitos funcionais. 44
5.1.3 Requisitos não funcionais 45
5.2 Conceptualização do sistema 45
5.3 Construção do computador 47
5.3.1 Pesquisa de *hardware* 47
5.3.2 Montagem do computador 48
5.3.3 Testes 48
5.4 Construção do sistema 51
5.4.1 Fluxo de dados 51
5.5 Gravação de imagens 53

5.5.1 Metodologia de gravação 53
5.5.2 BlackMagic Media Express 53
5.5.3 Adobe Flash Media Live Encoder 54
5.5.4 Testes 55
5.6 *Streaming* de imagens 55
5.6.1 Metodologia de *streaming* 55
5.6.2 Wirecast 56
5.6.3 Adobe Flash Media Live Encoder 58
5.6.4 Testes 59
5.7 Implementação 61

6 Conclusão e resultados 63

6.1 Conclusão 64
6.2 Resultados obtidos 65
6.3 Resultados científicos 65
6.4 Trabalho futuro 66

7 Referências 67

Apêndices 71

Acrónimos

CAD – Computer assisted decision
CAGE – Computer Assisted Gastroenterology Examination
SNS – Serviço Nacional de Saúde
IJUP – Investigação Jovem da Universidade do Porto
Benchmarking – conjunto de teste para avaliar a performance de um computador, que simula a sua utilização extrema, medindo a sua capacidade de resposta.
DDW – "Digestive Disease Weak", seminário sobre temas relacionados com o sistema digestivo humano.
CCD – Charge Coupled Device
RIFF – Resource Interchange File Format)
FourCC – Four-character code
VCEG – Video Coding Experts Group
JVT – Joint Video Team
UML – Unified Modeling Language
IPO – Instituto Português de Oncologia
CUF – Companhia União Fabril
US FDA – United States Food and Drugs Administration

Índice de figuras

Figura 1 Incidência de cancro em Portugal, na população masculina em 2004 . 3
Figura 2 Incidência de cancro em Portugal, na população feminina em 2004 adaptado de 3
Figura 3 Gastro-câmara Olympus 9
Figura 4 Resectoscope Type 782 9
Figura 5 Endoscópio de Karl Storz com recolha de vídeo 10
Figura 6 Karl Storz "Cold Light" 11
Figura 7 "HOPKINS Telescope" 12
Figura 8 Fujinon 2000 Series 13
Figura 9 Fujinon SP-101 14
Figura 10 OR1 Integrated Surgical Suite 15
Figura 11 PillCam 16
Figura 12 PillCam ESO 16
Figura 13 Olympus Evis Lucera Spectrum 17
Figura 14 Endocapsula Olympus 18
Figura 15 Visualização em tempo real 18
Figura 16 Sensor CCD 19
Figura 17 Emissor de ultra-sons equipado na extremidade da sonda e imagem obtida com recuso a ultra-sons 20
Figura 18 Imagem normal e imagem com NBI 21
Figura 19 Estruturas celulares da parede do intestino 22
Figura 20 Sequencia de vídeo transformada num "group of frames" [5]..... 25
Figura 21 Estrutura de um ficheiro AVI 27
Figura 22 Representação de um estado 30
Figura 23 Representação de uma transição (com acção) 30
Figura 24 Representação de estado inicial..... 31
Figura 25 Representação de estado final 31
Figura 26 Esquema representativo da sala numa endoscopia alta..... 36
Figura 27 Esquema representativo da sala numa endoscopia baixa..... 36

Figura 28 Porta de ligação a impressora 38
Figura 29 Saída de video do endoscópio 38
Figura 30 Entrada de vídeo no monitor 39
Figura 31 Representação esquemático do sistema 46
Figura 32 Ecrã principal do BlackMagic Media Express 54
Figura 33 Wirecast 56
Figura 34 Ecrã principal do *Adobe Flash Media Live Encoder* 58

Índice de tabelas

Tabela 1 Resultados da pesquisa nas bases de dados PubMed e ISI Web of Knowledge..... 23
Tabela 2 Perfis e respectiva descrição resumida do codec H.264 28
Tabela 3 Componentes do computador..... 48
Tabela 4 Resoluções e framerates testados com os respectivos resultados 60

Índice de diagramas

Diagrama 1 Resultado comparativo com o sistema de referência 1 49
Diagrama 2 Resultado comparativo com o sistema de referência 2 50
Diagrama 3 Resultado comparativo com o sistema de referência 3 50
Diagrama 4 Fluxo de dados do sistema 52

1. Introdução / Motivação

1.1 Introdução

O sistema digestivo é não só um dos mais importantes do corpo humano, como também dos mais propícios a sofrer de vários tipos de cancro [1] tornando muito importante o desenvolvimento de técnicas e sistemas que permitam aos clínicos gastroenterologistas uma maior e melhor precisão no disgnóstico e tratamento das várias patologias que afectam este sistema.

A grande maioria das doenças que afectam o sistema digestivo é assintomática [1] e prolongada no tempo sendo que a palavra cancro tem sobre o paciente e os seus familiares e amigos um efeito psicológico muito pesado.

A única forma de detectar pólipos e metástases é através da realização de exames com equipamentos de imagem. Estes exames são denominados "endoscopias", com recurso a equipamentos denominados "endoscópios", que permitem a visualização do interior do sistema digestivo.

Nos últimos anos tem-se assistido a uma evolução tecnológica dos endoscópios, o que permitiu que a Endoscopia Digestiva ultrapassasse o cariz meramente de diagnóstico que a caracterizava no passado para assumir um papel cada vez mais preponderante e interventivo no tratamento de situações clínicas complexas, evitando assim o recurso a técnicas mais penalizantes e caras para o paciente e para o SNS.

O cancro gástrico, em decréscimo no mundo ocidental, continua a ser uma das principais causas de morte por cancro em Portugal, afectando segundo os dados de 2004 apresentados pelo Instituto Português de Oncologia, 42.9% dos homens e 29.4% das mulheres, no caso do cancro do estômago e 28.9% da população masculina e 22.1% da população feminina, quando se fala de cancro do colon. Pelos dados apresentados nas Figura 1 e Figura 2, percebe-se ainda que o cancro do estômago tem a segunda maior incidência em ambos os sexos, sendo apenas ultrapassados pelo cancro da próstata nos homens e pelo cancro da mama nas mulheres.

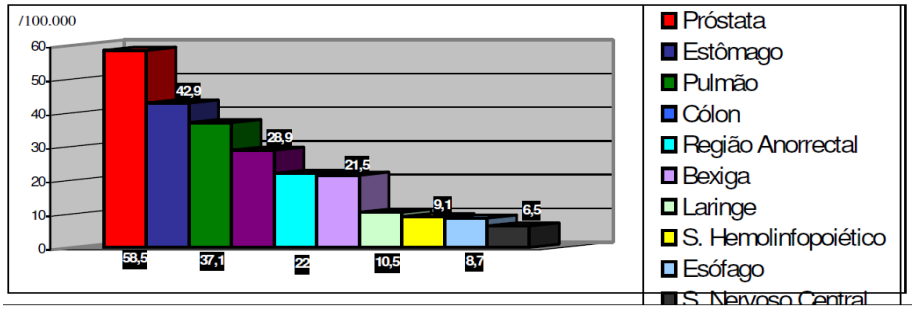


Figura 1 Incidência de cancro em Portugal, na população masculina em 2004 [1]

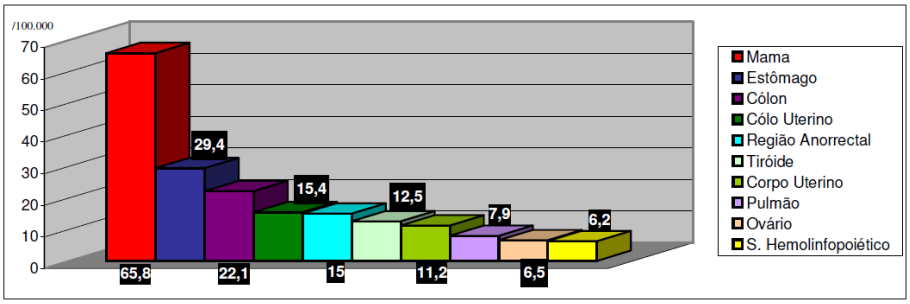


Figura 2 Incidência de cancro em Portugal, na população feminina em 2004 adaptado de [2]

A evolução tecnológica desde há algum tempo permite a utilização de ferramentas mais pequenas e precisas, minimizando o desconforto dos pacientes.

Os exames endoscópicos realizados, hoje em dia, apresentam diversas aplicações práticas descritas em diversos estudos realizados, sendo a grande desvantagem destes exames a quantidade de tempo despendido pelos médicos na análise dos exames/vídeos de endoscópica e posterior diagnóstico.

[1] Adaptado de IPO Porto, [http://www.ipoporto.min-aaude.pt/Downloads_HSA/IPOP/Comunicação e Imagem/Publicações Online - Onco.Informação nº3.pdf]

[2] Adaptado de IPO Porto, [http://www.ipoporto.min-aaude.pt/Downloads_HSA/IPOP/Comunicação e Imagem/Publicações Online - Onco.Informação nº4.pdf]

1.2 Objectivos

De forma a nortear todas as actividades desenvolvidas, foram definidos objectivos a atingir no final deste trabalho.

Os objectivos que foram idealizados como atingíveis e foram divididos em dois grandes grupos, objectivos principais e objectivos secundários.

Como objectivo principal consiste na criação de um sistema capaz de registar as imagens produzidas durante a realização de uma endoscopia com o máximo de qualidade possível e seguidamente efectuar o seu *streaming* com o máximo de qualidade possível conforme o canal de comunicação o permitisse.

Como objectivo secundário pretendia-se a criação de uma aplicação a executar num *tablet* com sistema operativo Android que fosse capaz de receber o *streaming* proveniente do sistema implementado no objectivo principal.

1.3 Estrutura da tese

Dado que a área de estudo desde trabalho não abarca a área da prevenção destes cancros, posicionando-se apenas no campo da detecção dando aos clínicos mais uma nova ferramenta para o auxílio ao diagnóstico conforme se identificou na definição de objectivos (ver 1.2)

O capítulo 2 mostra o estado da arte relativamente a equipamentos de imagem na área da gastroenterologia, e ainda alguns sistemas de apoio já usados nesta área. Neste capítulo aborda-se ainda as duas principais tecnologias associadas à recolha de imagens na área de gastroenterologia, abordando-as e descrevendo-as sucintamente

O capítulo 3 apresenta as principais ferramentas que foram sendo usadas durante a execução de todo este projecto referindo-se neste capítulo as principais técnicas de manipulação e gravação de vídeo, e foi ainda feita uma breve referência aos métodos de engenharia de *software*

usados, e a forma como foram recolhidos os dados necessários a este projecto.

De forma a poder idealizar o todo o sistema, foram efectuadas recolhas de dados no terreno junto dos profissionais envolvidos, sendo estas recolhas descritas no capítulo 4.

Após descrever todo o projecto no que diz respeito à sua envolvência nos capítulos anteriores, o capítulo 5 descreve toda a fase de implementação do projecto, mostrando as suas várias fases desde a recolha de dados até a construção do sistema propriamente dito.

No capítulo 6, são apresentadas as conclusões de todo este trabalho assim como são referidos os seus resultados e as indicações para o desenvolver no futuro.

2. Estado da arte

2.1 Equipamentos de endoscopia

Os primeiros equipamentos de endoscopia surgiram durante a década de 50 do século passado. Desde então tem-se assistido a um desenvolvimento enorme nestes equipamentos, que vão melhorando progressivamente os existentes e desenvolvendo novos equipamentos.

Desde a facilidade em aceder a zonas do corpo humano a que nunca antes era possível, a capacidade de iluminar a qualidade das imagens recolhidas, até à capacidade de intervir em locais onde só era possível aceder com complicadas e morosas cirurgias fazem com que os endoscópios sejam cada vez mais uma ferramenta do dia-a-dia da gastroenterologia.

A pesquisa que a seguir se apresenta foi efectuada durante os meses de Janeiro a Julho de 2012, tendo sido usadas as palavras "*Evolution of Endoscopy Equipment*" e "*Endoscopy Equipment*", introduzidas no Google Académico, complementadas com a pesquisa em *sites* dos fabricantes dos equipamentos. Os resultados são apresentados mediante ordenação cronológica, organizados em grupos de 10 anos.

2.1.1 Década de 50

É no longínquo ano de 1950, que a Olympus apresenta ao mundo a sua primeira gastro-câmara[2]. Montado num tubo flexível, este equipamento permitia o registo fotográfico estático do esófago e do estômago. Como primeiro que era este equipamento veio permitir o acesso mais rápido e fácil a locais até então apenas acessíveis com recurso a cirurgia, sendo que no entanto, esta gastro-câmara tinha alguns problemas como sendo a produção de lentes de reduzida dimensão, a inexistência de iluminação ou a procura de melhores materiais para os tubos flexíveis usados ou para as películas fotográficas usadas.



Figura 3 Gastro-câmara Olympus [3]

Em 1954, foi lançado por Richard Wolf, o primeiro endoscópio de punho capaz de visualizar imagens a 360º e dispondo ainda de lentes do tipo grande angular (lente capaz de proporcionar um ângulo de visão mais amplo). Este equipamento dispunha ainda de uma alça de arame que podia ser activada electricamente.



