

**TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA
DIAGNÓSTICO MÉDICO: CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS**

por

¹
C.L.C. OLIVEIRA

RESUMO - - A crescente aplicação de técnicas não-invasivas no diagnóstico de patologias internas, tem resultado no desenvolvimento e difusão dos produtos que incorporam tecnologia de processamento de imagens. Este crescimento solicita o conhecimento e caracterização das atividades afins a estes produtos, visando racionalizar os investimentos, bem como estabelecer estratégias e prioridades para capacitação nestas atividades.

INTRODUÇÃO

A importância da Tecnologia de Processamento de Imagens (TPI) pode ser destacada tanto do ponto de vista industrial quanto clínico. Industrialmente, os produtos que incorporam TPI caracterizam-se tanto por serem intensivos em altas tecnologias, entre elas a microeletrônica, arquitetura de computadores e engenharia de software, quanto por representar expressivo mercado mundial. Nos últimos 10 anos, paralelamente à melhoria do desempenho dos produtos tradicionais que utilizam para sensoriamento radiações ionizantes, como os Aparelhos de Raios X, Tomógrafos Computadorizados e Gama-câmaras, desenvolveram-se produtos para diagnóstico que aplicam métodos de sensoriamento menos agressivos à saúde, destacando-se o Tomógrafo por Ressonância Magnética e o Ultrassonógrafo. Adicionalmente, sugeriram outros produtos que incorporam TPI, aplicados em outros campos da medicina, tais como, microscopia, termografia, endoscopia, etc. A evolução das tecnologias da informação, possibilitou a integração destes produtos em redes locais, denominadas PACS (Picture Archiving and Communication System), para arquivo das imagens e processamento em estações de trabalho. Do ponto de vista clínico, estes novos produtos possibilitaram o diagnóstico mais rápido e preciso de certas patologias, reduzindo o tempo de internação dos pacientes. Por outro lado, estes produtos são de alto custo de compra, instalação e manutenção, necessitando cuidadoso planejamento e avaliação para atingir a melhor razão custo-benefício.

1. Chefe do Depto. de Instrumentação Digital da Secretaria Especial de Informática (SEI).

DEFINIÇÃO DOS PRODUTOS COM TPI

Especificamente, quando aplicados para diagnóstico médico, os produtos que incorporam TPI, podem ser definidos como "equipamentos que utilizam tecnologia de imagens, para auxílio no diagnóstico de patologias internas, através de técnicas não-invasivas", entendendo-se como tecnologia de imagens, segundo norma ISO/IEC, "quaisquer operações, aplicadas sobre imagens, destinadas a capturar, sintetizar, gravar, reproduzir, processar, distribuir, transmitir e apresentar estas imagens por meios fotográficos, eletrônicos, computacionais ou híbridos".

Tabela 1.
Estrutura geral dos produtos que integram TPI.
(Fonte: ISO/IEC - Joint Steering Committee on
Image Technology (1))

ITEM	FENÔMENO / TÉCNICA		
Imagem	Real-visual: Imagem real visível. • Cenas naturais • Artes Gráficas • Cenas artísticas	Real-invisível: Fenômeno real não-visual • Infra-vermelho • Ultrassom • Raio X • Nuclear	Artificial: Descrição de imagem a ser criada. • Computação gráfica • Feixe de elétrons • Radar • Sonar
Transdutor	• Câmera comum • Flying spot scanner • CCD scanner • Laser scanner	• Câmera dedicada • Filme específico • Matriz eletrônica	• Câmera gráfica (mouse) • Software gráfico • Sensor sonar • Sensor radar
Registro da Imagem	• Químico • Termográfico • Eletromagnético	• Eletro-óptico • Memória eletrônica • Impressão a tinta	
Módulo de Conversão	• Eletrônica para filme • Filme para eletrônica	• Filme a impressão a tinta • Eletrônica a impressão a tinta	
Processamento da Imagem	• Melhoria visual • Redução de ruído • Cor • Matiz	• Brilho • Saturação • Dimensão • Conversão de Código	• Tonalidade • Base de tempo • Efeitos especiais • Formato
Reprodução da Imagem	• Químico • Termográfico • Eletromagnético	• Eletro-óptico • Memória eletrônica • Impressão a tinta	
Distribuição ou Transmissão	• Telecomunicação • Transmissão terrestre • Transmissão por satélite		
Apresentação	• Monitor de vídeo • Cristal líquido • Projecção	• Impressão	

Inexiste, internacionalmente, normas de terminologia para estes produtos. Quanto a normas de classificação, um comitê conjunto ISO/IEC, o JSCIT (Joint Steering Committee on Image Technology), elaborou uma tabela de classificação (1) para os itens que compõem sua estrutura (Tabela 1). Adicionalmente, segundo norma ACR-NEMA (3), estes produtos podem ser classificados como transmissor de imagens, receptor de imagens ou ambos, conforme exemplificado, considerando um PACS genérico, na Figura 1.

