

Disciplina multidisciplinar

- Engenharia (EPUSP)
 - PTC-5892: PROCESSAMENTO DE IMAGENS MÉDICAS desde 1995
- Informática em Saúde (DIS/UNIFESP)
 - PIS-110: Processamento de Imagens em Saúde desde 2004
- Cardiologia (FMUSP)
 - MCP-5840 INFORMÁTICA APLICADA A IMAGENS MÉDICAS Desde 2005

SF 08/06/2010 - 1

Plano da aula de hoje

- Motivação
- Conceitos básicos de proc. imagens
 - pixel/voxel
 - resolução, discretização, faixa dinâmica
 - efeitos de filtros em imagens: atenção
- PACS e integração a Sistema de Informação Hospitalar
- Detalhamento do SI3/PACS
- As aulas estão no site:
 - Moodle.stoa.usp.br

SF 08/06/2010 - 3

Ferramentas p/ praticar

- sugestão: usar o programa ImageJ em java para visualizar as imagens e os resultados
 - <http://rsb.info.nih.gov/ij/>
 - ou programas p/ fotografias
- Matlab, java,
- Exemplo de uso do ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>)
 - Lê vários formatos, inclusive o DICOM
 - Processamentos tradicionais: filtragem, segmentação básica, operações com imagens, cores, ...
 - Opera com 3D: pilhas de imagens
 - Permite expansões: plugins em java
 - =>

SF 08/06/2010 - 4

Imagens Médicas Digitais

Introdução, PACS, Formação de Imagens Médicas, Princípios Físicos e Modelos

SF 08/06/2010 - 5

Proc. Digital de Imagens

Formação

Identific. de estruturas

Quantif. e Visualiz.

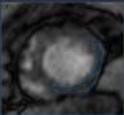
Interpretação

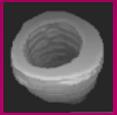
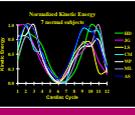
- Aquisição
- Rec. Tomog.

- Pré-proc.
- Segment.
- Reconh.

- Cálculos
- Comp.Graf.
- Parametr.

- Classificação
- Intel. Artif.
- Redes neurais
- Integr. Inform.



SF 08/06/2010 - 6

O que são imagens digitais?

SF 08/06/2010 - 7

4x

16x

SF 08/06/2010 - 8

Processo de Discretização

95	80	80	80
95	90	90	105
150	20	100	130
220	150	160	150

256 tons de cinza

Pixel= picture element (local, valor)
Voxel=volume element

SF 08/06/2010 - 9

Pixel: picture element (local e valor)

95	80	80	80
95	90	90	105
150	20	100	130
220	150	160	150

256 tons de cinza

SF 08/06/2010 - 10

Bits, bytes

- Representação numérica na base 2
- Bit é o dígito na base 2: {0, 1}
- Byte é composto por 8 bits

0	0	0	0	0	1	0	1
x	x	x	x	x	x	x	x
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

4 + 0 + 1 = 5

=> Uso de memória

SF 08/06/2010 - 11

Conceitos básicos

- Imagem digital => matriz n-dimensional
 - 2D => pixel (picture element)
 - raio X - CR (4096 x 4096 x 2B)
 - 3D => voxel (volume element)
 - CT multi-slice (700cortes x 512 x 512 x 2B)
 - XA (1000 quadros x 512 x 512 x 1B)
 - 4D => spel (space element)
 - gated SPECT, RM, ..
 - multi-atributos
 - RM (PD, T1, T2)
- $F: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$

SF 08/06/2010 - 12

Exemplo: Câmera Digital e TVs

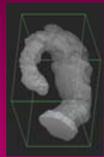
- seja 3.1 Mpixel (~ 2000 x 1500) elementos
- Matriz bi-dimensional com 2000 colunas e 1500 linhas => 3.1 milhões de elementos
- Cada pixel: cor => RGB
 - 1 byte por cor => 3 B
 - => 9.3 MB por foto
 - => compressão => 500 kB
- TV analógico: ~480 x 640
- DVD : 720 x 960
- HDTV: 1080 x 1920 (formato 16:9)