Figura 4 Resectoscope Type 782 [4]

[3] Adaptado de 1800endoscope, [http://1800endoscope.com/images/OlyGastro3.jpg]

[4] Adaptado de Richard Wolf, [http://www.richard-wolf.com/uploads/pics/Bild_ 179historie_ 1957_06.jpg]

O "Resectoscope Type 782" veio trazer aos médicos de então uma maior manobrabilidade e facilidade de acesso, assim como proceder a remoção de pequenos pólipos que fossem detectados durante o exame

Em 1956, surge no mercado o primeiro equipamento que dispunha de uma fonte de alimentação própria. Desenvolvido pela empresa Karl Storz, este foi o primeiro endoscópio com iluminação extra corporal e uma vareta de quartzo, que permitiu um aumento significativo da qualidade das imagens obtidas assim como o acesso mais "esclarecido" ao esófago e estômago do paciente.

Desenvolvido por Richard Wolf, os primeiros equipamentos eram capazes de registar movimento e mostrar em tempo real numa televisão colocada na sala de endoscopia as imagens recolhidas pela câmara colocada na ponta da sonda endoscópica. Este modelo é considerado como o predecessor dos actuais endoscópios e foi apresentado ao mundo em 1958.



Figura 5 Endoscópio de Karl Storz com recolha de vídeo [5]

5 Adaptado de Richard Wolf USA [http://www.richardwolfusa.com/typo3temp/pics/54b3a07479.jpg]

2.1.2 Década de 60

Apresentados os primeiros equipamentos na década de 50, durante os anos 60 surgem naturalmente inovações aos equipamentos já existentes assim como novos modelos que incrementavam as funcionalidades dos seus antecessores.

No início da década o fundador da empresa com o mesmo nome, Karl Storz, abre um novo capítulo na história da companhia e na história da endoscopia ao criar um endoscópio com uma fonte de iluminação fria. Ele descobriu que recorrendo a uma fonte de luz externa ao endoscópio transmitindo-a através de fibras ópticas até junto da câmara alocada na sonda endoscópica. Esta descoberta permitiu um aumento significativo na qualidade das imagens recolhidas assim como abandonar o recurso a lâmpadas de incandescência colocadas na sonda que produziam não só calor como facilmente se partiam, reduzindo então o desconforto e eventuais complicações para o doente

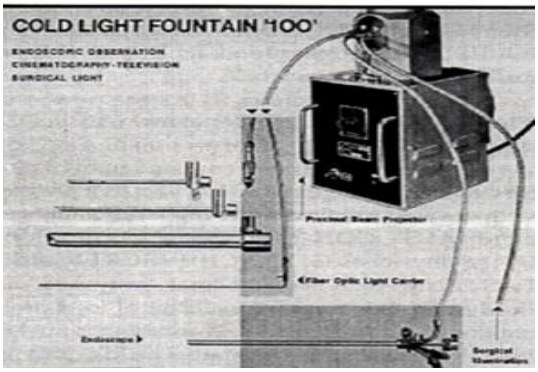


Figura 6 Karl Storz "Cold Light" [6]

Já a década de 60 ia a meio quando o Dr. George Berci aconselhou Karl Storz a contactar o físico, Prof. Harold H. Hopkins, para uma parceria que trouxe ao mundo o "*HOPKINS Telescope*", um endoscópio que era composto por um sistema de lentes envolto em fibra de vidro para iluminação.

[6] Adaptado de Karl Storz [http://www.karlstorz.com/images/en/CORP/3628419295_180006_180006_1_rdax_315x500.jpg]

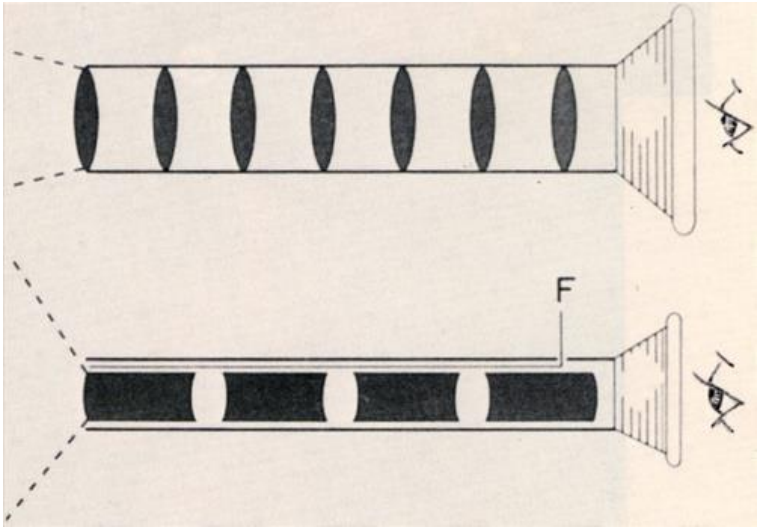


Figura 7 "HOPKINS Telescope" [7]

O sistema de lentes implementado permitia que o diâmetro do endoscópio fosse menor, e em contrapartida as imagens recolhidas tinham uma qualidade superior com um melhor contraste e brilho aumentando a precisão.

2.1.3 Década de 80

Ultrapassada a década de 70, com pouquíssimos avanços significativos, a década de 80 veio trazer novos desenvolvimentos e equipamentos.

Em 1985, a Fujinon, uma subsidiária da Fujifilm para a área dos equipamentos médicos na Europa apresentou o seu primeiro equipamento de endoscopia flexível. Apresentado na conferência DDW, em Maio na cidade de Nova Iorque, este adicionava à funcionalidade de recolha de vídeo a flexibilidade da sonda, o que permitia aos médicos chegar ainda mas "fundo" e reduzir o desconforto do doente.

[7] Adaptado de Karl Storz [http://www.karlstorz.de/images/en/CORP/3628419295_180011_180011_1_rdax_500x348.jpg]



Figura 8 Fujinon 2000 Series[8]

Apresentado em 1986, pela empresa de Richard Wolf, o novo equipamento foi construído com base na tecnologia CCD digital. A introdução da tecnologia CCD, veio trazer uma nova técnica de imagem que consistia em transformar luz em feixes de electrões e depois recolher a resposta, o que permitiu diferenciar células potencialmente cancerígenas.

Já a década de 80 caminhava para o fim, quando em 1989, a Fujinon apresentou na DDW em Amesterdão, um novo equipamento capaz de realizar um *zoom* óptico da imagem até 120% do seu tamanho real, permitindo assim ao clínico ter uma visão mais pormenorizada e apurada de qualquer local.

2.1.4 Década de 90

Como naturalmente a evolução não pára, durante os anos 90, surgiram pela mão dos principais fabricantes como a Fujinon e Karl Stotz, novos e melhores equipamentos para a área da endoscopia. Estes novos equipamentos, vieram aumentar não só a precisão com que os exames eram feitos e as imagens recolhidas assim como também diminuir o risco para os pacientes submetidos a exame.

---

[8] Adaptado de Endoscopy Parts Plus [http://www.endoscopepartsplus.com/images/nenpyo23.jpg]

Mais uma vez, usando o certame DDW, decorrido na cidade de Santo António no Texas, como pano de fundo, a Fujinon apresenta um novo equipamento cuja base era a tecnologia CCD acrescentando um aumento da resolução. O "Fujinon Series 7" tornou-se assim o primeiro endoscópio CCD de alta definição.

Em 1991, a Fujnon, apresentou na DDW, realizada em Nova Orleães, nos Estados Unidos da América, um novo endoscópio. Ao contrário do apresentado no ano anterior, este novo equipamento, baptizado como "SP-101", usava tecnologia de ultra-sons para "visualizar" possíveis lesões nas paredes dos tecidos.



Figura 9 Fujinon SP-101 [9]

Tendo como cenário o certame DDW, realizado nos anos de 1993 e 1995 nas cidades de Kobe no Japão e Sandiego nos Estados Unidos da América, respectivamente, a Fujinon apresentou nestes eventos dois equipamentos de base tecnológica assentes na tecnologia CCD capazes de gerar imagens com uma matriz de 250 mil pixéis em 1993 e 410 mil pixéis em 1995, incrementando a qualidade e a definição das imagens recolhidas e apresentadas pelos seus antecessores.

[9] Adaptado de Techs2life [http://www.techs2life.com/wp-content/uploads/2012/02/endo1.jpg]

Apresentado á comunidade científica em 1998, pela empresa Karl Storz, o "OR1 Integrated Surgical Suite", veio mudar bastante a forma como os exames endoscópicos eram tratados. Dispondo de vários mecanismos e equipamentos este sistema integrado permitia ao corpo clínico presente na sala, o acesso a informação e ferramentas preciosas e importantes como sendo os habituais endoscópios e respectivas sondas e ainda de monitores que complementam a sala com informações acessórias do paciente (textos, radiografias ou outras), necessárias para a realização de um exame ou cirurgia.



Figura 10 OR1 Integrated Surgical Suite [10]

2.1.5 Década de 2000

É, em 2001 que a Given Imaging apresenta a sua primeira cápsula endoscópica apresentando uma forma revolucionária, até então, a capsula PillCam que se assemelhava a 2 bolas de berlinde juntas (11 x 26 mm e 4g, Figura 11), dispondo de uma câmara e uma fonte de iluminação próprios,

[10] Adaptado de Destinys Cirurgical [http://www.destinysurgical.com/wp-content/uploads/2011/11/OR-1-271x237.jpg]

registando este primeiro modelo 2 imagens por segundo (chegará ás 18 imagens por segundo com a PillCam ESO em 2004), que são registadas num dispositivo externo, que acompanha o paciente durante cerca de 8 horas [3], permitindo que este desenvolvesse a sua actividade normal sem necessidade de internamento, assim como veio possibilitando ao médico a visualização de imagens do intestino delgado até então inacessíveis por métodos não cirúrgicos.



Figura 11 PillCam [11]

Prosseguindo o seu desenvolvimento nos endoscópios com tecnologia CCD, a Fujinon apresentou, em 2003, o primeiro equipamento com resolução de imagem superior a 1 *megapixel* aumentando assim a qualidade e visibilidade das imagens captadas.

Depois de apresentada a primeira versão em 2001, a Given Imaging, coloca no mercado após aprovação pela US-FDA, a cápsula Pillcam ESO. Este equipamento veio acrescentar ao anterior alguns melhoramentos, começando pelo aumento substancial do número de imagens recolhidas atingindo as 18 imagens por segundo, pela inclusão de uma segunda câmara colocada de forma longitudinalmente oposta à primeira, pela recolha de imagens a cores, assim como pelo aumento da qualidade das imagens recolhidas face à primeira versão. Apesar destes aumentos esta manteve a autonomia de captação de imagens e a forma de registo das mesmas.



Figura 12 PillCam ESO [12]

[11, 13] Adaptado de Given Imagenig [http://www.givenimaging.com/en-us/Patients /Pages /pageSmallBowel.aspx]

Depois de alguns anos sem apresentar novos modelos ou evoluções de monta, eis que a Olympus surgiu em 2005 com um novo equipamento. Apresentado em Novembro desse ano, este assumiu-se como sendo o primeiro a disponibilizar imagens em HDTV [2]. Este endoscópio veio assim permitir a visualização de imagens com uma resolução e qualidade muito superior ao existente, tornando possível a visualização de imagens de lesões muito pequenas ao nível dos tecidos.



Figura 13 Olympus Evis Lucera Spectrum [13]

Apresentado pela empresa Karl Strorz, o Image 1® HUB era capaz de efectuar a recolha de imagens FULL HD com uma resolução de1080p com um rácio de imagem de 16:9. Este sistema veio assim permitir a recolha de imagens com uma resolução de1920x1080 o que equivale a uma imagem com 2.1 megapixéis. Ao obter imagens com um formato longitudinal, para além da melhor qualidade das mesmas, permite um melhor reconhecimento das estruturas anatómicas do paciente.

---

[13] Adaptado Olympus [http://www.olympus-global.com/en/news/2006a/image/nr060515evise.jpg]

Lançando-se em 2007, no universo das endocapsulas, até então dominado pela Given Imaging, a Olympus apresenta a sua primeira endocapsula.



Figura 14 Endocapsula Olympus [14]

Este equipamento que tal como o seu concorrente apresenta dimensões reduzidas (11 por 26mm), permitindo o registo de imagens do sistema digestivo ao longo de oito horas, No entanto, este equipamento apresentava uma grande novidade face a concorrência, permitindo a visualização de imagens recolhidas pela cápsula, em tempo real das imagens, durante a sua "viagem", através de uma pequeno ecrã colocado no sistema de registo de imagens.



Figura 15 Visualização em tempo real [15]

[14] Adaptado de Olympus America [http://www.olympusamerica.com/presspass/press_pass_cut/images/endocapsule_lg.jpg]

[15] Adaptado de Olympus America http://www.olympusamerica.com/msg_section/download_brochures/EndoCapsule_Brochure.pdf]

2.2 Tecnologias associadas à imagem em gastroenterologia

Apesar da evolução da tecnologia dos endoscópios em si, podemos pensar também na evolução da forma de captura de imagem presente nestes endoscópios. Apresenta-se de seguida quatro exemplos de tecnologias relevantes usadas actualmente.

2.2.1 CCD – Charge Coupled Device

A tecnologia CCD, foi inventada em 1969 por George Smith e Willard Boyle, consiste na utilização de um chip sensível a luz para recolher imagens.

