

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU
MESTRADO EM NEUROLOGIA

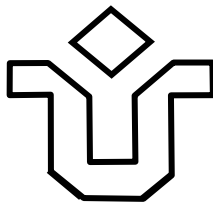
**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO USO DA IMAGEM
DIGITAL EM ANATOMIA PATOLÓGICA, ATRAVÉS DE
UM MODELO DIAGNÓSTICO EM NEUROLOGIA.
PROPOSTA DE PROTOCOLO DE ROTINA.**

MAURICIO RIBEIRO BORGES

Prof. Dr. Carlos Alberto Basilio de Oliveira
ORIENTADOR

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU
MESTRADO EM NEUROLOGIA

Dissertação apresentada ao término do Curso de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Neurologia, Área de Concentração Neurociências, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

2007

BORGES, Mauricio R.

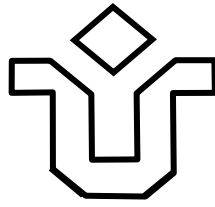
Contribuição ao estudo do uso da imagem digital em Anatomia Patológica, através de um modelo diagnóstico em Neuropatologia. Proposta de Protocolo de Rotina. / Mauricio Ribeiro Borges - Rio de Janeiro, 2007.

xiv, 82 p. : il.

Orientador: Carlos Alberto Basilio de Oliveira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Mestrado em Neurologia / Neurociências, 2007.

1. imagem digital 2. telepatologia 3. videomicroscopia 4. telemedicina
5. informática médica. I. Basilio, Carlos Alberto Basilio. II. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU
MESTRADO EM NEUROLOGIA

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO USO DA IMAGEM
DIGITAL EM ANATOMIA PATOLÓGICA, ATRAVÉS DE UM
MODELO DIAGNÓSTICO EM NEUROLOGIA.
PROPOSTA DE PROTOCOLO DE ROTINA.**

Por

MAURICIO RIBEIRO BORGES

Dissertação de Mestrado

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Basilio de Oliveira (Presidente)

Prof.Dr. Rossano Kepler Alvim Fiorelli

Profa.Dra. Geysa Bigi Maia Monteiro

HOMENAGEM

Esta dissertação foi apresentada quando:



A UNIRIO – *Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro*
completou 28 anos de criação;



A Escola de Medicina e Cirurgia
alcançou 95 anos de existência;



e o Hospital Universitário Gaffrée e Guinle
comemorou o seu 77º aniversário de construção.

DEDICATÓRIA

À minha querida mãe, Clotilde, pelo amor, carinho, perseverança e dedicação a mim;

À minha madrinha, segunda mãe, Elza, pelo amor, carinho, apoio incondicional e compreensão;

À memória de meu padrinho, Jair, e meu pai, Aloysio, que nos deixaram em 1996 e 2004, respectivamente.

EPÍGRAFE

*“Quando digo conhecer o segredo do sucesso, todos se admiram.
O fato é de observação vulgar. Todo aquele que tem perseverança
auxiliada pela honestidade, vence sempre...”*

Licínio Athanasio Cardoso

Principal fundador da Escola de Medicina e Cirurgia da
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Carlos Alberto Basilio de Oliveira, titular da Disciplina de Anatomia Patológica da Escola de Medicina e Cirurgia (EMC) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), pelo seu contagiante e realizador dinamismo. Exemplo para todos os assistentes, colaboradores e alunos. Pelo aprendizado de sempre em cada conversa, atitude ou conduta, agradeço, penhoradamente, o incentivo, apoio e apreço por mim.

A Profa. Dra. Regina Maria Papais Alvarenga, exemplo de amor e dedicação à carreira docente e à profissão médica, baluarte da concretização da sonhada Pós-Graduação Strito-Sensu na Escola de Medicina e Cirurgia da UNIRIO;

Ao Corpo Docente do Curso de Mestrado em Neurologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, pela oportunidade, confiança e ensinamentos;

Ao Professor Heliomar de Azevedo Valle, Adjunto de Anatomia Patológica da EMC da UNIRIO. Minha enfática gratidão por sua dedicada atenção, constante e prestimosa colaboração aos meus anseios de conhecimentos em Anatomia Patológica e também da sabedoria da mente.

À Professora Márcia da Silveira Charneca Vaz, Diretora da Escola de Medicina e Cirurgia da UNIRIO, pelo carinho, fraterna amizade e aconselhamento constante em minha vida profissional.