SF 08/06/2010 - 13

Resumo: Matriz

- número de dimensões (espaço)
- número de elementos por dimensão
- número de atributos (medidas por elem.)
- número de bits ou bytes por elemento

- ⇒ CT multi-slice (700cortes x 512 x 512 x 2B)
- ⇒ 3D, 700 em z, 512 em x e y, 1 atributo, 2 bytes por elemento
- ⇒ 367 MB





SF 08/06/2010 - 14

Comparativo: tamanho de imagens

	256	512	1024	2048	4096
MN	□				
RM	□	□			
CT	□	□	□		
DSA			□	□	
CR				□	□
Mamo					□



SF 08/06/2010 - 15

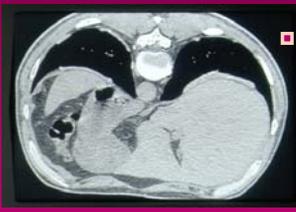
Médicas: Tamanhos Típicos

- Gated Blood Pool: 128 x 128 x 32 x 2.....512 KB
- CT Scan & MRI: 512 x 512 x 2.....512 KB
- RX estático: 2048 x 2048 x 28 MB
- Estudo 3D CT: 512 x 512 x 1000 x 2..... 524 MB
- Hemodinâmica: 1024² x 1 x 30/s x 100s..... 3 GB

SF 08/06/2010 - 16

Exercício

- Qual a ordem de grandeza, em mm, de um pixel em CT da cabeça?
 - ⇒ suponha imagem com 500 x 500 pixels
 - ⇒ campo de visão (objeto) com 250 mm x 250 mm



SF 08/06/2010 - 17

$250 \text{ mm} / 500 \text{ pixels} = 0,5 \text{ mm/pixel}$
 $\Rightarrow 0,5 \text{ mm} \times 0,5 \text{ mm}$

SF 08/06/2010 - 18

Exercício 2

- Se imprimíssemos uma imagem 500 x 500 pixels em filme ou papel com resolução de 600 dpi - dots per inch (~25 pixel por mm) sem interpolação (i.e, associando um dot para cada pixel), qual seria o tamanho, em mm, da imagem?



SF 08/06/2010 - 19

500/25 mm x 500/25 mm = 2 cm x 2 cm



=> Importância da interpolação

SF 08/06/2010 - 20

- Para um filme de raio X de 400 mm x 400 mm, qual a quantidade equivalente de pixels, supondo 600 dpi (~ 25 pontos/mm) e sem interpolação?

SF 08/06/2010 - 21

soluções

- 400 mm x 25 pontos/mm = 10000
 - 10000 x 10000 = 100 Mpixels !

SF 08/06/2010 - 22

Conceitos básicos da qualidade

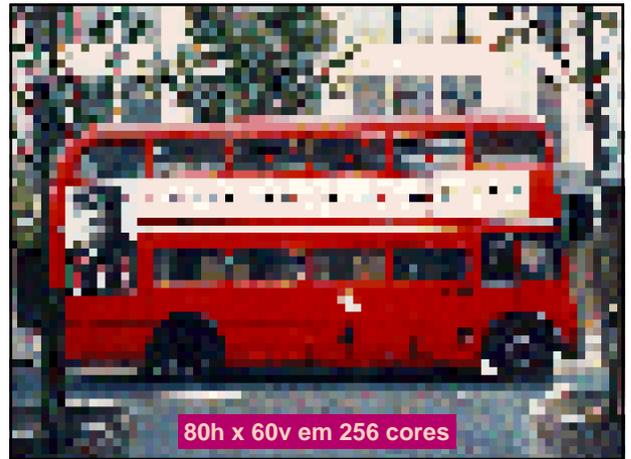
- Resolução Espacial
 - Define riqueza de detalhes da imagem
- Resolução de Profundidade
 - Define riqueza de meios-tons
 - Define cores
- Tamanho da Imagem
- Calibração
 - Tamanho do píxel, intensidade, tabela de cores
- Relação sinal/ruído