Cada sensor CCD capta a luz incidente "devolvendo" impulsos eléctricos cuja voltagem varia proporcionalmente com a intensidade de luz captada. Constituído por células que representam cada uma um pixel na imagem formada fazendo com que a resolução da imagem produzida dependa do tamanho de um sensor e do seu número de células, ou seja, uma imagem terá tão maior resolução e qualidade, quanto maior for a dimensão e o numero de células do sensor CCD.



Figura 16 Sensor CCD [16]

Comparativamente com as peliculas fotográficas de 35 mm, os sensores CCD, são manifestamente mais pequenos, fazendo com que estes possam ser usados onde é necessário uma dimensão reduzida, como por exemplo os endoscópios.

16 Adaptado da Wikimedia [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Ccd-sensor.jpg]

2.2.2 Ultra-sons

A endoscopia por ultra-sons combina a endoscopia tradicional com a tecnologia de ultra-sons por forma a obter imagens do trato gástrico assim como dos órgãos e tecidos envolventes.

Esta técnica traduz-se pela introdução pela boca ou ânus do paciente, de uma sonda endoscópica cuja extremidade esta equipada com um emissor de ondas de alta frequência.

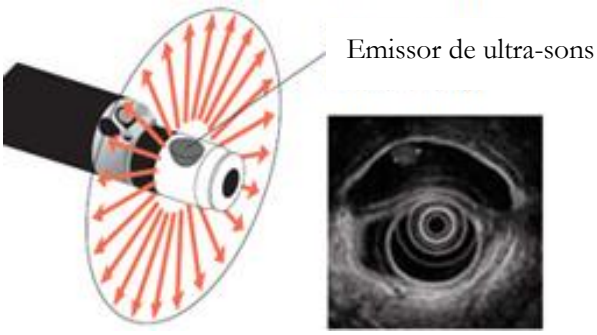


Figura 17 Emissor de ultra-sons equipado na extremidade da sonda e imagem obtida com recuso a ultra-sons [17]

Existem duas formas de posteriormente efectuar a recolhas das imagens produzidas. A primeira consiste na colocação de um receptor externo, "por cima" do órgão ou tecido que se pretende analisar, sendo que esta técnica é menos precisa e as imagens obtidas são de menor qualidade. A segunda, consiste na colocação na sonda endoscópica, para alem do emissor, também do receptor permitindo assim uma observação mais próxima e com maior qualidade do órgão ou tecido pretendidos.

[17] Adaptado de Olympus Latino America [http://www.olympuslatinoamerica.com/portuguese/msg/img/products/EU-MA-1.jpg]

2.2.3 Narrow Band Imaging (NBI)

A NBI é uma tecnologia óptica que melhora a visibilidade de capilares, veias e outras estruturas de tecidos mais subtis, aumentando a capacidade de detectar e avaliar lesões. Esta tecnologia enfatiza o contraste entre os pequenos vasos e estruturas minúsculas e o tecido normal nas camadas superiores da mucosa, através da utilização de iluminação com frequências diferentes da luz branca, conforme se verifica na imagem abaixo, com a imagem da esquerda retirada com luz normal e da direita retirada com recurso a NBI.

.



Figura 18 Imagem normal e imagem com NBI [18]

2.2.4 Endoscopia Confocal

A endoscopia confocal é uma técnica que usa um laser para efectuar a iluminação da mucosa recolhendo posteriormente a imagem reflectida por agentes fluorescentes injectados por via intravenosa.

Esta técnica permite a recolha de imagens de alta resolução, precisão e muito ampliadas de estruturas celulares e subcelulares da parede da mucosa com extremo detalhe.

[18] Adaptado de Olympus Latino America http://www.olympuslatinoamerica.com /portuguese/msg/img/exera/NBI_Quality2.jpg

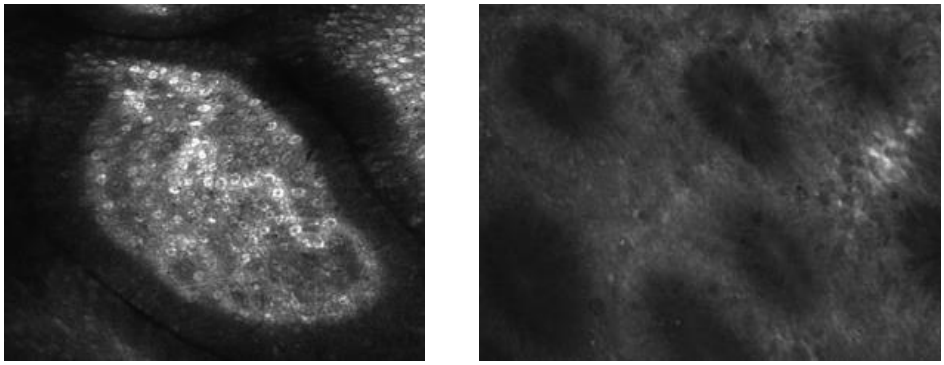


Figura 19 Estruturas celulares da parede do intestino [19]

2.3 Sistemas de apoio a decisão em Gastroenterologia

Um sistema de apoio á decisão clínica (SADC) é um sistema (software, hardware ou ambos) desenvolvido com o intuito de ajudar os profissionais de saúde a área de gastroenterologia a tomar decisões mais assertivas, sustentadas e informadas.

O aumento progressivo do volume de dados, informações sobre o paciente a submeter a diagnóstico/ tratamento, assim como o aumento do conhecimento médico são as principais razões para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão em medicina e em particular na área da gastroenterologia.

O desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão na área da gastroenterologia, começou segundo os registos encontrados na década de 60, apoiando os clínicos da época relativamente a situações de dor abdominal aguda não traumática [4], evoluindo para sistemas mais modernos e capazes não só de aumentar a capacidade de processamento de informações como aumentar a assertividade das decisões apontadas por estes sistemas.

De modo a perceber quais os SADC em desenvolvimento, foram efectuadas pesquisas em duas bases de dados de informação relativa à informática médica, realizadas durante os meses de Junho e Julho de 2012.

[19] Adaptado de Sociedade Portuguesa de Endoscopia Digestiva [http://www.sped.pt/images/endo confocal 2.png e http://www.sped.pt/images/endo confocal 3.png]

Assim foram efectuadas as pesquisas nos sites da Pubmed (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) e ISI Web of Knownedge (http://www.isiknowledge.com). No primeiro foi usada a query ("gastroenterology" OR "abdominal pain" OR "reflux" OR "gastritis" OR "bowel" OR "intestines" OR "stomach" OR "gastrointestinal" OR "liver") AND ("clinical decision support systems" OR "decision support systems, clinical"), definindo o primeiro grupo com termos relativos à gastroenterologia e o segundo com termos relativos a SADC. No segundo foi usada a query ((gastroenterology OR "abdominal pain" OR reflux OR gastritis OR bowel OR intestines OR stomach OR gastrointestinal OR liver) AND ("clinical decision support systems" OR "decision support systems, clinical" OR "decision support")).

A Tabela 1, mostra a quantificação dos resultados decorrentes das pesquisas efectuadas nas duas bases de dados acima referidas.

Com base nos artigos encontrados foi, numa primeira fase, efectuada uma leitura do seu título, tendo sido excluídos aqueles cujo título não se relacionava com o trabalho em causa. Na segunda fase, foi efectuada a leitura dos resumos (*abstract*) dos artigos filtrados na primeira fase, tenso sido excluídos aqueles cujo *abstract* não se enquadrava no âmbito deste trabalho. Por fim, foi efectuada a leitura integral dos artigos que passaram pela filtragem efectuada na fase anterior, tendo sido excluídos aqueles que mais uma vez não se enquadravam com o trabalho a desenvolver (Tabela 1)

Tabela 1 Resultados da pesquisa nas bases de dados PubMed e ISI Web of Knowledge

Base de dados	**Pesquisa**	**Abstract**	**Artigo completo**
PubMed	77	25	5
ISI	65	27	5
Total	142	52	10

De todos os encontrados e que passaram pelas várias filtragens acima descritas, foram usados neste trabalho apenas três artigos, dado que eram os únicos que relatavam casos de sistemas que apoiavam o diagnóstico de patologias do trato gástrico.

3 Métodos de apoio

3.1 Tecnologias de manipulação e gravação de imagem

Desde que os sistemas informáticos começaram a registar as imagens (estáticas ou animadas de movimento) e os sons do mundo real, foi necessário protocolar esse mesmo registo. Assim foram surgindo ao longo dos últimos anos vários protocolos que permitiram codificar para registo e descodificar para exibição das imagens (estáticas ou animadas de movimento) e sons do mundo real.

3.1.1 Mpeg (Moving Picture Experts Group)

Criado em 1988, o grupo de trabalho definido pela ISO (International Standard Organization), tinha como objectivo desenvolver um protocolo que fosse capaz de integrar áudio e vídeo num mesmo ficheiro sem que se perdesse qualidade quer de imagem quer de som.

Este protocolo consistia em transformar um vídeo em imagens estáticas, tecnicamente designados por "group of frames (GOP)" [5].

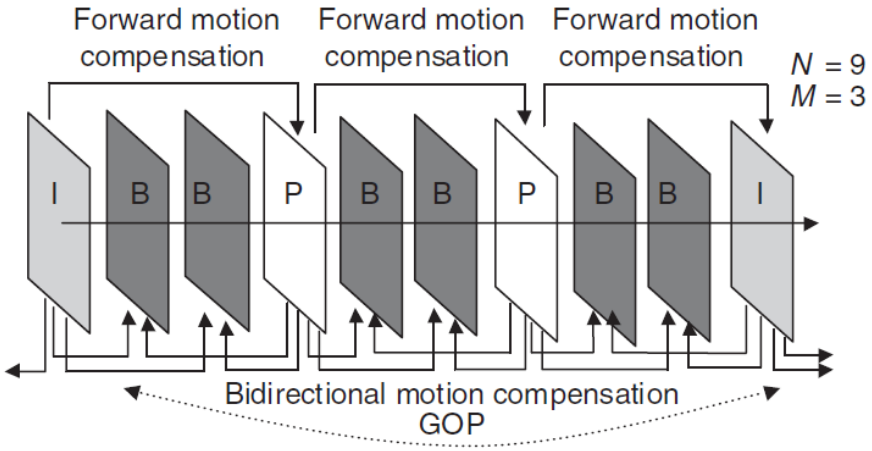


Figura 20 Sequencia de vídeo transformada num "group of frames" [5]

Em cada grupo incluem-se três tipos de imagens, que variam conforme o tipo de codificação:

- "Intracoded (I)" – Estas *frames* são usadas como delimitadores de uma sequência sendo construídos sem previsão de movimento, sendo usados como pontos de bloqueio na propagação de erros e pontos de fácil edição (N) [5]

- "Predictive coded (P)" – Estas são construídas com base na *frame* anterior (tipos I ou P), dado que se diferenciam irrelevantemente da mesma. Para a construção de *frames* deste tipo é usada informação proveniente da anterior sendo-lhe aplicado o algoritmo de previsão do movimento [5]

- Bidireccional "Predictive coded (B)" – Este tipo de frames segue a mesma lógica das "P-frames", podendo no entanto, recolher também informação na frame seguinte se esta for do tipo I ou P [5].

Cada um dos tipos de *frame*, são ainda divididos em partes menores denominados "*macroblocks*". Cada "*macroblock*" contém a codificação base para a construção de um frame, ou seja, cada "*macroblock*" classifica uma parte da frame na codificação cromática YCbCr.

3.1.2 AVI (Audio-Video-interleaved)

O AVI foi desenvolvido pela Microsoft e apresentado inicialmente em 1992, com parte da estratégia da empresa para criar um projecto tecnológico denominado "Vídeo for Windows".

Derivado do protocolo RIFF, este protocolo divide os ficheiros de vídeo em blocos tecnicamente designados por "*chunk*'s", sendo cada um deles identificado segundo a norma FourCC.

Cada "*chunk*" é ainda dividido em dois "sub-*chunk*'s" obrigatoriamente (construídos segundo o protocolo RIFF) e por um terceiro "*chunk*" opcional. O primeiro "*chunk*" é sempre nomeado com o identificador "*hdrl*", sendo nele colocadas as informações básicas que caracterizam o vídeo, como por exemplo, a altura, a largura, ou o *frame-rate* (número de frames por segundo). O segundo "*sub-chunk*" é sempre identificado com a chave "movi" e nele estão contidos os dados do vídeo, propriamente

dito. O terceiro e opcional "I", contém indexes para eventuais offsets que existam dentro dos demais "*sub-chunk*", sendo este denominado por "idx1".

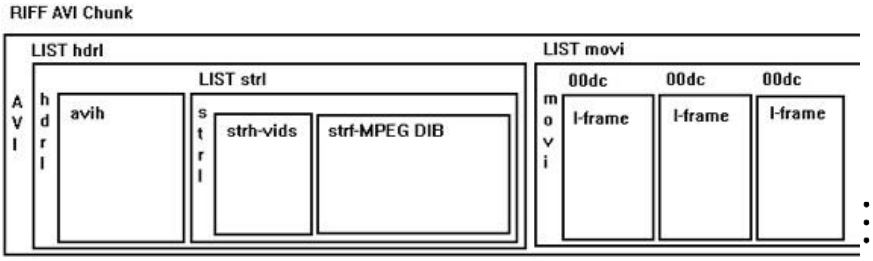


Figura 21 Estrutura de um ficheiro AVI [20]

3.2 Compressão de vídeo

3.2.1 Xvid

Protocolo de compressão de vídeo desenvolvido sobre os standards do protocolo MPEG-4.