À Professora Maria Nazaré de Serra Freire, responsável pela Disciplina de Citopatologia da EMC da UNIRIO, pelo carinho e estímulo na conquista de conhecimentos.

Não poderia deixar de citar os Professores Carlos Alberto Morais de Sá, Titular da Disciplina de Clínica Médica B da Escola de Medicina e Cirurgia da UNIRIO e Fernando Samuel Sion, Adjunto do mesmo serviço, que abriram as primeiras portas desta Escola para mim e origem de tantos ensinamentos e vitórias.

Aos amigos e colegas residentes e pós-graduandos do Serviço de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle, com os quais sob enriquecedora convivência, passei a valorizar o cotidiano, pela amizade, apoio e sincera gratidão por terem me escolhido representante de vocês.

Aos valorosos funcionários do Serviço de Anatomia Patológica do HUGG, Roni, Luiz, Célia e Paulo, pela amizade e prestimosa colaboração no meu cotidiano profissional.

Aos “sempre alerta” e obstinados técnicos do Laboratório do Serviço de Anatomia Patológica do HUGG, Geraldo, Jorge, Edmilson, Beth e Antônio, pela prestimosa colaboração no cuidado e preparo de nossas lâminas, referências de alto padrão diagnóstico.

A todos os amigos e colegas do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle, desde o mais humilde funcionário até seu diretor, pela cooperação amigável de todo dia, eficiente e próspero trabalho, constituindo uma verdadeira família.

A todos os pacientes, fonte de tantos aprendizados para mim e meus colegas.

ÍNDICE DE FIGURAS

• Figura III.1. Ronald S. Weinstein.	06
• Figura III.2. AFIP – Instituto de Patologia das Forças Armadas, Washington, EUA.	07
• Figura III.3. Manual de Telepatología, primeiro livro.	08
• Figura III.4. Tele-ECG compacto computadorizado.	21
• Figura III.5. Cardiotелефone ou telecárdio.	21
• Figura III.6. Transmissão de dados por tele-eletroencefalograma.	22
• Figura III.7. Instrumental cirúrgico e Telecirurgia.	
23	
• Figura IV.1. Imagem e matriz de pontos resultante após digitalização.	25
• Figura IV.2. Histograma da imagem. Imagem digital colorida (multibanda) pós-captura.	26
• Figura IV.3. Exemplo de máquina fotográfica digital e impressora.	28
• Figura IV.4. Exemplos de <i>scanners</i> : profissional e doméstico.	29
• Figura IV.5. Exemplos de videocâmeras para microscopia e uso em telepatologia.	29
• Figura IV.6. Realce: aumento de brilho. Comparação entre imagens digitais.	31
• Figura IV.7. Realce: aumento de contraste. Comparação entre imagens digitais.	32
• Figura IV.8. Realce com grande recuperação de detalhes: filtro/efeito gaussian blur.	33
• Figura IV.9. Realce dos pontos marginais com recuperação de detalhes finos.	33
• Figura IV.10. Processos de transformação com interessante detalhamento celular.	34
• Figura IV.11. Processos de transformação com interessante detalhamento para marcação celular.	34
• Figura IV.12. Compressões com perda de qualidade.	36
• Figura IV.13. Câmera fotográfica tradicional como dispositivo de captura.	37
• Figura IV.14. Câmera fotográfica digital como dispositivo de captura.	38
• Figura IV.15. Videocâmera analógica como dispositivo de captura.	39
• Figura IV.16. Videocâmera digital como dispositivo de captura.	40
• Figura IV.17. Exemplos de estações de trabalho e aplicativo gráfico.	40
• Figura IV.18. Exemplo de scanner de superfície e “Tablet” – Mesa digitalizadora.	41