SF 08/06/2010 - 23





160h x 120v em 256 cores



80h x 60v em 256 cores



40h x 30v em 256 cores



640h x 480v em 256 tons de cinza



640h x 480v em 8 tons de cinza



640h x 480v - imagem binária

Imagens: características

- Contraste
- Resolução espacial
- Resolução intens.: 1/256 =>
- Faixa dinâmica [0, 255] =>
- Desafio: compactação de info. p/ apresentar os parâm. diagnósticos fundam.

$$c = \frac{a - b}{a + b}$$

SF 08/06/2010 - 32

Histograma

95	80	80	80
95	90	90	105
150	20	100	130
220	150	160	150

Exemplos com excel:

SF 08/06/2010 - 33

distr. const, 32x32

SF 08/06/2010 - 34

Exemplos práticos

- contraste / brilho (window / level)

Exemplos com ImageJ:

SF 08/06/2010 - 35

Imagens: sinal/ruído melhor

Imagem com ruído (gauss, dp=10)

Filtrado, mean, r=1

SF 08/06/2010 - 36

Filtro adequado !

original

Ruído salt pepper

Filtro Média, r=1

Filtro Mediana, R=1

SF 08/06/2010 - 37

Imagens: efeito de filtro (suavização)

Original
238 x 253, 8 bits
58kB

Filtrado, média, r=2

Filtrado, média, 2 x (r=2)

SF 08/06/2010 - 38

Resumo: qualidade

- Resolução Espacial
 - Define riqueza de detalhes da imagem
- Resolução de Profundidade
 - Define riqueza de meios-tons
 - Define cores
- Tamanho da Imagem
- Calibração
 - Tamanho do pixel, intensidade, tabela de cores
- Relação sinal/ruído

SF 08/06/2010 - 39

Aplicação: Visualização 2D e context

- Reslice
- Estruturas dinâmicas
- Compressão, PACS
- Telemedicina

SF 08/06/2010 - 40

Seleção de série para visualização

SF 08/06/2010 - 41

Aplicação: Visualização de superfícies

- Segmentação (contornos)
 - primitivas
- Rendering
 - mapeamento p/ 2D

Exemplos no ImageJ: MIP, stack,

SF 08/06/2010 - 42

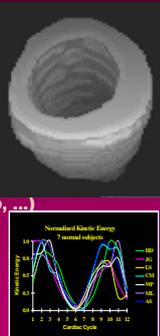
Aplicação : fusão

- Conjugação de imagens para melhorar a sensibilidade e especificidade diagnóstica (fusão)
- Alinhamento de imagens 3D
 - Estudo multi-modal (CT, MRI, SPECT, ..) quantitativa
 - Aumento da sensibilidade e da especificidade diagnóstica

SF 08/06/2010 - 43

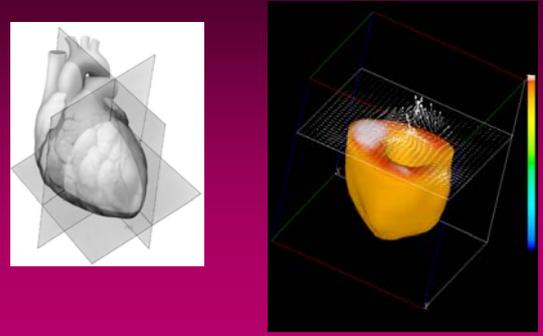
Aplicação : Quantificação

- Área
- Volume
- Distância 3D
- Curva de evolução temporal
- Índices
 - variação (fração de ejeção, ...)
 - derivadas (taxas de enchimento, ...)