Desenvolvido em 2001 por Michael Militzer, este projecto de código aberto, tem como principal objectivo comprimir vídeo digital de forma a reduzir a largura de banda necessária à sua transmissão e optimizar a sua gravação em suportes digitais como cd's ou dvd's. Dado que se trata de um projecto *open source*, este *codec* tenta manter a interoperabilidade entre várias aplicações de vídeo graças à implementação de standard's, assim como obter a colaboração de vários indivíduos e entidades [xvid.org].

3.2.2 H.264

O codec H.264, desenvolvido pela ITU-T VCEG em conjunto com a ISO/IEC MPEG que formaram uma parceria conhecida por JVT, é um standard para compressão de vídeo de alta qualidade para que este possa ser enviado através de ligações mais lentas ou armazenado em suportes de menor capacidade. [7]

[20] Adaptado de Graph Comp. [http://graphcomp.com/info/specs/ms/mpeg0002.jpg]

Desenvolvido para dar suporte a videoconferências este protocolo de codificação/descodificação tem várias utilizações que vão desde as videoconferências até ao *streaming* para dispositivos móveis, passando pelo armazenamento de imagens, definindo para tal vários perfis, dependendo da situação e dos recursos disponíveis. A listagem feita na Tabela 2 destes perfis é relevante e aqui apresentada pois será a base da decisão tomada na secção 5.5.

Tabela 2 Perfis e respectiva descrição resumida do codec H.264

Perfil	**Descrição**
Baseline profile (P)	Perfil desenvolvido para sistemas com poucas capacidades. Amplamente usado em videoconferências e em aplicações móveis devido ao baixo bitrate das transmissões.
Main profile (MP)	Desenvolvido para ser usado em broadcast e armazenamento de vídeo em sistemas mais antigos e menos capazes.
Extended profile (XP)	Criado unicamente para broadcast de vídeo e imagem, possui uma alta taxa de compressão.
Hight profile (HiP)	Este perfil veio substituir o MP, com os mesmos propósitos deste na área da imagem de alta definição, sendo usado em HD DVD e Blu-ray.
Hight 10 profile (Hi10P)	Perfil baseado no HiP e que codifica a imagem em 10bits de cor por cada frame, permitindo uma maior precisão na descodificação.
Hight 4:2:2 profile (Hi422P)	Desenvolvido para suportar o vídeo entrelaçado, este perfil tem por base o Hi10P, com suporte para o formato 4:2:2.
Hight 4:4:4 profile (Hi444P)	Baseado no perfil Hi422P, mas usando o formato de imagem 4:4:4, acrescentando um maior número de bits de cor, aumentado para 14. Este perfil tem ainda a particularidade de processar as 3 cores separadamente.

3.3 Metodologias de engenharia de *software*

A modelação de *software*, recorrendo à modelação por UML, é um ramo da Engenharia que se dedica à produção da definição abstracta de todo um projecto de *software*, especificando de forma organizada e sistemática, os vários pontos que culminam no desenvolvimento de um *software*. Entre estes aspectos temos desde o levantamento de requisitos, os seus intervenientes do ponto de vista interno da aplicação, os seus fluxos de dados e informação interna, até à definição de planos de manutenção no cenário pós implementação.

De forma a estruturar todo o processo de desenvolvimento deste projecto foram usados alguns métodos de engenharia de *software* que importa explicar previamente.

3.3.1 Levantamento de requisitos

Método aplicado na fase inicial de cada projecto, para que todos os intervenientes ligados a este projecto, definam quais as suas necessidades relativamente ao mesmo [29].

Algumas das principais actividades desenvolvidas durante esta fase e que importam para este trabalho, são:

- Classificação – agrupamento dos requisitos em grandes grupos, de forma a facilitar a visão geral de todo o projecto pelos seus intervenientes;

- Priorização – atribuição de um grau de importância a cada um dos recursos definidos, quer quanto à sua importância quer quanto à urgência da sua resolução;

O levantamento de requisitos é um processo fulcral no início de cada projecto e iterativo durante o decurso do mesmo, dado que podem surgir alterações durante o projecto que obriguem à redefinição de aspectos já estabelecidos.

Da aplicação deste método resultam o levantamento de dados feito no capítulo 4 e resultados apresentados nos capítulos 5.1 (pág. 44) e 5.4.1 (pág. 51)

3.3.2 Diagrama de estados

Durante a execução de um *software* existem vários estados pelos quais este passa e que transitam entre si despoletados por acções internas ou externas ao próprio *software* (introdução de dados pelo utilizador, condições internas, ciclos repetitivos interacção com outros processos internos).

Neste tipo de diagramas temos essencialmente três tipos de objectos:

- Estados – elementos representativos do "momentos" durante a execução do *software*, representados neste diagrama por rectângulos com os cantos arredondados, cujo texto identifica de forma curta e objectiva o estado em causa.

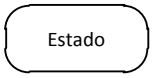


Figura 22 Representação de um estado

- Transição – elementos representativos das passagens que existem entre os vários estados de um *software*, representados neste diagrama por setas acompanhadas do "motivo" para que essa mesma transição ocorra (excepcionalmente, nos casos em a transição ocorre porque o estado termina a sua vida, o "motivo" é omitido)

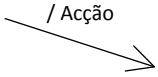


Figura 23 Representação de uma transição (com acção)

- Estados "inicial" e "final" – estados fictícios que representam o início e fim do *software* respectivamente, de forma a identificar qual o ponto de início e qual (ais) o (s) ponto (s) de finalização da execução



Figura 24 Representação de estado inicial



Figura 25 Representação de estado final

Da aplicação deste método resulta a criação do Diagrama 4 onde é apresentado o fluxo de dados do sistema em desenvolvimento.

4 Estudo contextual

4.1 Endoscopia no seu contexto

De forma a dar a conhecer a realidade de uma endoscopia e do seu contexto, importava perceber junto dos seus executores de que forma se desenrolava uma endoscopia. Importava perceber quem são os envolvidos, quais os equipamentos/sistemas existentes dentro da sala de endoscopia e de que forma são usados, assim como perceber qual a validade/viabilidade do sistema que se pretende construir e ainda se este poderá ser usado como os seus autores o tinham idealizado.

Assim pretendia-se recolher nesta visita, as seguintes informações:

- Actores envolvidos na realização de uma endoscopia assim como as funções e posicionamento de cada um destes nas salas.
- Equipamentos usados (tipo, posição, características técnicas)
- Forma de recolha de imagem
- Utilização da imagem recolhida

A assistência destes exames ocorreu no dia seis de Dezembro de dois mil e onze no IPO do Porto, onde foi possível assistir a duas endoscopias e duas colonoscopias que contaram ainda com a presença de outros elementos da equipa no âmbito do projecto CAGE.

Da assistência a estes quatro exames foram retiradas varias anotações, sendo que estas foram no imediato registadas em papel de acordo com o que previamente se pretendia recolher, complementadas com alguns esquemas e fotos dos equipamentos retiradas posteriormente ao exame. Todas estas notas foram compiladas no final dos quatro exames, tendo-se discutido quais os aspectos clínicos e tecnológicos mais relevantes para um possível sistema interactivo de apoio à decisão que possa apoiar operações destas no futuro. Apesar de se apresentar algumas observações associadas aos actores presentes numa endoscopia (4.1.1), ressalva-se que a ênfase do trabalho apresentado nesta tese está directamente ligado aos aspectos tecnológicos associados às imagens colhidas durante esta operação (0).

4.1.1 Aspectos associados aos actores de uma endoscopia

- No IPO do Porto, cada sala de endoscopia está preparada para a realização das diferentes consultas de endoscopia.

- Na endoscopia alta, o médico posiciona-se em frente à cabeça do doente. Por sua vez, a enfermeira posiciona-se do lado direito do médico, no topo da marquesa. Com as duas mãos segura o bucal colocado na cavidade oral do paciente.

- Na endoscopia baixa, o médico posiciona-se por detrás do doente. Por sua vez, a enfermeira posiciona-se á frente do doente.

- Nas endoscopias observadas, o médico pega no punho com a mão esquerda e através dele faz o controlo da movimentação da "cabeça" da sonda, da entrada de água e da aspiração, assim com o "freeze" da imagem. Com a mão direita controla a entrada da sonda no paciente.

.

- Na endoscopia alta é o médico que imprime as imagens á medida que faz a consulta, uma vez que este tem mais liberdade na mão direita.

- Na endoscopia baixa é o enfermeiro que imprime as imagens por ordem do médico.

Aproveitando a visita, foi possível recolher a forma como a sala estava organizada, permitindo registar o posicionamento dos envolvidos neste exame.

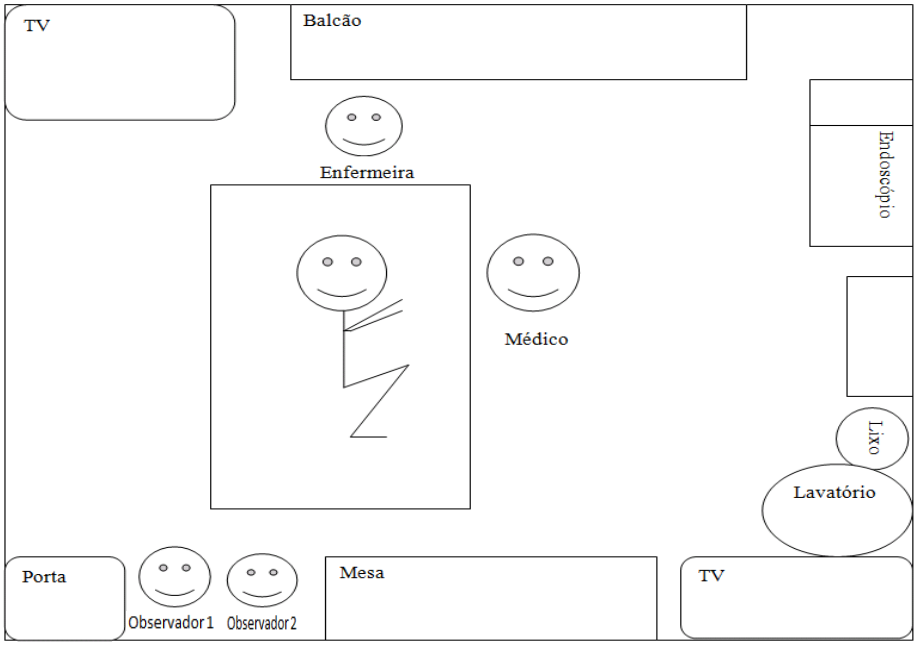


Figura 26 Esquema representativo da sala numa endoscopia alta

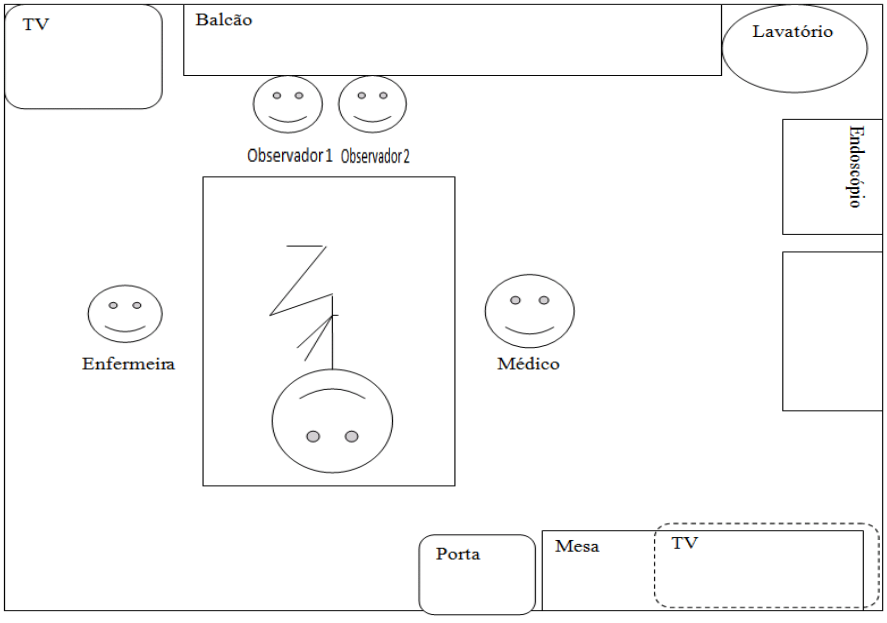


Figura 27 Esquema representativo da sala numa endoscopia baixa

4.1.2 Aspectos tecnológicos associados à imagem de endoscopia

- O IPO tem as suas salas de gastroenterologia preparadas para a realização de endoscopias e colonoscopias

- É feito a gravação vídeo dos exames realizados, apenas em casos especiais, sendo esta feita em cassetes VHS

- Nos monitores colocados na sala de exame é exibida a informação básica do paciente.

- A sonda endoscópica usada na endoscopia tem noventa centímetros

- A sonda endoscópica usada na colonoscopia tem cento e vinte centímetros

- A impressão das fotos é feita numa impressora dedicada e ligada directamente ao endoscópio.