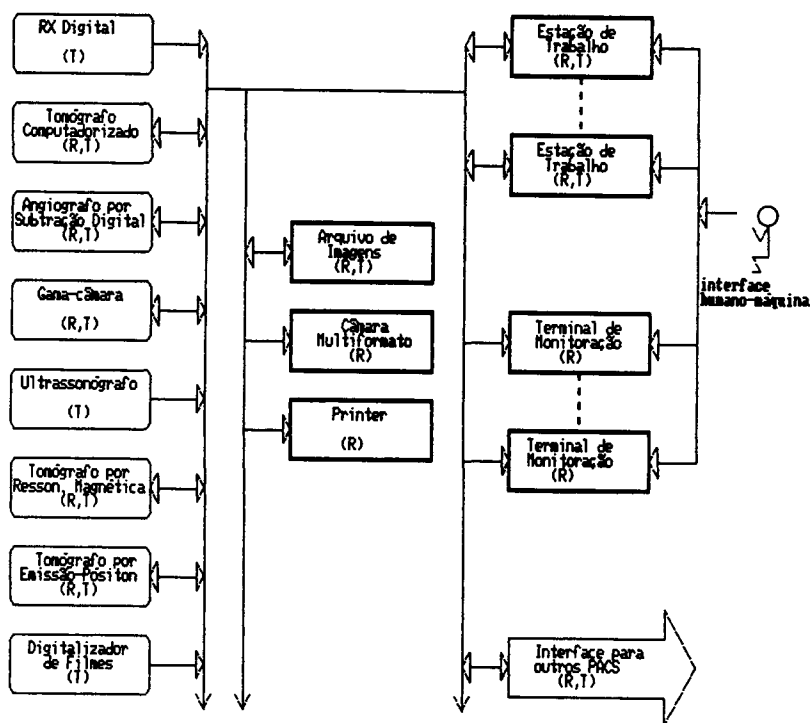


Figura 1. PACS genérico aplicado em diagnóstico médico. (R - receptor, T - transmissor).
(Fonte: ECE - United Nations (1))

SITUACAO ATUAL DOS PRODUTOS COM TPI

Tecnologias

Os produtos que incorporam TPI integram alta tecnologia interdisciplinar, exigindo de seus fabricantes elevados investimentos no estado-da-arte das diversas tecnologias que os compõem. Destas tecnologias que influenciam sua evolução, podemos enumerar tanto ciências aplicadas, tais como ciência dos materiais, física nuclear, ergonomia, química (radiofarmacêutica), etc., quanto tecnologias da informação (informática), entre elas a microeletrônica, arquitetura de computadores, redes locais e protocolos de comunicação, engenharia de software, etc., estas responsáveis pela rápida evolução destes produtos.

Devido à diversidade de tecnologias, as empresas tem buscado capacitar-se em nichos de mercado de aplicação diagnóstica bem definida, visando racionalizar seus investimentos e procurando diferenciar favoravelmente seu produto de seus concorrentes, relativamente a características clínicas, econômicas e técnicas.

A normalização das TPI será sensivelmente influenciada pela disseminação do uso dos PACS. Um primeiro passo neste sentido foi a elaboração da norma ACR-NEMA "Digital Imaging and Communications Standard" (3), baseada no modelo OSI/ISO, elaborada pelo American College of Radiology (ACR) e a National Electrical Manufacturers Association (NEMA). Entretanto muito deve ser realizado, destacadamente no que se refere a terminologia e interfaces humano-máquina.

Demanda

O mercado mundial de produtos com TPI corresponde a aproximadamente a 1/4 (um quarto) do mercado mundial de equipamentos médicos, estimado em US\$ 36,1 bilhões (2), com uma taxa de crescimento médio anual de 15% (4), superior à taxa de 7% do mercado mundial de equipamentos médicos (Tabela 2).

Tabela 2.

Dimensão do mercado mundial de produtos com TPI.