SF 08/06/2010 - 44

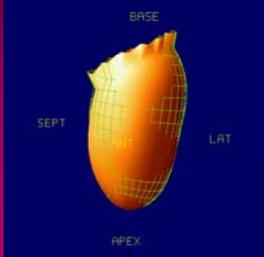
Aplicação : estruturas 3D



SF 08/06/2010 - 45

Aplicação : análise

- Visualização 3D, 3D dinâmica
- Visualização em direções oblíquas
- Aspectos funcionais
 - movimento, contração
 - fisiologia, metabolismo
- Classificação



SF 08/06/2010 - 46

Imagens 3D

- Estruturas médicas inerentemente 3D
 - Anatomia, metabolismo, funcional
- Aquisição volumétrica:
 - CT (raio X)
 - Spiral CT (~1 min/ tórax)
 - fastCT
 - SPECT (Single Photon Emission CT)
 - PET (Positron Emission Tomogr.)
 - MRI (Magnetic Reson. Image)
 - IVUS (IntraVascular UltraSound)
 - Microscópio Confocal
 - Digitalizador 3D (laser)

SF 08/06/2010 - 47

- Ler DICOM (CT.dcm, notar Header)
- RGB, (x,y,valores)
- Estatística básica
- Histograma
- Perfil
- Filtros
- Stacks (T1-head.tiff) e 3D
- Plugins 3D, ...

PRÁTICA COM IMAGEJ

SF 08/06/2010 - 48

PACS: O Sonho



Recursos Comuns para Imagens

SF 08/06/2010 - 49

Formato de arquivos

- Proprietários
- Interfile
- ACR-NEMA 1 (1985)
 - American College of Radiography - National Electrical Manufacturer's Association
- ACR-NEMA 2 (1988)
- DICOM3 (1992, 1994)
 - Digital Imaging Communication in Medicine
 - formato p/ imagens
 - modelo de informação hierárquica multimodal
 - protocolo de comunicação e serviços
 - GE, Philips, Siemens, Adac, ...(RSNA'95)

SF 08/06/2010 - 51

Tecnologia disponível

- Hardware
 - servidores
 - workstations
 - microcomputadores pessoais
 - terminais
- Sistemas operacionais
 - Unix, Linux, ...
 - MS Windows (NT, XP, ...)
 - MacOS
 - ...

SF 08/06/2010 - 52

Tecnologia de software

	Prog. Visual	Custo/ licença	O.S	Fornec.
3dviewnix	N	-	Unix	UPenn
Khoros	S	250	Unix	Khoral Res.Inc
Data Explorer	S	8000	Unix	IBM
AVS	S	10.000	Unix, Windows	AVS Inc
Mathlab	N	7000	Unix, Windows	MathWorks Inc
IDL	S			

- Photoshop
- Paint Shop
- Corel Draw
- ImageJ (free, java, científico,)

SF 08/06/2010 - 53

Integração do Sistema de Informações Hospitalares(HIS) com o Sistema de Transmissão, Distribuição e Arquivamento de Imagens Médicas(PACS)

Serviço de Informática - SINFO
Instituto do Câncer de São Paulo

Panorama: O Hospital InCor

Equipamentos de Imagem	
Tomografia Computadorizada Multislice	2
Ressonância Magnética	2
Hemodinâmica	5
Ultrassom/Eco	16
PET	1
Angiografia	2
Medicina Nuclear	7

Fluxo de Trabalho (WorkFlow)

SF 08/06/2010 - 56

PACS InCor

- Contempla todas as Modalidades
- Worklist
- Armazenamento Seguro
- Gerência de ocupação dos discos (Online, NearLine, OffiLine)
- Gravação de DVD para backup
- Administração Simples pela WEB
- Integração com HIS
- Controle de acesso às informações
- Gravação de CD's p/ distribuição

SF 08/06/2010 - 57

Fluxo para o Laudo (WorkFlow)