- A impressão das imagens que o médico faz "freeze" através do punho, tem que ser feita manualmente

- A impressora é conectada ao endoscópio por porta RS 232 ou também denominada porta COM (Figura 28)

- A ligação entre o endoscópio e os monitores colocados na sala e feita através de cabos vídeo (Figura 29, Figura 30)

Aproveitando o decurso da visita e, posteriormente a saída do paciente sujeito ao exame, efectuou-se a recolha, não só da organização da sala, como também de algumas imagens relativas aos equipamentos usados e a forma como estão conectados entre si, ou seja, de que forma se encontravam ligados o endoscópio com a impressora e os monitores colocados na sala.

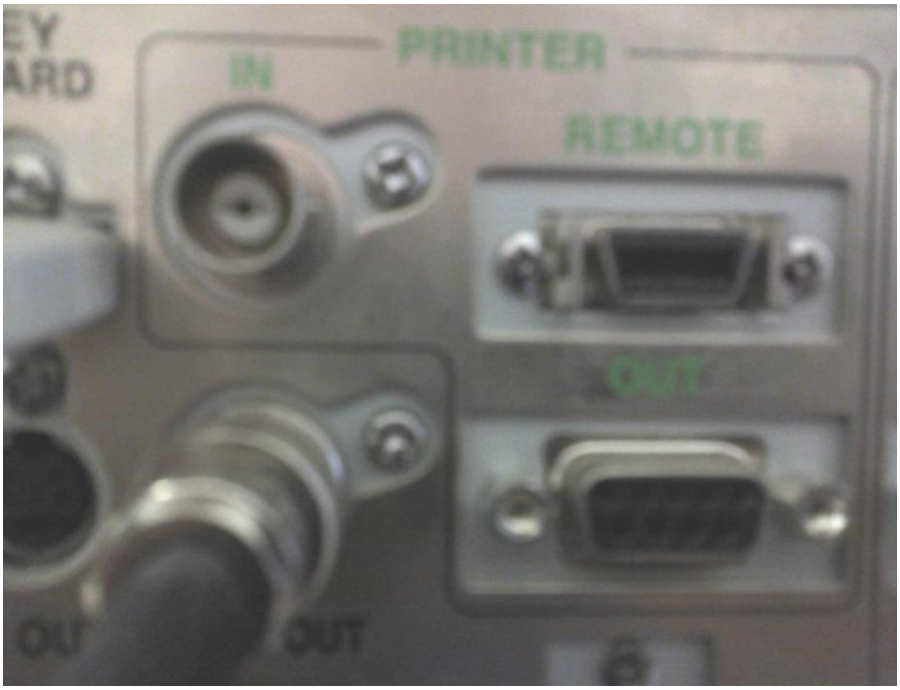


Figura 28 Porta de ligação a impressora



Figura 29 Saída de video do endoscópio

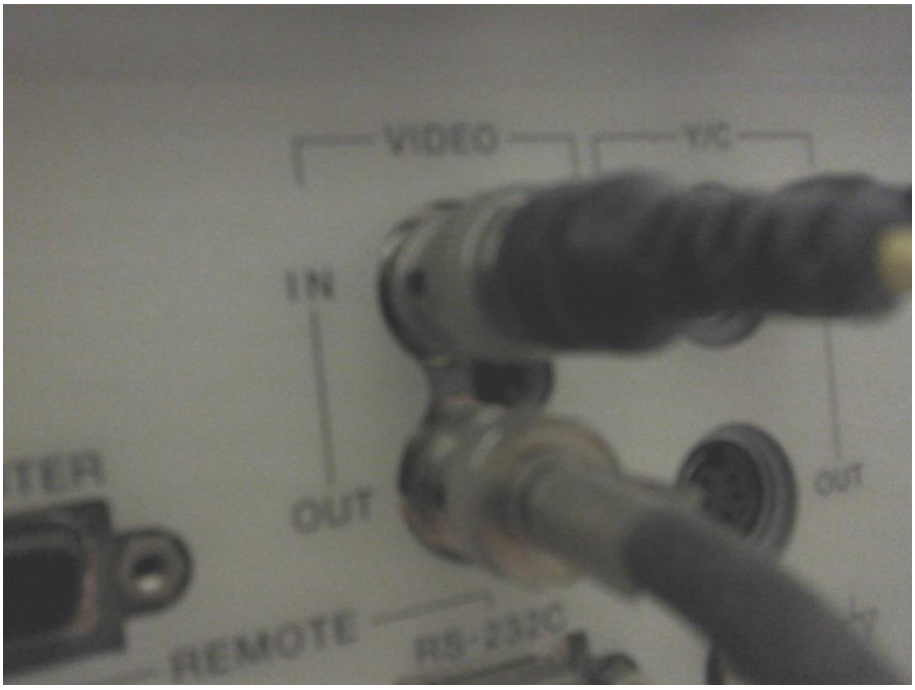


Figura 30 Entrada de vídeo no monitor

4.2 Resumo da visita

Concluída a observação das quatro endoscopias a que foi possível assistir, conseguiu-se reunir todas as informações consideradas importantes para a criação de um sistema de gravação e streaming de vídeo gerado durante uma endoscopia.

Estas visitas permitiram perceber que tipo de equipamentos clínicos e electrónicos são usados numa sala de endoscopia, destacando-se o uso de monitores de alta definição e a equipamentos capazes de recolher e enviar imagens de grande qualidade e definição.

Percebeu-se ainda com esta visita, que é feito o recurso à imagem para efeitos de relatório, recorrendo-se apenas a imagens estáticas tiradas esporadicamente assim como ao pouco recurso à gravação de vídeo sendo este feito em sistemas recorrendo a outras tecnologias.

Conforme se descreverá em 5.1, as várias observações geradas por esta visita permitiram definir os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a implementar.

4.3 Discussão

Baseado no conjunto de observações recolhido, seguiu-se um período de reflexão onde se tentou definir quais as necessidades tecnológicas específicas associadas à gravação e *streaming* de vídeo endoscópico, que possam contribuir para sistemas de apoio à decisão interactivos no futuro.

Não interferindo nos sistemas actualmente em funcionamento, o sistema a desenvolver no âmbito deste projecto deverá ser capaz de efectuar a recolha e gravação das imagens provenientes do endoscópio de forma transparente, permitindo assim que as imagens continuem no seu "percurso" normal, actualmente instituído.

A gravação deverá ser com a maior qualidade possível e sem interrupções, originando assim grandes fluxos de informação. Paralelamente, esta deverá estar disponível para exibição, quer no imediato quer à posteriori, pelo que a imagem recolhida deverá ser guardada em suporte digital. De forma a suportar a gravação com os padrões indicados e permitindo a sua consulta foi escolhido um disco SSD

Após a gravação das imagens, o sistema a desenvolver no âmbito deste projecto, deverá efectuar o *streaming* dessas mesmas imagens, disponibilizando-as através de uma rede sem fios, para que a mesmas possam ser visualizadas em um ou mais dispositivos móveis (*smartphones*/ *tablets*) simultaneamente, permitindo assim o acesso partilhado à mesma fonte de informação dentro da sala de endoscopia sem comprometer o espaço.

Com as capacidades dos dispositivos móveis actuais, a simples visualização da imagem significa o desaproveitamento das capacidades destes dispositivos. Aproveitando assim a capacidade de processamento destes equipamentos assim como a possibilidade de observar a mesma imagem com diferentes perspectivas, são colocados nestes equipamentos funcionalidades capazes de transformar a imagem apresentada,

aplicando-lhes filtros, alteração de coloração entre outras potencialidades.

Outra das potencialidades deste sistema é a capacidade de interacção com múltiplos locais de origem de informação, complementando a informação recolhida, ou seja, os *smartphones*/ *tablets* usados tem também a capacidade de paralelamente à recepção das imagens, efectuar a recolha de dados do paciente no sistema de informação da unidade hospitalar em que está instalado, assim como a recolha de outras informações para os intervenientes, como por exemplo, documentação científica, imagens semelhantes que serviram como objecto de comparação.

5 Construção de sistema de gravação e *streaming*

5.1 Desenho do sistema

Por forma a poder implementar este sistema, foi necessário proceder ao seu desenho para perceber quais as linhas de orientação a seguir assim como, quais as tarefas as implementar nas fases seguintes do projecto. Decorrente das informações recolhidas durante as visitas efectuadas ao IPO do Porto, foi realizado nesta fase inicial o desenho do sistema, procedeu-se ao levantamento de necessidades e requisitos de acordo com os dados recolhidos.

5.1.1 Levantamento de requisitos

De forma a perceber o enquadramento deste projecto no seu ambiente real, quais as suas condicionantes e benefícios em que este projecto se enquadrava foi efectuado um levantamento de requisitos associados a este trabalho.

Este levantamento permitiu também perceber qual a realidade local relativamente aos equipamentos usados para a realização de endoscopias na instituição visitada.

Para o levantamento de requisitos em ambiente real, foram efectuadas visitas a uma unidade de saúde, ao IPO do Porto onde conforme se descreveu no capítulo 4 se faz a análise do contexto envolvente à realização de um exame de gastroenterologia, permitindo construir os requisitos de um sistema (5.1.2 e 5.1.3).

5.1.2 Requisitos funcionais.

- O sistema a construir deverá registar com a maior qualidade possível, as imagens provenientes do equipamento de endoscopia usado durante o exame.

- A recolha de imagens de imagens deverá ser feita de forma transparente ao sistema actualmente instalado na sala de gastrenterologia.

- As imagens recolhidas deveram ser armazenadas num computador a colocar pela equipa de desenvolvimento do projecto CAGE

- O sistema deverá efectuar o *streaming* das imagens recolhidas, através de uma rede *wireless*, para que seja possível a sua visualização em dispositivos móveis.

5.1.3 Requisitos não funcionais

- O acesso as imagens, através da sua visualização com recurso a dispositivos móveis, apenas deverá ser permitido a utilizadores autorizados previamente.

- O acesso *wireless* deverá ser independente em cada uma das salas de gastroenterologia existentes na instituição de forma a evitar conflitos.

5.2 Conceptualização do sistema

Tendo por base os requisitos levantados durante a análise inicial, procedeu-se à conceptualização de um sistema que pudesse responder ao pretendido.

Conforme descrito pela Figura 31, pretende-se com este sistema recolher e difundir as imagens recolhidas durante uma endoscopia até um ou mais dispositivos móveis.

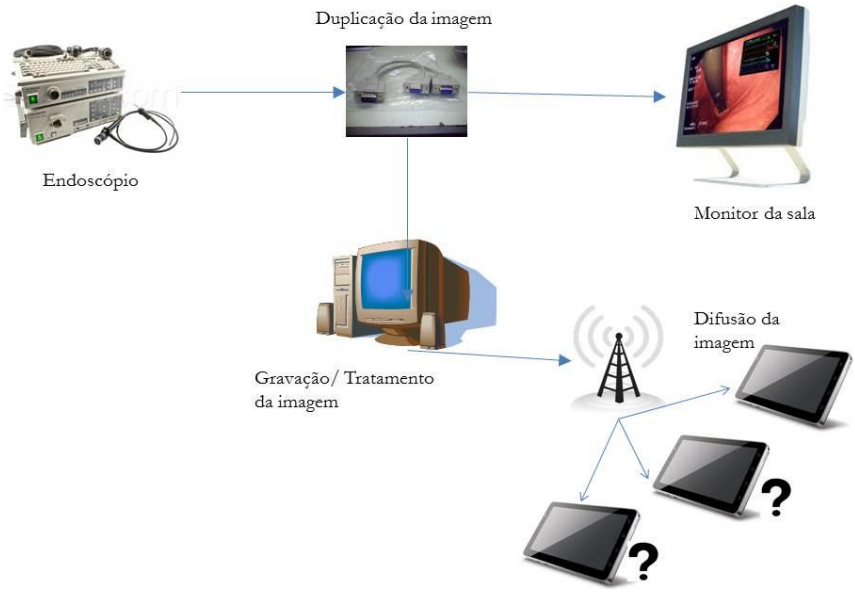


Figura 31 Representação esquemático do sistema

Na parte superior da Figura 31, temos a referencia ao sistema vigente, que actualmente constituído por um equipamento de endoscopia que é ligado a uma sistema de vídeo desenvolvido e instalado pelo fabricante do endoscópio.

Ainda na imagem acima o equipamento colocado entre o endoscópio e o monitor, permitirá a duplicação da imagem fazendo com que esta continue no seu circuito normal e seja também colocada num circuito paralelo onde será recolhida e armazenada no computador (Figura 31), sendo depois enviada para os dispositivos móveis finais conforma a imagem supra documenta.

5.3 Construção do computador

Depois de analisados os requisitos funcionais e não funcionais levantados, deu-se início à construção do sistema cabal para dar resposta a trabalho em causa.

5.3.1 Pesquisa de *hardware*

Uma das partes mais importantes de um sistema de recolha e *streaming* de imagem é o *hardware* que o suporta. Assim na pesquisa pelo *hardware* a utilizar foram tidos em conta vários factores:

- **Eficácia -** Pretendendo-se que o computador a configurar fosse capaz de responder às solicitações que lhe são efectuadas durante o normal funcionamento, quer ao nível da recolha de imagem que ao seu processamento e envio por rede

- **Eficiência energética -** Não obstante o ponto anterior, pretendeu-se construir um equipamento que tivesse em conta preocupações energéticas, dotando o computador de sistemas que fossem energeticamente eficientes, principalmente ao nível da sua alimentação eléctrica

- **Espaço -** Nas instalações visitadas, ficou patente a pouca disponibilidade de espaço a ceder para a colocação de mais um computador na sala de gastroenterologia. Assim, optou-se por uma solução tecnicamente designada como ”small tower” que pode ser colocada em espaços pequenas. Esta solução pode ser disposta na vertical (preferencialmente) ou na horizontal, de acordo com o espaço disponível nas instalações.