• Figura IV.19. Exemplo de microscópio poliocular com telepatologia integrada.	41
• Figura IV.20. Telepatologia estática. Rotas de informação e diagnóstico em rede.	44
• Figura IV.21. Telepatologia dinâmica. Detalhe da foto anterior - microscópio robotizado.	47
• Figura IV.22. Outros exemplos de microscópios robotizados e “joystick” de controle.	47
• Figura IV.23. Exemplo de programa aplicativo de controle remoto de um microscópio. robotizado.	48
• Figura IV.24. Exemplo de programa aplicativo de controle remoto de microscópio virtual.	49
• Figura IV.25. Exemplo de telepatologia interativa - videoconferência.	50
• Figura V.1. Estação de Trabalho utilizada para avaliação dos resultados de nosso trabalho.	53
• Figura VI.1. Imagem digital diagnóstica apresentando boa relação entre seleção de campo e resolução.	55
• Figura VI.2. Imagem digital observada com decréscimo de resolução . Linfoma primário do SNC.	55
• Figura VI.3. Correção de cor. Imagem macroscópica captada de caso de Meningite Aguda.	57
• Figura VI.4. Focalização incorreta. Comparação entre imagens digitais. Edema do tecido cerebral.	58
• Figura VI.5. Cuidados à compressão das imagens digitais. Citomegalovirose, ependimite.	60
• Figura VI.6. Contraste e brilho. Imagem macroscópica de caso de Linfoma primário do SNC.	61
• Figura VI.7. Parâmetros técnicos incorretos do microscópio. Imagem de criptococose.	62
• Figura VI.8. Exemplo de sistema de telepatologia por satélite. Exército britânico em kosovo .	68
• Figura VI.9. Exemplo de telediagnóstico e educação médica à distância. Ilhas Fiji.	69

ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

- Quadro III.1. Exemplos de importantes fontes nacionais de conteúdo e pesquisa bibliográfica. 17
- Quadro III.2. Exemplos de importantes fontes internacionais de conteúdo e pesquisa bibliográfica. 18

- Tabela IV.1. Modalidades de Telepatologia. 43
- Tabela IV.2. Aplicações da telepatologia estática. 46
- Tabela VI.1. Vantagens e desvantagens do uso da imagem digital. 69
- Tabela VI.2. Vantagens do uso da telepatologia. 70

RESUMO

INTRODUÇÃO: O progresso da tecnologia aplicada aos microcomputadores tanto na forma corporativa quanto doméstica, relacionado à crescente oferta de quantidade e qualidade de equipamentos, periféricos e programas aplicativos, além da progressiva redução dos custos de aquisição, tem proporcionado interessante desenvolvimento em particular campo da informática em medicina: o da imagem digital com valor diagnóstico.

OBJETIVO: Definir e demonstrar a importância do uso da imagem digital como ferramenta diagnóstica no cotidiano profissional do médico patologista, através de um modelo diagnóstico em neuropatologia, além de propor um protocolo de rotina para facilitar e corrigir ações baseado na experiência relatada na literatura internacional.

METODOLOGIA: Estudo retrospectivo através da revisão sistemática da literatura médica especializada onde foram consideradas as publicações em periódicos, jornais e revistas, no período 1995-2006, abordando a experiência de serviços universitários ou laboratórios na implantação da imagem digital e da telepatologia nos processos diagnósticos de rotina ou como instrumento de educação médica à distância. Foram consideradas imagens digitais de patologias neurológicas, macro e microscópicas, de valor diagnóstico, capturadas e tratadas em estação de trabalho microcomputadorizada orientada ao uso de imagem digital e telepatologia estática, a partir de lâminas, fragmentos de tecidos (biópsias), peças anatômicas (cirúrgicas ou necropsias) e procedimentos de congelamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Operar microcomputadores ou estações de trabalho orientadas ao uso de imagem digital requer do anatomopatologista, além da proficiência em anatomia patológica, conhecimentos em informática médica, tratamento digital de imagens e telemedicina; o que na prática, significa não só saber utilizar um computador, mas lidar com periféricos e programas específicos orientados à captura, digitalização e tratamento de imagens, além de disponibilizar este conteúdo na internet. A telepatologia associa conhecimentos de informática médica e tratamento digital de imagens por computador, com recursos de telecomunicação, relacionando-se às modalidades telemédicas de telediagnóstico, teleconsulta e teleducação.

CONCLUSÃO: 1. O uso da imagem digital e a Telepatologia como ferramenta diagnóstica constituem um importante elo tecnológico entre os diversos campos da Patologia e as diversas especialidades médicas, além de significar importante referencial para a patologia moderna; 2. Processos de implantação da imagem digital e telepatologia em laboratórios de anatomopatologia e hospitais devem basear-se em coordenação, cooperação, disponibilidade de informação, divulgação e aceitação por todos os departamentos clínico-cirúrgicos integrados. 3. O tratamento de imagens digitais com finalidade diagnóstica pode ser operado em estações de trabalho microcomputadorizadas de baixo custo, em países pobres ou em desenvolvimento, constituindo uma excelente opção aos elevados investimentos da telepatologia dinâmica. 4. O modelo de rotina diagnóstica em neuropatologia utilizado em nosso trabalho foi adequado para a comparação com os resultados da literatura e a técnica empregada se demonstrou aplicável a qualquer outra especialidade.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The progress of informatics, corporative or domestic, with increasing offer of amount and quality of microcomputers, hardware, software and the progressive cost reduction, have been provided interesting development in particular field of medical informatics: the digital image with diagnostic value.