Elaborar Laudos

BD Pacientes com Informações Cadastrais & PACS

Servidor de Imagens

SF 08/06/2010 - 58

Edição De Laudos

Admissão

Inst. Ano. Nº Adm.	Identificador	Paciente	Ingresso
03 000065704	07	FABIO ANTERO PIRES	21.07.2003

Base da Cadeira

Idade	Código	Nome	Situação
21.07/2003 13.04	ECO-EP&PA	ECCOCARDIOGRAMA DIMENSIONAL COM DOPPLER - ADQUIRIDAS	Em Elaboração

Situação do Laudo

- Em Laudo
- Em Elaboração
- Cadenciado
- Liberação

SF 08/06/2010 - 59

Edição De Laudos

Paciente: FABIO ANTERO PIRES

Nome do Exame: ECCOCARDIOGRAMA DIMENSIONAL COM DOPPLER - ADQUIRIDAS

Data do Exame: 16/07/2003

Situação do Laudo: Em Elaboração

Responsável pela Última atualização: [nome]

Data de Início da Digitação: 16/07/2003

ECO DIMENSIONAL C DOPPLER - ADQUIRIDAS

Nº ECO: 10

ECO Anterior?

Parâmetros:

Faixa	Altura	Superfície Corporal
50.000	1.80	2.079

Frequência Cardíaca: 72 bpm

Área Valvar: 1.00 cm²

Ritmo: 2 Simul com ectopístoles

Verificação Esquerda

Setor: Movimento

10 Aumento severo

Espessura: 1.0 cm

Comentário Espessura: Diminuído

Parado: Movimento

3 Diminuído

Número do ECO: Registro: 1/1

SF 08/06/2010 - 60

Fluxo para o Laudo (WorkFlow)

Elaborar Laudos

Ver Imagens

BD Pacientes com Informações Cadastrais & PACS

Servidor de Imagens

SF 08/06/2010 - 61

View - InCor DCECOM Viewer

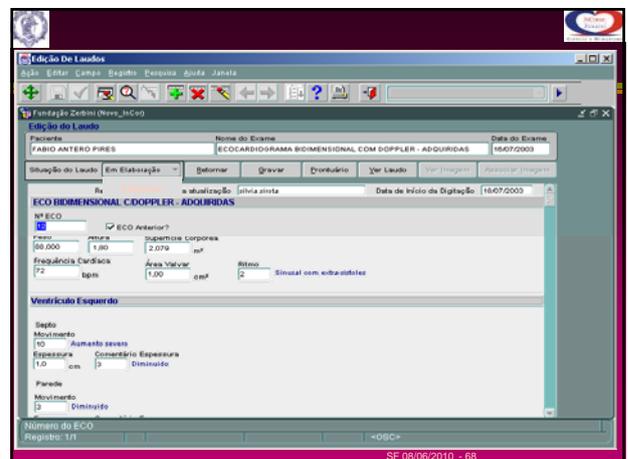
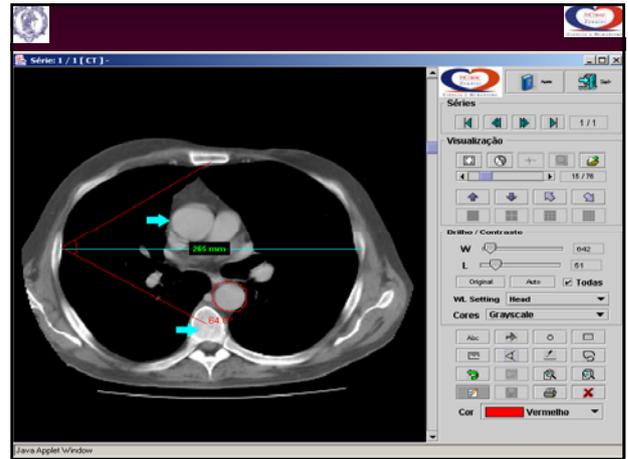
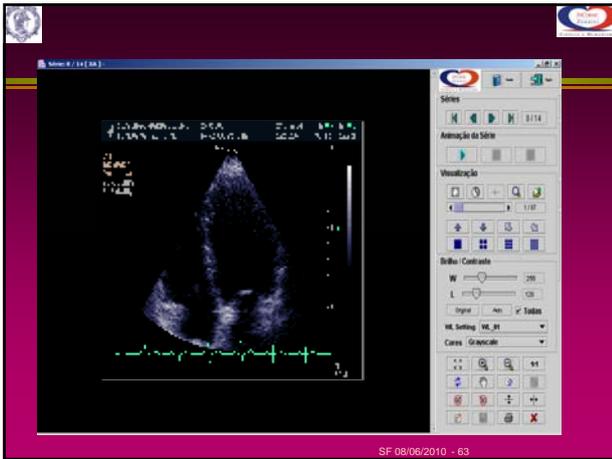
Arquivo Ajuda