- **Recolha de vídeo em HDMI -** Sendo um dos objectivos deste projecto a recolha de imagens com a maior resolução e qualidade de imagens possível, na escolha da placa gráfica foi tido em conta a capacidade de recolher imagens em formato HDMI

- **Custo -** Ponderando todos os pontos anteriores, foram adquiridos todos os subcomponentes pelo melhor preço possível e que respeitavam os limites do financiador do projecto CAGE.

5.3.2 Montagem do computador

Depois de analisados os requisitos funcionais e não funcionais levantados e, após terem sido recepcionados todos os componentes encomendados ao fornecedor, estes foram montados nos lugares e posições respectivas, conforme determinam as normas de assemblagem de um computador.

Tabela 3 Componentes do computador

Componente	**Descrição**	
Motherboard	ASUSTek M5A87	
Processador	AMD FX-4100 Quad-Core	
Memória RAM	Kingston PC3- 10700, 2x 4Gb DDR3	
Armazenamento	HDD (disco mecânico)	2x Samsung HD103SJ
	SSD	2x Kingston SH100S3
Sistema operativo	Windows® 7, 64 bit	
Placa gráfica (funcionamento)	NVIDIA GeForce GTX 560	
Placa gráfica (recolha de vídeo)	BlackMagic Intensity Pro	

5.3.3 Testes

Depois de todos os componentes instalados, for efectuado o arranque do computador, concluídas as tarefas de instalação do sistema operativo e executados testes de fiabilidade com recurso a *software* de *benchmarking*,

que permitiram auferir, as suas capacidades de resposta perante situações de utilização extrema simulados pelo *software* de *benchmarking* usado, permitindo assim comprovar que os resultados obtidos estavam ao nível do esperado. Para a realização destes testes de *benchmarking* foi usado o *software* "*PC Wizard* 2012 *Classic Edition*", versão 2.10.

Os testes efectuados incidiram sobre 5 vectores principais para as quais o sistema deveria dar resposta: Capacidade de processamento, cache de memória, memoria *ram*, capacidade de vídeo e disco rígido, tendo os valores obtidos sido comparados com 3 sistemas que segundo o *software* usado, são considerados sistemas de topo.

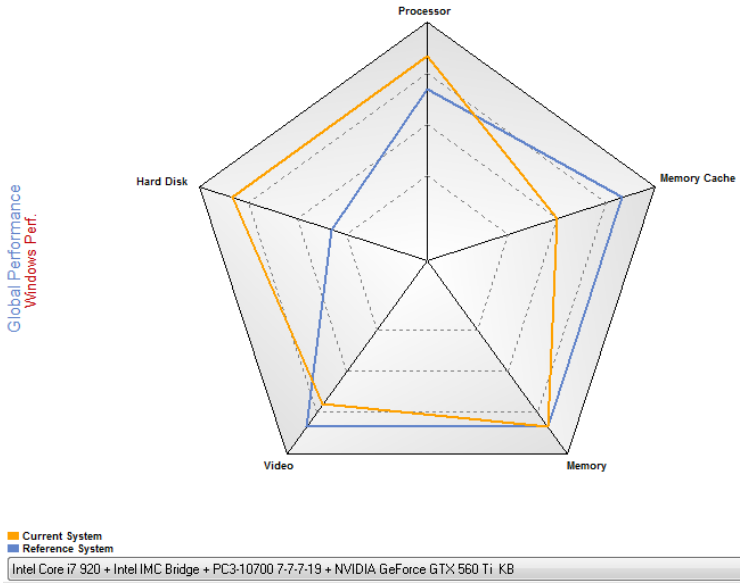


Diagrama 1 Resultado comparativo com o sistema de referência 1

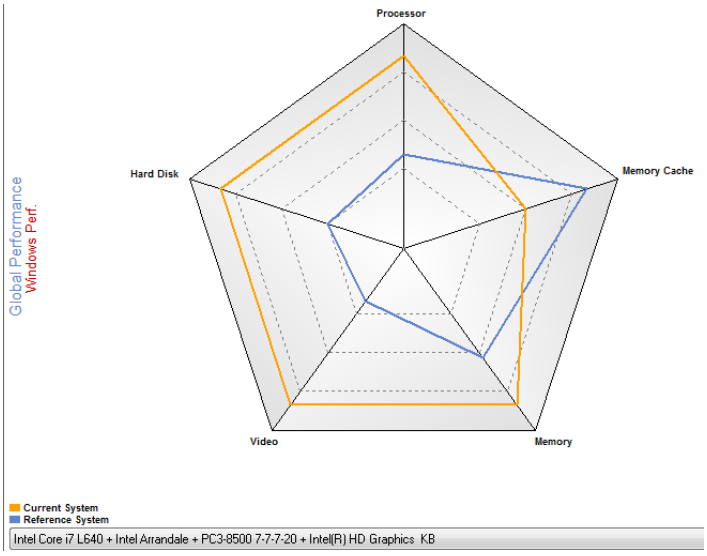


Diagrama 2 Resultado comparativo com o sistema de referência 2

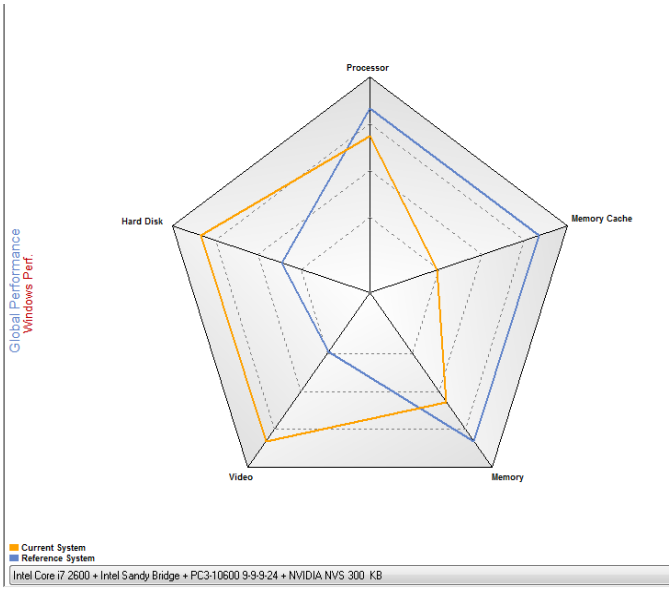


Diagrama 3 Resultado comparativo com o sistema de referência 3

Conforme se verifica pelos diagramas acima (Diagrama 1, Diagrama 2, Diagrama 3) o computador construído obtém em comparação com os sistemas de referência valores superiores aos calculados para os sistemas de referência. Existem, no entanto alguns pontos comparativos, em que o computador deste projecto fica um pouco abaixo relativamente com os sistemas comparados, sendo estas registadas graça a algumas variações nos componentes usados, sendo que no entanto, as mesmas não afectam a performance do sistema em geral.

5.4 Construção do sistema

Após a fase inicial deste projecto, onde foram levantados e definidos os requisitos e objectivos do mesmo, deu-se início à segunda fase. Nesta iniciou-se a implementação dos pontos anteriormente definidos, iniciando-se o desenvolvimento do sistema de gravação e *streaming* idealizados.

5.4.1 Fluxo de dados

Conforme se referiu anteriormente, pretende-se efectuar um sistema capaz de efectuar a gravação de imagens provenientes de um equipamento de endoscopia com a melhor qualidade possível de forma transparente a todo o circuito de imagem já implementado pelo fabricante do equipamento de endoscopia.

Conforme o Diagrama 4 abaixo o indica, pretende-se efectuar a recolha das imagens provenientes do equipamento de endoscopia, procedendo-se a sua posterior gravação. De seguida, procede-se ao tratamento das imagens e posterior compactação para envio das mesmas para *streaming*.

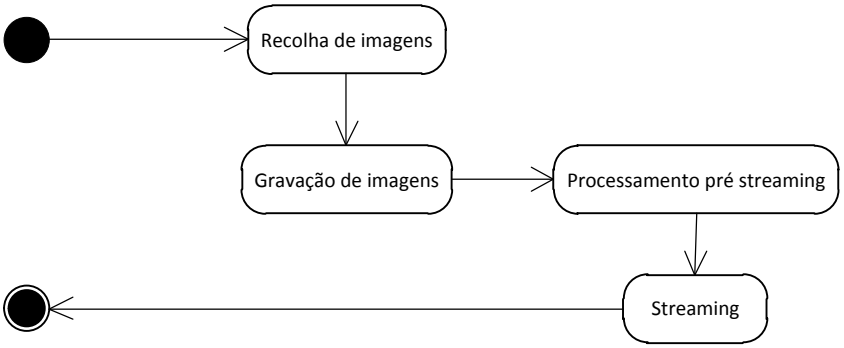


Diagrama 4 Fluxo de dados do sistema

A recolha das imagens é feita com recurso à placa gráfica BlackMagic Intensity Pro, através do seu interface HDMI. A gravação é feita recorrendo a *software* que acompanha a referida placa gráfica, denominado BlackMagic Media Express, efectuando a gravação de imagens em HDMI. O *streaming* das imagens recolhidas é feito com recurso ao *software Adobe Flash Media Live Encoder*.

5.5 Gravação de imagens

5.5.1 Metodologia de gravação

Nas várias vistas realizadas, foi perceptível que a realização dos exames de endoscopia não era gravada regularmente. Assim neste trabalho pretende-se que esta gravação seja feita constantemente.

Um dos propósitos deste trabalho é a recolha da imagem proveniente de um endoscópio com a máxima qualidade possível tendo para isso sido usada a interface HDMI, dado que esta permite a recolha de imagens com resoluções de até 1920 x 1080, ou seja a recolha de imagens em FullHD.

5.5.2 BlackMagic Media Express

Desenvolvido pela empresa com o mesmo nome, esta aplicação é o interface para o funcionamento básico da placa usada para efectuar a recolha das imagens.

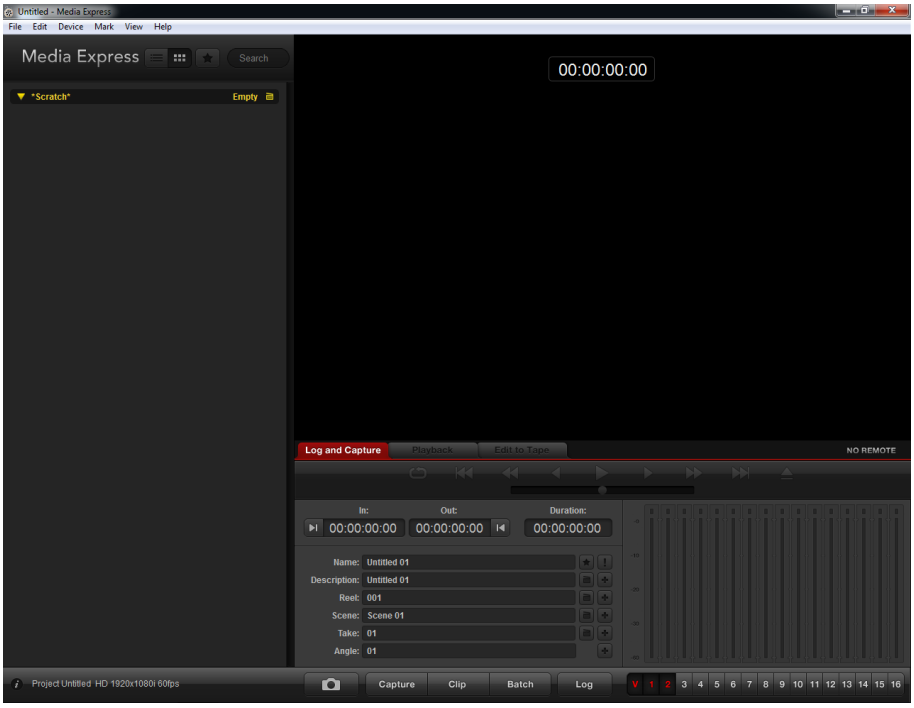


Figura 32 Ecrã principal do BlackMagic Media Express

Com recurso a esta aplicação foram efectuadas as primeiras gravações de imagens. Para tal, foi introduzido sinal de vídeo proveniente de um computador e através desta aplicação foi efectuada a gravação das imagens, atingindo-se a capacidade máxima de armazenamento do disco ao fim de 10h de gravação ininterrupta. De referir que as imagens foram registadas com uma resolução de 1920 por 1080 pixéis a 30 *frames* por segundo, registando 10 Gb de imagem a cada hora de gravação.

Dado que nesta aplicação não existe a funcionalidade de realização de *streaming* esta foi apenas usada para a gravação das imagens captadas.

5.5.3 Adobe Flash Media Live Encoder

Face a falta da solução de *streaming* no *software BlackMagic*, foram pesquisadas outras soluções, tendo sido escolhido o *software Adobe Flash Media Live Encoder*, que permite simultaneamente a gravação das imagens recolhidas e o seu *streaming* (ver cap. 5.6).

Focando apenas a gravação, este *software* procede a recolha das imagens com uma resolução de 1920 por 1080 pixéis a 30 *frames* por segundo, tal como faz o *Adobe Flash Media Express*, sendo este capaz de compactar a imagem de forma a enviá-la quer para gravação quer para *streaming*, aumentado significativamente o tempo de gravação, não deteriorando a qualidade da imagem recolhida.