OBJECTIVE: The aim of this study is to define and to demonstrate the importance of the use of the digital image as a diagnostic tool on daily professional of the pathologists through a neuropathology diagnostic model, and consider a routine protocol to facilitate or correct actions based on the international literature experience.

METHOD: Retrospective study through systematic revision of specialized medical literature, 1995-2006 period, approaching the experience of university services or laboratories in the implantation of the digital image and telepathology in the routine diagnostic process or as an instrument of medical education at a distance.

RESULTS AND DISCUSSION: Knowledges in medical informatics, hardware and software for digital imaging, and telemedicine are necessary, beyond the proficiency in pathology, to the pathologists to operate computers or wokstations using digital images with diagnostic value.

CONCLUSION: 1. The use of the digital image and telepathology as diagnostic tools constitute an important technological link between pathology and the diverse medical specialties, beyond meaning important referential for the modern pathology; 2. The implantation of the digital image and telepathology in laboratories and hospitals must be based on coordination, cooperation, availability of information, spreading and acceptance for all the integrated clinical and surgical departments; 3. Digital imaging with diagnostic purpose can be operated in microcomputerized workstations of low cost, in poor or development countries, constituting an excellent option to the raised investments of the dynamic telepathology; 4. The model of diagnostic routine in neuropatology used in our work was adjusted for the comparison with the results of literature and the employed technique demonstrated to be applicable to any another area.

SUMÁRIO

I.	INTRODUÇÃO	01
II.	OBJETIVOS	03
III.	REVISÃO DA LITERATURA	04
	1. HISTÓRICO	05
	2. INFORMÁTICA MÉDICA	08
	3. O MÉDICO E A INFORMÁTICA	10
	4. O HOSPITAL E A INFORMÁTICA MÉDICA	12
	5. APLICAÇÕES DA INFORMÁTICA EM MEDICINA	13
	6. INTERNET E MEDICINA	16
	7. TELEMEDICINA	18
IV.	IMAGEM DIGITAL E TELEPATOLOGIA	25
	1. IMAGEM DIGITAL	25
	2. CAPTURA DE IMAGENS DIGITAIS	28
	3. EDIÇÃO OU TRATAMENTO DAS IMAGENS DIGITAIS	30
	4. ARMAZENAMENTO E COMPRESSÃO DE IMAGENS DIGITAIS	36
	5. ESTAÇÕES DE TRABALHO	37
	6. OUTROS DISPOSITIVOS PARA ESTAÇÕES DE TRABALHO	40
	7. TELEPATOLOGIA	42
V.	MATERIAL E MÉTODO	51
VI.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
VII.	CONCLUSÕES	74
VIII.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

I INTRODUÇÃO

Inicialmente, os patologistas especulavam que imagens de conteúdo anatomopatológico, geradas ou dispostas no computador, apresentavam qualidade sofrível, não confiável, ao ponto de não considerá-las como objeto de estudo ou ferramenta diagnóstica.

Acostumados a grande resolução focal dos sistemas ópticos dos microscópios convencionais, a rejeição só diminuiu, proporcionalmente, a popularização do microcomputador, dos baixos custos de aquisição dos equipamentos, dos avanços em alta tecnologia de resolução das imagens digitais e os relatos das vantagens do uso da imagem digital em artigos e trabalhos publicados na literatura^[18].

A partir dos anos 90, o progresso da tecnologia aplicada aos microcomputadores tanto na forma corporativa quanto doméstica, relacionado à crescente oferta de quantidade e qualidade de equipamentos, periféricos e programas aplicativos, além da progressiva redução dos custos de aquisição, tem proporcionado interessante desenvolvimento em particular campo da informática em medicina, o da imagem digital de valor diagnóstico, que aos poucos vai auxiliando o patologista no seu dia-a-dia profissional.

Há muito tempo que as imagens capturadas em dispositivos convencionais, sejam máquinas fotográficas ou videocâmeras, ajudam o patologista nas atividades assistenciais, didáticas ou de pesquisa. Fotos e vídeos documentais e diapositivos (*slides*) auxiliam no diagnóstico e aprendizado, contudo, a proclamada “inclusão digital” vem adentrando os laboratórios de anatomopatologia, patologia cirúrgica e clínica, definindo conceitos novos para o patologista, como o tratamento de imagens digitais com propósito de diagnóstico.