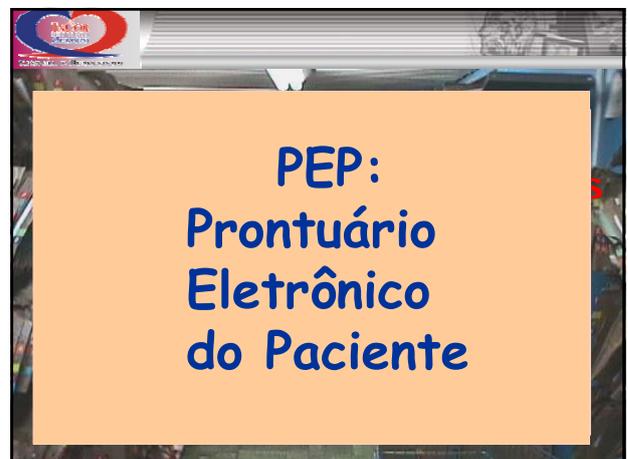
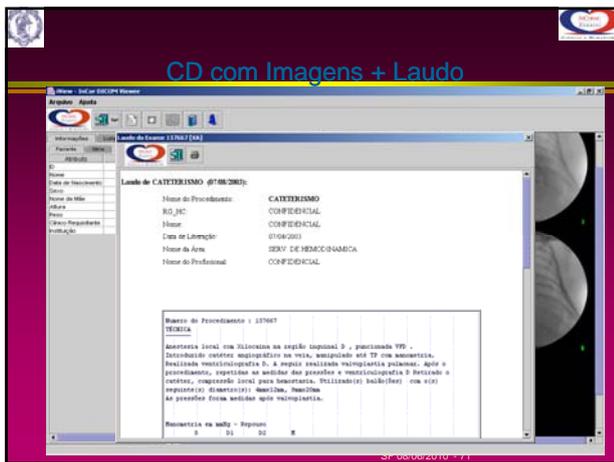
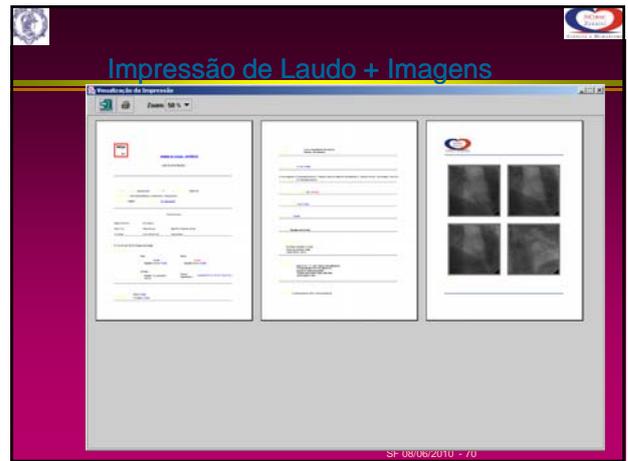
Informações