5.5.4 Testes

A gravação de imagens é feita em suporte digital, recorrendo-se a um disco SSD, com a capacidade máxima de 1000 GB (capacidade nominal), que permite a gravação de até 100h consecutivas na máxima resolução.

Durante as várias gravações efectuadas, recorreu-se ao protocolo H.264. tendo estas sido efectuadas ao longo de várias horas culminando na gravação de três dias consecutivos de imagem proveniente de um portátil e de uma MeoBox (Equipamento de recepção de sinal televisivo da operadora Meo).

As gravações efectuadas permitiram validar/ avaliar a performance do sistema, tenso estas sido efectuadas durante os meses de Março e Abril.

5.6 *Streaming* de imagens

5.6.1 Metodologia de *streaming*

O segundo grande propósito deste trabalho, prende-se com a realização do *streaming* das imagens recolhidas e armazenadas, sendo este *streaming* efectuado em tempo real,

Foram, durante os meses de Maio, Junho e Julho, feitas experiencias com vários *softwares* de forma a perceber qual deles permitiria efectuar o *streaming* das imagens recolhidas, sendo que, relativamente ao protocolo de imagem usado neste trabalho, escolheu-se ao protocolo Xvid, pela sua fácil integração com o sistema operativo usado no computador de

gravação, quer com os *smartphones* usados, dada a sua ampla utilização na Internet

5.6.2 Wirecast

Após o insucesso verificado com a aplicação *Black Magic Media Express*, foram realizadas algumas pesquisas na internet, tendo sido encontradas várias soluções. Entre as soluções encontradas, está a programa Wirecast. Segundo os seus autores, esta aplicação era desenhada para utilizar as imagens provenientes da placa gráfica BlackMagic Intensity Pro, e efectuar o seu *streaming* assim como a gravação das imagens simultaneamente.

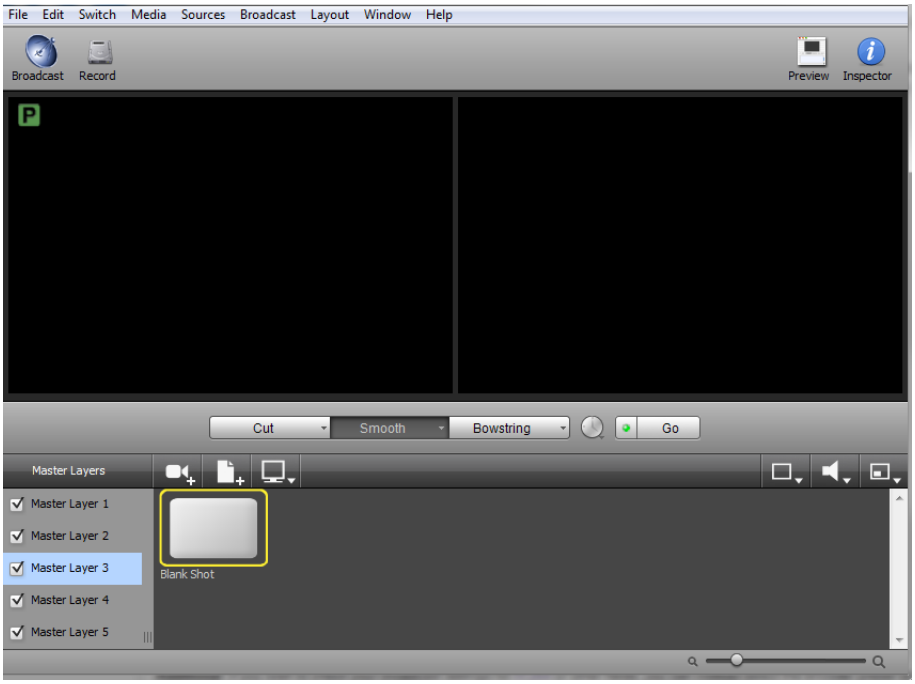


Figura 33 Wirecast

No sentido de realizar o profetizado pelos seus autores, foi efectuada a instalação da aplicação e efectuados os ajustes considerados necessários para que a mesma iniciasse a gravação e simultânea difusão das imagens recolhidas.

Ao contrário do que se previa, os testes efectuados com esta aplicação foram infrutíferos, dado que a aplicação em causa não reconhecia as imagens da gráfica BlackMagic, provocando ainda alguns sustos, pois gerava conflitos com o *software* nativo da gráfica Blackmagic, o que implicava que os drivers da referida placa tivessem que ser reinstalados, sob pena de esta não ser reconhecida pelo sistema operativo assim como pelo *software* BlackMagic Media Express.

Face aos problemas evidenciados, esta solução foi abandonada.

5.6.3 Adobe Flash Media Live Encoder

Face a falta da solução de *streaming* pelo *software* da placa gráfica *BlackMagic*, outras das soluções encontradas, foi o *software Adobe Flash Media Live Encoder*.

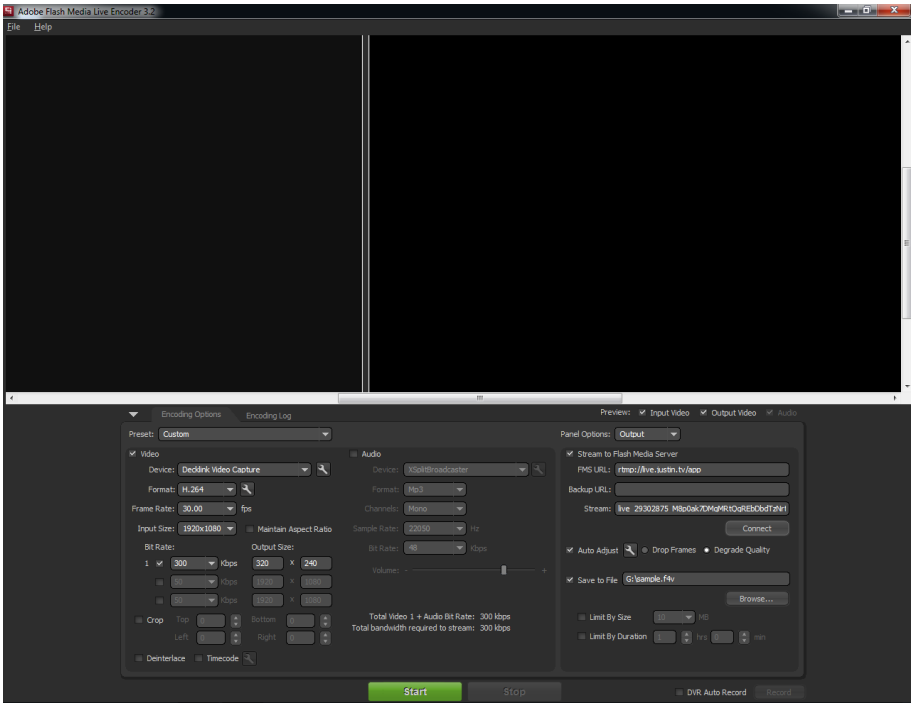


Figura 34 Ecrã principal do *Adobe Flash Media Live Encoder*

Esta aplicação é, "sozinha", capaz de efectuar a gravação e emissão das imagens captadas pela placa *BlackMagic*.

Foram efectuadas com esta aplicação gravações de várias horas, simultaneamente com o seu *streaming*, tendo-se durante estas operações, sido avaliados os valores para os tamanhos de saída e framerates para que a visualização fosse a mais próxima do real, diminuindo ao máximo os delays entre as acções efectivas e a sua visualização. O último valor testado cifrasse numa janela de saída com resolução 640x480 com um framerate de 100 Kbps.

Como a colaboração do *site* de *streaming* "*justintv.com*", foi possível visualizar o canal criado recorrendo a esta aplicação, validando as

alterações introduzidas e permitindo "ver em directo" o que se fazia no computador de origem das imagens (portátil).

Como se disse acima, esta foi para já a única solução que permitiu a gravação e o *streaming* das imagens recolhidas pela placa BlackMagic Intensity Pro. De referir ainda que o recurso ao *site* de *streaming* "justintv" faz perceber a possibilidade que aceder as imagens recolhidas pela placa Blackmagic em qualquer equipamento, podendo estas ser vistas em qualquer parte do mundo.

5.6.4 Testes

Tendo sempre como objectivo que as imagens visualizadas não tivessem falhas na sus reprodução, foram sendo experimentadas várias resoluções e framerates. Assim partiu-se da resolução inicial, tenso sido experimentadas várias resoluções até se obter a melhor relação resolução/qualidade de imagem/ fluidez de reprodução, conforme se indica na Tabela 4.

Das várias experiencias que se fizeram, as mesmas tiveram durações diferentes, assim como tipos de imagens diferentes. Conforme se verifica na Tabela 4, foram feitas experiencias de curta duração com imagens pouco complexas (transições monocromáticas, animações simples) aumentando posteriormente, quer em tempo, complexidade e duração à medida que todo o sistema ia dando melhores respostas ao nível do *streaming*. Por fim terminou-se com a rodagem de um filme Avatar®, de forma a testar todo o sistema com uma exibição na origem de imagens bastante complexas.

Tabela 4 Resoluções e framerates testados com os respectivos resultados

Resolução (*píxeis*)	**Framerate (Kbps)**	**Resultado visualizado**	**Duração do teste**
1920x1080	300	Reprodução muito lenta e com grandes atrasos (soluços), muito "pesada" para dispositivos móveis.	10 Minutos
1920x1080	100	Reprodução lenta e com atrasos (soluços), "pesada" para dispositivos móveis.	10 Minutos
1280x768	300	Reprodução lenta e com pequenos atrasos. Aceitável em dispositivos móveis.	15 Minutos
1280x768	100	Reprodução fluida mas com atrasos. Aceitável em dispositivos móveis.	1 Hora
800x600	300	Reprodução fluida mas com atrasos, principalmente em imagens de complexidade media. Bom desempenho em dispositivos móveis.	2 Horas
800x600	100	Reprodução fluida mas com atrasos, esporádicos em imagens com mais alta complexidade. Bom desempenho em dispositivos móveis.	2 Horas
640x480	300	Reprodução fluida e com raros atrasos, Excelente desempenho em dispositivos móveis	4 Horas
640x480	100	Reprodução fluida, Excelente desempenho em dispositivos móveis	10 Horas

5.7 Implementação

Conforme foi sendo demonstrado anteriormente, a resolução de captação de imagem e a resolução da imagem que é enviada para *streaming* são diferentes.

Conforme foi referido anteriormente, a gravação de imagens em HDMI (1920x1080 a 60fps), gerava uma quantidade de informação armazenada de 10 GB por hora, ou seja, a transmissão desta quantidade de informação, exigiria uma ligação com capacidade para transmitir 170 MB por minuto, algo tecnologicamente difícil para uma ligação de *wireless* actual, juntando-se-lhe ainda o facto de um dispositivo móvel não ter capacidade de memoria e processamento suficientes para tratar um tão grande volume de dados.

Dados os constrangimentos tecnológicos verificados foi necessário efectuar a redução da resolução da imagem recolhida para valores inferiores de resolução e framerate. Assim foram testadas várias resoluções tendo-se conseguido a resolução de 480p (640x480). Com esta resolução conseguimos assim obter uma transmissão fluida assim como a visualização sem "soluços" nos dispositivos móveis usados durante esta fase.

Durante o tempo de execução deste projecto, tal como foi sendo referido ao longo deste documento, foi feito o desenvolvimento de uma solução laboratorial onde foi possível recolher imagens de uma origem e coloca-las em reprodução num *smartphone* (dispositivo final), dentro das condições do laboratório.

Podendo este projecto ser dividido em dois grandes blocos, num primeiro bloco a gravação e num segundo bloco o *streaming* da imagem.

Sendo que cada um dos blocos referidos, têm neste momento graus de desenvolvimento e maturidade das soluções desenvolvidas, diferentes, o que permite que a gravação de imagens possa ser implementada em ambiente real de forma imediata, constituindo-se assim uma primeira validação da solução desenvolvida e possibilitando a recolha de uma banco de imagens não só para este como para outros projectos. A

realização de *streaming*, carece ainda de alguns desenvolvimentos em laboratório até que possa ser implementada em ambiente real.

6 Conclusão e resultados

6.1 Conclusão

Conforme se verificou neste trabalho a evolução dos equipamentos de endoscopia tem conhecido importantes e significativos avanços nos últimos anos surgindo a cada década que passa novos equipamentos/técnicas, que permitem a implementação de novas metodologias ou formas de tratar os problemas do trato gástrico dos pacientes.

Do decurso deste trabalho verifica-se a tendência cada vez maior de obter cada vez mais e melhores imagens dos órgãos que compõem o sistema gástrico, tentando cingir a intervenção ao mínimo indispensável, reduzindo assim os impactos no paciente intervencionado, no entanto, a mesma tendência tem ditado que as imagens recolhidas deveram permanecer limitadas a sala de endoscopia e á equipa que a compõe, mesmo que isso implique um número elevado de terceiros dentro de sala de endoscopia (nomeadamente alunos). Mesmo no caso da cápsula endoscópica verifica-se que as imagens apenas poderão ser vistas no pequeno monitor e em tempo real, o que poderá considerar-se como uma mudança de paradigma que começa a ter início nos fabricantes de equipamentos deste tipo.