A aplicabilidade da imagem digital traduz-se na experiência do patologista no manejo de programas e aplicativos gráficos associados a microcomputadores com suporte periférico apropriado, visando aperfeiçoar o diagnóstico através do tratamento digital e armazenamento das imagens por ele analisadas. As atividades didáticas e de pesquisa também são beneficiadas graças à provisão de imagens com potencial diagnóstico, para análise qualitativa e também comparativa, seja em aulas e palestras, na apresentação de artigos ou trabalhos multiprofissionais de valor científico.

O uso da imagem digital, envolvendo os processos de captura e tratamento das imagens macro ou microscópicas, forma um dos alicerces da telepatologia, conceito atual baseado em três campos que se inter-relacionam: imagem digital, telecomunicação e patologia. Contudo, tais campos são dependentes de fatores materiais – microcomputadores, periféricos, programas e suporte de rede – e fatores humanos representados pela experiência do patologista, esta sob duas vertentes: teoria e prática em patologia e noções de informática aplicada à medicina com manejo adequado do material disponível.

A telepatologia, nova especialidade que nos últimos anos cresce na Europa e U.S.A., se desenvolve a partir da associação da imagem digital com a possibilidade de transmitir diagnóstico e conhecimento, principalmente hoje, com o advento e popularização da rede mundial de computadores, a *internet*. O telepatologista é o médico que desenvolve seu trabalho, utilizando a sua formação em patologia com conhecimentos de informática aplicada à medicina e telecomunicações.

II OBJETIVOS

II.1. Objetivo geral.

Definir e demonstrar a importância do uso da imagem digital como ferramenta diagnóstica no cotidiano profissional do médico patologista, além de propor um protocolo de rotina para facilitar e corrigir ações baseado na experiência relatada na literatura internacional.

II.2. Objetivos específicos.

II.2.1. Contribuir por revisão da literatura especializada para a formação de opinião de patologistas, frente às inovações propostas pelo tema;

II.2.2. Discutir vantagens e desvantagens da implantação do uso da imagem digital em laboratórios de qualquer porte, além de identificar as facilidades e dificuldades de operação, utilizando como exemplo uma rotina diagnóstica em neuropatologia.

III REVISÃO DA LITERATURA

A anatomia patológica é uma ciência visual colorida. Gerar imagens a partir de tecidos humanos para análise com possibilidade de apresentar disposições diferentes de tamanho, contraste e brilho, no tratamento destas imagens além de armazená-las em computadores para análises comparativas em tempo real, encerra importante objetivo da patologia moderna^[5].

Ao adequar conhecimentos de informática em medicina com programas gráficos que editam ou tratam imagens e dispositivos de captura, o patologista aperfeiçoa sua atividade profissional, aumentando a capacidade diagnóstica e, em consequência, melhorando o potencial de assistência ao paciente. Sendo o patologista docente, ou envolvido com atividades didáticas ou de pesquisa médica, também se beneficia da alta resolução dos equipamentos de captura ou dos programas aplicativos gráficos que melhoram as imagens.

As câmeras fotográficas digitais com cada vez mais pontos de resolução (*megapixels*), videocâmeras digitais associadas a microscópicos polioculares, placas digitalizadoras de vídeo e *scanners* de alta resolução, proporcionam, em conjunto, a captura de imagens macro e microscópicas além de outros exames complementares por imagem (radiografias, etc). Quanto maior a resolução óptica, real ou interpolada, destes equipamentos e a competência – e a criatividade – do patologista, maior é a qualidade diagnóstica que se pode conseguir.

Os computadores configurados com *hardware* mínimo compatível com captura e edição de imagens e habilitados ao tráfego pela internet proporcionam o alcance dos produtos e serviços qualificados em telepatologia; e, os programas (*softwares gráficos*), são formidáveis aplicativos que manipulam o material, sejam imagens gráficas ou dados (textos e planilhas), e que devem ser orientados para o método de ensino e de aplicação da telepatologia. A precisão diagnóstica é diretamente influenciada pela qualidade e quantidade das imagens enviadas e escolha dos campos representativos.

À medida que a telepatologia se firma como ferramenta diagnóstica ou especialidade no universo da patologia, o tratamento de imagens a partir de câmeras fotográficas, *scanners* e videocâmeras, com conseqüente edição por aplicativos gráficos, vem admitindo procedimentos próprios no detalhamento de imagens macro e microscópicas com peculiaridades inerentes aos tecidos e líquidos humanos.