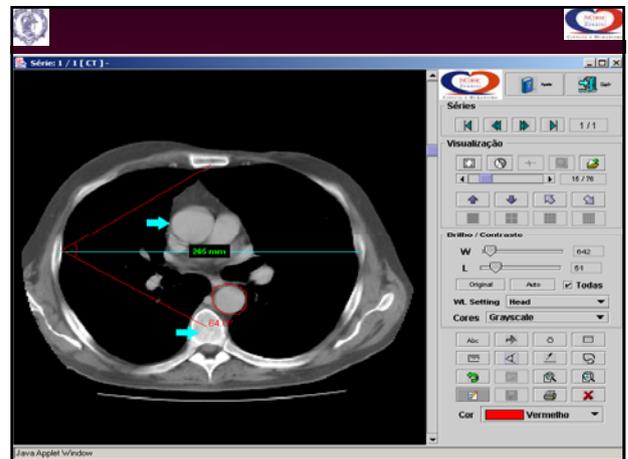
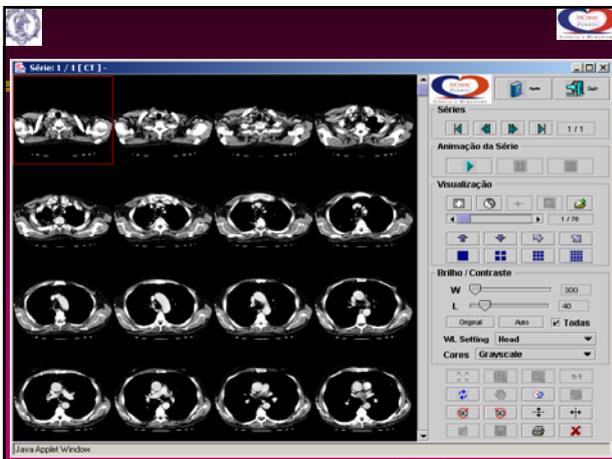
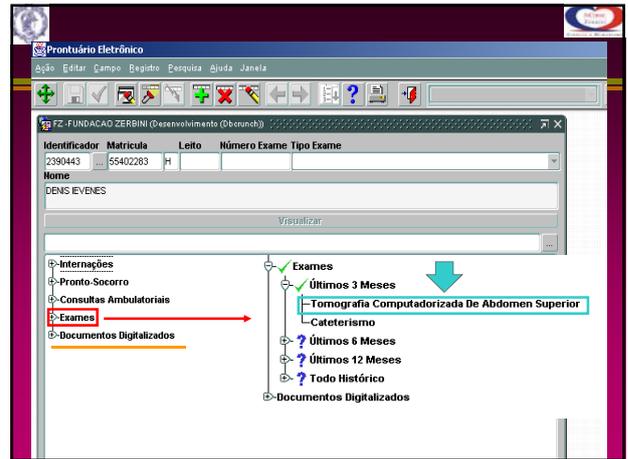
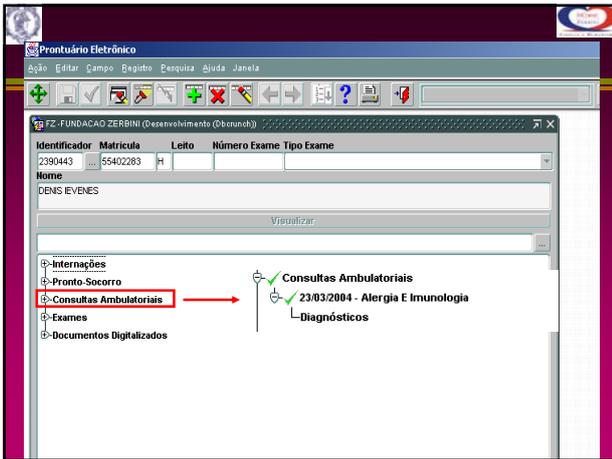
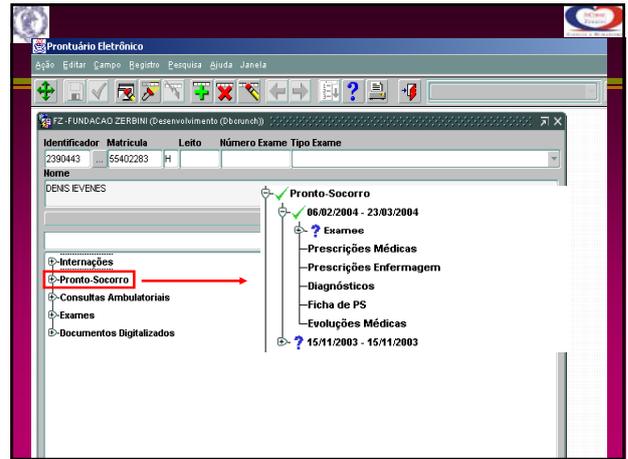
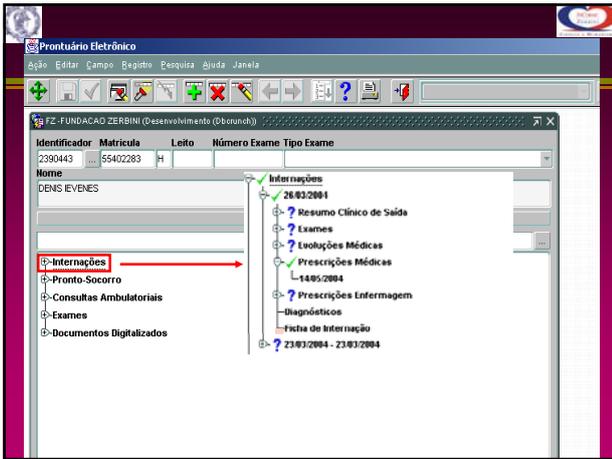
Paciente	Série	Valor
ID		
Nome		
Data de Nascimento		
Sexo		
Nome da Mãe		
Altura		
Peso		
Clinico Requestante		
Instituição		