(Fonte: U.S. Congress Office of Technology Assessment (4))

PRODUTO	VALOR / PERÍODO US\$ milhões (% do valor total)		CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL (83/88)
	1983	1988*	
RX convencional (RX digital) [RX total]	1300 (32,5%) (600) (15,0%) [1900] (47,5%)	500 (6,1%) (2500) (30,5%) [3000] (36,6%)	-17% (33%) [9%]
Tomógrafo Computadorizado	1000 (25,0%)	500 (6,1%)	-13%
Ultrassonógrafo	750 (18,7%)	1900 (23,2%)	20%
Gama-câmara	250 (6,3%)	300 (3,6%)	5%
Tomógrafo por Ressonância Magnética	100 (2,5%)	2500 (30,5%)	90%
TOTAL	4000 (100%)	8200 (100%)	15%

* Valor estimado

Este mercado esta distribuido entre 10 grandes empresas que comercializam mais de 80% do valor total (7), a maioria delas multinacionais, com seus centros de P&D distribuidos em diversos países desenvolvidos. Quase todas estas empresas industrializam todos os produtos com TPI, apenas as pequenas empresas que ocupam os 20% do mercado restante são especializadas principalmente em equipamentos de RX e ultrassonografia, que correspondem a 85% do total por elas comercializado (Tabela 3).

Tabela 3.

Participação das empresas no mercado mundial dos produtos com TPI em 1984.

(Fonte: Biomedical Business International (7)).

EMPRESA	VALOR / PRODUTO (1) (US\$ milhões)					MERCADO MUNDIAL (% de total)
	RX	TC	GC	US	TR	
General Electric/USA	380	210	35	20	25	670 (16,3%)
Siemens/RFA	340	210	50	25	20	645 (15,7%)
Philips/Holanda	300	50	-	65	20	435 (10,6%)
Picker/Inglaterra	160	80	25	20	45	330 (8,0%)
Toshiba/Japão	180	60	10	55	12	317 (7,7%)
Technicare(J&J)/USA	35	110	30	45	70	290 (7,0%)
CGR/França	200	40	-	10	6	256 (6,2%)
Hitachi/Japão	80	40	-	20	8	148 (3,6%)
Elscint/Israel	10	80	25	10	20	145 (3,5%)
Diasonics/USA	15	-	-	75	30	120 (2,9%)
Outros	450	30	65	200	15	760 (18,5%)
TOTAL	2150	910	240	545	271	4116 (100%)

(1) Simbologia: . RX - convencional e digital, . US - ultrassonógrafo
 . TC - tomógrafo computadorizado . TR - tomógrafo por ressonância
 . GC - gama-câmara magnética
 . TE - tomógrafo emissão-positron

Uma estimativa da difusão destes produtos, efetuada a partir de um estudo do parque instalado, em uso, realizado pela ECE-United Nations (1), em 10 países desenvolvidos e em desenvolvimento, constatou que os aparelhos de RX e de ultrassonografia correspondem a mais de 50% do valor deste parque, com mais de 95% das unidades instaladas.

Exceto alguns trabalhos dispersos de dimensionamento de mercado, inexistem no Brasil estudos relativos a produtos com TPI. O "Seminário de Computação Gráfica e Processamento de Imagens" (5), realizado em 1987, constatou que no Brasil existem empresas que industrializam apenas ultrassonógrafos de pequeno porte ou aparelhos de RX convencional, bem como destacou a inexistência de ações para produção no País do Sistema Básico de Radiologia (BRS-Basic Radiology System), recomendado pela Organização Mundial da Saúde (6). Entretanto, este seminário constatou que existe no país capacitação técnica e oportunidade de mercado para produção de aparelhos de RX digital e de ultrassonografia linear e setorial.

TENDÊNCIA DOS PRODUTOS COM TPI

Tecnologias

A evolução dos produtos com TPI, dependerá do desempenho em P&D das técnicas que integram estes produtos, destacando-se as seguintes áreas:

1. RX digital - transdução e geometria das imagens;
2. Tomografia Computadorizada - velocidade de comunicação;
3. Angiografia por Subtração Digital - resolução da imagem;
4. Tomografia por Emissão-pósitron - emissores pósitron, compactação do "cyclotron" e aplicações clínicas;
5. Tomografia por Ressonância Magnética - sistema de sensoriamento, isolamento magnético, correlação entre tecido e sensoriamento e aplicações clínicas;
6. Ultrassonografia - transmissão do ultrassom, caracterização dos tecidos e combinação doppler/modo-B em tempo real;
7. Estações de Trabalho para Diagnóstico - interface humano-máquina e velocidade de comunicação;
8. Armazenamento - tecnologia de disco laser.

Adicionalmente, as demais tecnologias da informação, que integram intensivamente os produtos com TPI, irão estabelecer o ritmo de evolução destes produtos.