Tomando por base as observações efectuadas onde se definiu as necessidades para sistema em causa partiu-se para o desenvolvimento de solução capaz de recolher imagens provenientes de um endoscópio sem interferir nos sistemas actualmente instalado gravando com a maior qualidade possível e em suporte digital difundindo-as para dispositivos moveis de forma controlada e independente em cada local.

A implementação deste projecto é, pelos testes e implementações laboratoriais já efectuados, viável, permitindo concluir que a gravação de imagem e o seu *streaming* são uma solução possível e tecnicamente exequível.

6.2 Resultados obtidos

Sendo apenas uma parte integrante de todo o projecto acima descrito, este trabalho assenta sobre a realização da vertente tecnológica inicial associada à captura e transmissão do vídeo durante um exame.

Para este efeito, efectuando-se o levantamento de requisitos iniciais através da recolha de informações in loco para a construção de um sistema capaz de realizar a gravação de imagens provenientes de um endoscópio e realização do seu *streaming* em para dispositivos móveis.

Proveniente das informações recolhidas foi desenvolvido um sistema capaz de efectuar a recolha e o *streaming*, em tempo real, de imagens a ser colhidas por um endoscópio.

Através da construção de um sistema informático capaz de recolher, processar e enviar as imagens recolhidas via *wireless* contribuindo assim para que no futuro se possa fazer o seu processamento e visualização integrada num sistema de apoio à decisão, combinando recursos de hardware e software.

No final deste trabalho é possível verificar a implementação de um sistema laboratorial do sistema idealizado. O sistema foi testado para gravações e streaming até um máximo de 10 horas consecutivas.

6.3 Resultados científicos

Como resultado científico, este trabalho este representado no evento IJUP 2012, com a apresentação de um póster intitulado "*Technologies for interactive decision support systems for gastroenterology*" (Apêndice A).

A apresentação decorreu no dia 24 de Fevereiro de 2012, nas instalações da Reitoria da Universidade do Porto.

6.4 Trabalho futuro

Como se pretende que esta solução seja implementada num ambiente real, sendo que tal não foi possível devido a constrangimentos encontrados durante a sua execução, ficando esta acção para ser desenvolvida num futuro próximo.

Outro aspecto a desenvolver futuramente, será a interacção com a imagem apresentada no tablet/smartphone a usar, permitindo a sua manipulação nestes dispositivos (rotação, ajuste, aplicação de filtros de imagem, entre outros…), possibilitando ao utilizador uma interacção até agora inexistente com os dispositivos actuais.

Outro aspecto que poderá ser equacionado no futuro, tem a ver com a possibilidade das interacções a realizar com o *tablet/smartphones* poderem resultar em ordens para o equipamento, sendo que este desenvolvimento dependerá de uma eventual parceria com um fabricante.

7 Referências

1. Natário A, Curado A, Ribeiro A, Cremers I, Velosa J, Matos L, Manuela Andrade A, Rede de Referenciação Hospitalar de Gastrenterologia. - Lisboa: ACSS, 2009. – 64.

2. John Buie, Evolution of Endoscopy Equipment: Imaging, Illumination & Accessibility, 2010 Jan-29, Disponível em <http://www.labx.com/article.cfm?articleId=1721/Evolution-of-Endoscopy-Equipment:-Imaging,-Illumination-&-Accessibility/>, última consulta em 15-07-2012.

3. PillCam®, disponível em http://www.givenimaging.com/en-us/Patients/Pages/pageSmallBowel.aspx, última consulta em 15-07-2012.

4. Musen MA, Shahar Y, Shortliffe EH. In: Biomedical Informatics: Computer Applications in Health and Biomedicine. Third ed. Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. Springer; New York: 2006. pp. 698–736.

5. Q. Shi Y, Sun H, Image and video compression for multimedia engineering : fundamentals, algorithms, and standards, 2008.

6. Monique W M Jaspers, Marian Smeulers, Hester Vermeulen, Linda W Peute, Effects of clinical decision-support systems on practitioner performance and patient outcomes: a synthesis of high-quality systematic review findings, J Am Med Inform Assoc 2011;18:327e334

7. Registo Oncológico Regional do Norte, disponível em <http://www.ipoporto.min-saude.pt/Downloads_HSA/IPOP/Comunicação e Imagem/Publicações Online - Onco.Informação nº3.pdf>, última consulta em 15-07-2012.

8. Registo Oncológico Regional do Norte, disponível em <http://www.ipoporto.min-saude.pt/Downloads_HSA/IPOP/Comunicação e Imagem/Publicações Online - Onco.Informação nº4.pdf>, última consulta em 15-07-2012.

9. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK); In IEEE Computer Society, Disponível em <http://www.computer.org/portal/web/swebok/html/contents>, última consulta em 15-07-2012.

10. Fujifilm Endoscopy Innovation: Past, Present, and Unbelievable; In Fujifilm USA, Disponível em

<http://www.fujifilmusa.com/about/corporate_profile/fujifilm_companies/fujinon_endoscopy/about/page_03.html>, última consulta em 15-07-2012..

11. Daniel Sigulem, Meide Silva Anção, Monica Parente Ramos, Beatriz de Faria Leão, Sistemas de apoio à decisão em medicina, Disponível em <http://www.virtual.epm.br/material/tis/curr-med/sad_html/sistema.htm>, última consulta em 15-07-2012.

12. RTP Payload Format for MPEG1/MPEG2 Vídeo; In IETF, . Disponível em <http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2250/>, última consulta em 10-07-2012.

13. CCD (dispositivo de acoplamento de carga). In Infopédia Porto Editora, disponível <http://www.infopedia.pt/$ccd-(dispositivo-de-acoplamento-de-carga)>, última consulta em 23-07-2012.

14. Josceli Maria Tenório, Anderson Diniz Hummel1, Vera Lucia Sdepanian, Ivan Torres Pisa, Heimar de Fátima Marin, Experiências internacionais da aplicação de sistemas de apoio à decisão clínica em gastroenterologia, J. Health Inform. 2011 Jan-Mar; 3(1): 27-31

15. Farion K, Michalowski W, Wilk S, O'Sullivan D, Rubin S, Weiss D. Clinical decision support system for point of care use—ontology-driven design and software implementation. Methods Inf Med. 2009;48(4):381-90.

16. Lin RH. An intelligent model for liver disease diagnosis. Artif Intell Med. 2009;47(1):53-62.

17. Das A, Ben-Menachem T, Farooq FT, Cooper GS, Chak A, Sivak MV Jr, Wong RC. Artificial neural network as a predictive instrument in patients with acute nonvariceal upper gastrointestinal hemorrhage. Gastroenterology. 2008 Jan;134(1):65-74.

18. Lahner E, Intraligi M, Buscema M, Centanni M, Vannella L, Grossi E, Annibale B. Artificial neural networks in the recognition of the presence of thyroid disease in patients with atrophic body gastritis. World J Gastroenterol. 2008;14(4):563-8

19. Chu A, Ahn H, Halwan B, Kalmin B, Artifon EL, Barkun A, Lagoudakis MG, Kumar A. A decision support system to facilitate management of patients with acute gastrointestinal bleeding. Artif Intell Med. 2008;42(3):247-59.

20. Aruna P, Puviarasan N, Palaniappan, B. Diagnosis of gastrointestinal disorders using DIAGNET. Expert Syst Appl. 2007; 32(2):329-35.

21. Berner ES, Houston TK, Ray MN, Allison JJ, Heudebert GR, Chatham WW, et al. Improving ambulatory prescribing safety with a handheld decision support system: a randomized controlled trial. J Am Med Inform Assoc. 2006;13(2):171-9.

22. Sadeghi S, Barzi A, Sadeghi N, King B. A Bayesian model for triage decision support. Int J Med Inform. 2006;75(5):403-11.

23. WAVE and AVI Codec Registries; In IETF, disponível em <http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2361/>, última consulta em 10-07-2012.

24. The audio/mpeg Media Type, disponível em <http://datatracker.ietf.org/doc/ rfc3003/>, , última consulta em 10-07-2012.

25. Daniel Sigulem, Meide Silva Anção, Monica Parente Ramos, Beatriz de Faria Leão, Sistemas de apoio à decisão em medicina, disponível em <http://www.virtual.epm.br/material/tis/curr-med/sad_html/sistema.htm>, última consulta em 10-07-2012-

26. A. Sousa, M. Dinis-Ribeiro, M. Areia, M. Coimbra, "Identifying cancer regions in vital-stained magnification endoscopy images using adapted color histograms", in Proc. of IEEE ICIP 2009, Cairo, Egypt, Nov 2009

27. Fujinon® Endoscopy Timeline info©, disponível em <http:// www.endoscopepartsplus.com /info/fuji_info.htm>, última consulta em 15-07-2012.

28. What is H.264 format , disponível em <http://www.winxdvd.com/resource/h264.htm, última consulta em 10-07-2012>, , última consulta em 15-07-2012

29. Introduction to OMG's Unified Modeling Language™ (UML®), disponível em <http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm>, última consulta em 15-07-2012.

30. What is Xvid?, disponivel em <http://www.xvid.org/Xvid-Video.3.0.htm>l, última consulta em 15-07-2012.

Apêndices

A. Póster IJUP 2012

Technologies for interactive decision support systems for gastroenterology

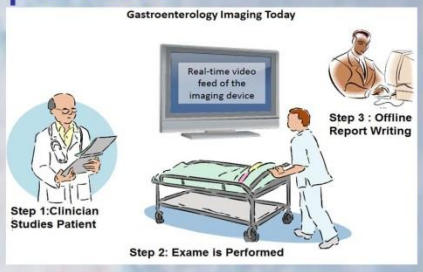
António Sousa[1] | Celina Gomes[1] | Miguel Coimbra[2]

[1]Department of Medicine, Faculty of Medicine, University of Porto, Portugal | [2] Department of Computer Science, Faculty of Science, University of Porto, Portugal

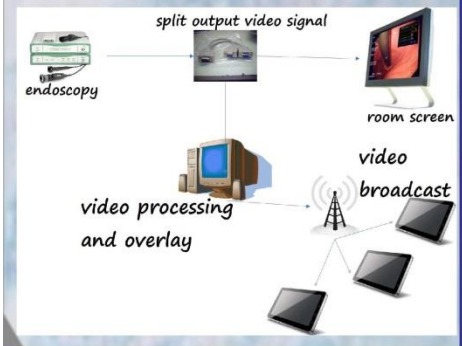
Computer Assisted Diagnosis

- Assisted diagnosis
- Training of physician

Existing diagnosis procedure



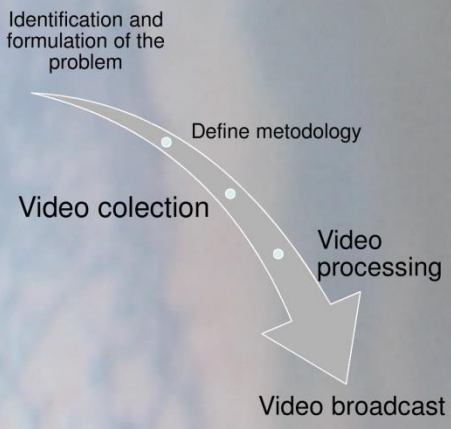
Future of gastroenterology



Materials

- Data collection
  - Interviews of nurses
  - Interviews of doctors
  - Events occur in the room
  - Video collection

Research Methodology



Future Work

- Impact of computer assisted diagnosis on endoscopy exams and physician training

FMUP / FCUP

B. Resumo IJUP 2012

Interactive systems for decision support gastroenterology

A. Sousa [1], C. Gomes [1], M. Coimbra[2]

[1] Department of Medicine, Faculty of Medicine, University of Porto, Portugal
2 Department of Computer Science, Faculty of Science, University of Porto, Portugal

The digestive system is extremely relevant because, through the food processing made by this, a human being can get the essential nutrients and proteins for survival. So, it's extremely important keep it in his best way and minimize the risc of getting any disease. Major diseases in this system are asymptomatic and prolonged, and the word cancer unwanted by anyone. The only way to detect polyps and cancers at an early stage is through routine screening tools using high reliability, in which case these tools are the endoscopies, ie, in situ visualization of the stomach and intestine.

The rapid and dizzying technological change in recent years allowed the Digestive Endoscopy nature extend beyond the mere diagnosis to take a more interventionist role and definitive treatment in clinical situations difficult to resolve and often avoiding the use of alternative therapies more penalizing.

The CAGE project, funded by FCT, aims to research and develops a CAD system that can be deployed in current gastroenterology rooms, which can support the decision regarding the physician's clinical diagnosis of the patient.

Taking place inside actual video systems implemented inside current gastroenterology rooms, with this project expects explore new ways to assist the physician in assessing the patient's diagnosis.

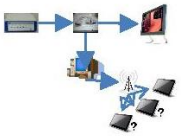


Fig1 CAGE representation

The doctor will be able to hold the endoscope stuff while looking at a big screen HD. The doctor can mark a section of the screen image to the computer and ask if it corresponds to a cancer?

References:

[1] A. Sousa, M. Dinis-Ribeiro, M. Areia, M. Coimbra, "Identifying cancer regions in vital-stained magnification endoscopy images using adapted color histograms", in Proc. of IEEE ICIP 2009, Cairo, Egypt, Nov 2009.

[2] Gonzales & Woods, Digital Image Processing, 3rd edition

[3] Donald Norman, The Design of Everyday Things

[4] Miguel Coimbra's webpage: www.dcc.fc.up.pt/~mcoimbra/Research