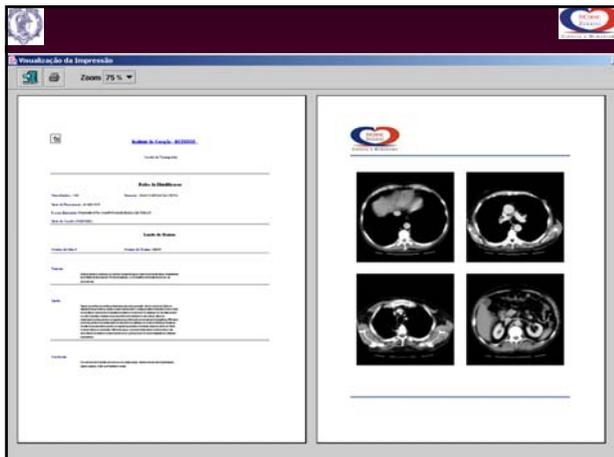
Pronto.

SF 08/06/2010 - 62









Resultados

- Quase eliminação de erros de digitação
- Aumento de produtividade:
 - Menor Tempo de Espera
 - Menor Tempo para Elaborar Laudos
 - Menor consumo de Papel
 - Menor consumo de Filmes
 - Distribuição de CD's (Laudo e Imagens)
 - Agilidade na Consulta e Recuperação

SF 08/06/2010 - 82

Próximos Passos

- Assinatura Eletrônica
- Regulamentação do Prontuário Eletrônico (CFM , SBIS)
- Eliminação do Armazenamento físico (papel)

SF 08/06/2010 - 83

Conceitos Importantes sobre PACS

- Sistema de Aquisição
 - digital, analógico eletrônico, analógico filme
- Interface para Rede
 - full, troca de arquivos, só em disco
- Formato de Dados e Imagens
 - aberto, fechado, DICOM, HL7

SF 08/06/2010 - 84