Demanda

A projeção do consumo de produtos com TPI (4) prevê, como áreas de maior crescimento, a ultrassonografia, tomografia por ressonância magnética e RX digital, e uma estabilização na demanda de gama-câmaras. Adicionalmente, espera-se um decréscimo no consumo de RX convencional, a ser substituído pelo RX digital, bem como da tomografia computadorizada, a ser substituída pela tomografia por ressonância magnética (Figura 2).

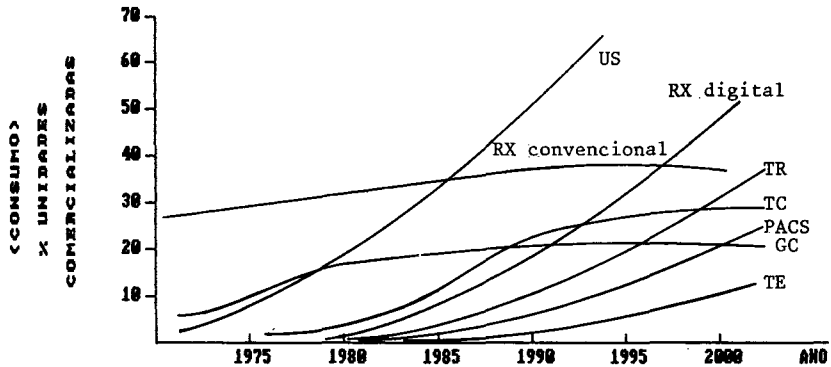


Figura 2 - Difusão dos produtos com TPI.
(Fonte: U.S. Congress Office of Technology Assessment (4))

CONCLUSÃO

A crescente aplicação de produtos que incorporam TPI, tem suscitado internacionalmente a elaboração de trabalhos e estudos

referentes à situação atual e tendências das tecnologias, produção e uso, visando colher dados e indicadores que subsidiem as decisões quanto a definição de critérios, estratégias e prioridades para capacitação neste segmento. Entretanto a inexistência de normas internacionais de terminologia, bem como a falta de consenso quanto a classificação destes produtos, tem dificultado a integração dos diversos dados e indicadores existentes. Adicionalmente, existem consideráveis dificuldades em elaborar estudos ou trabalhos com dados estatísticos atualizados em uma área de desenvolvimento dinâmico. Porém, alguns destes dados e indicadores, selecionados neste trabalho, destacam a relevância deste segmento, solicitando ações no País, destinadas a:

1. produzir Normas Brasileiras (NBR) de terminologia e classificação destes produtos, visando adotar procedimentos uniformes;
2. dimensionar a razão custo/benefício, principalmente na avaliação de novas técnicas, e regulamentar o uso;
3. formar recursos humanos especializados e treinados para manusear as complexas tecnologias;
4. priorizar os projetos de pesquisa e desenvolvimento destinados a capacitação nacional nas tecnologias que integram estes bens;
5. estimular o desenvolvimento e produção nacional de aparelhos de ultrassonografia e Raios X digital, considerando a tendência crescente de uso, a existência de capacitação nacional e oportunidade de mercado.

A execução destes procedimentos irá racionalizar o mercado destes produtos no País, com ganhos de capacitação tecnológica neste segmento.

REFERENCIAS

1. ECE - Economic Commission for Europe. Digital Imaging in Health Care. United Nations. New York, 1987.
2. MEDICAL and Dental Instruments and Supplies. In: ESTADOS UNIDOS. Department of Commerce. U.S. Industrial Outlook, 1988. Washington D.C., 1988. p. 1-10.
3. NEMA - National Electrical Manufacturers Association. Digital Imaging and Communications Standard. Washington D.C., July 1, 1985.
4. NUCLEAR Magnetic Resonance Imaging Technology: A Clinical, Industrial and Policy Analysis. In: Health Technology Case Study 27, OTA-HCS-27. United States Congress Office of Technology Assessment. Washington D.C., sept., 1984 p.3-60.
5. SECRETARIA ESPECIAL DE INFORMÁTICA. Relatório do Seminário de Computação Gráfica e Processamento de Imagens. Brasil, 1988. 50 p.
6. WHO - World Health Organization. Technical Specifications for the X-ray Apparatus to be used in a Basic Radiological System. Geneva, 1985.
7. WORLD Market for Diagnostic Imaging Equipment. Biomedical Business International. vol. VIII, 1985. p. 153.

IMAGE PROCESSING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS:
KNOWLEDGE OF EQUIPMENTS AND SYSTEMS.

The expanding application of non-invasive techniques in the internal pathological diagnosis has resulted in the increasing diffusion of digital imaging equipments and systems. This growth has required knowledgze of activities relative to use, production and technologies of these products, searching for rationalization of investments, as well as the establishment of strategies and priorities to obtain capability in these activities.