Não se trata de tratamento gráfico de fotos apenas, mas toda uma complexidade de recursos humanos e técnicos, que podem auxiliar o patologista, independentemente de implantação de telepatologia. O patologista pode utilizar a captura digital no intuito de edição e arquivamento de imagem para posterior análise, controle de amostras ou material com finalidade didática ou de pesquisa, sem, no entanto, utilizar recursos de telecomunicação.

III.1. Histórico.

A primeira referência à implantação de um sistema similar ao que denominamos de patologia em rede, se deu na revista “Radio News” em 1924, entretanto, somente em 1968, ocorreu a primeira teletransmissão de imagens histológicas no hospital de Massachusetts nos E.U.A. ^[55,56].

O termo telepatologia foi usado pela primeira vez no editorial do jornal médico-científico *Human Pathology* em 1986, prevendo a importância da criação de técnicas de diagnóstico em rede, o que na década seguinte se tornaria realidade ^[55,56].

Somente ao final dos anos 80 com a evolução da informática, da telemedicina, das redes de comunicação e a progressiva redução dos custos de aquisição dos equipamentos, as primeiras unidades operativas foram sendo testadas e implantadas.

Os primeiros resultados diagnósticos por videomicroscopia foram publicados em 1987 por Ronald S. Weinstein e colaboradores. Weinstein é considerado um pioneiro de tecnologias em telesaúde, desenvolveu os primeiros estudos sobre performance humana em videomicroscopia e foi o inventor da telepatologia robótica, pela qual detém os direitos de patente nos E.U.A. (Figura III.1) ^[55,56].



Figura III.1. Ronald S. Weinstein.

O primeiro serviço de diagnóstico remoto em procedimentos de congelação foi implantado na Noruega em 1990, cujo programa de telemedicina que ainda existe, iniciou-se em 1988 ^[55,56].

Em 1991 é publicado o primeiro estudo de uma unidade operativa de telepatologia em procedimentos de congelação ^[55,56].

O AFIP – Instituto de Patologia das Forças Armadas, em Washington, E.U.A., criou em 1994, um sistema de consulta eletrônica utilizando redes de comunicação e programas específicos, integrando patologistas da instituição a outras instituições nacionais e internacionais. O AFIP é considerado hoje o líder mundial em pesquisa de telepatologia (Figura III.2) ^[56].



Figura III.2. AFIP – Instituto de Patologia das Forças Armadas, Washington, EUA.

A partir de 1995, a drástica redução de preços de máquinas fotográficas e videocâmeras (ainda analógicas), placas de captura e a popularização da internet, colaborou para a implantação das primeiras estações de trabalho para o uso da imagem digital e a telepatologia.

Em 1997, o jornal médico *Human Pathology* chamando a atenção para os avanços do campo da telepatologia, publicou o estudo de Hallyday et al, da Universidade do Arizona, que registrava uma das primeiras análises sobre performance em telepatologia, o que o tornaria ponto de partida para outros estudos de acurácia diagnóstica^[25].

Em aproximadamente 10 anos (1990-2000) foram publicados cerca de 130 trabalhos, mas o ano 2000 é considerado um marco para a evolução da telepatologia com sete conferências internacionais abordando aplicações, vantagens e desvantagens da técnica com imagens digitais. A partir daí, mais de 300 artigos e trabalhos científicos já foram publicados revelando para o uso da imagem digital e a telepatologia um mundo vasto de possibilidades^[55,56].

Em 2001, a Sociedade Espanhola de Anatomia Patológica, em Pamplona, Espanha, publica o primeiro livro relacionado ao tema com 250 páginas: “Manual de Telepatología”, de autoria de Luis Alfaro Ferreres (Figura III.3)^[18].

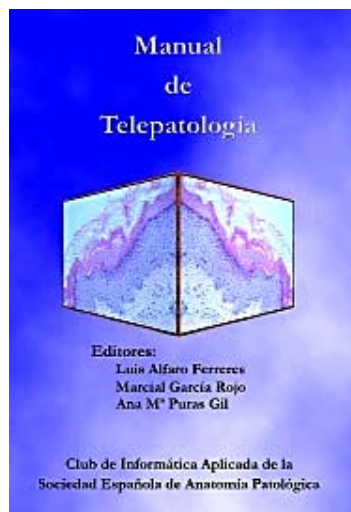


Figura III.3. Manual de Telepatología, primeiro livro.

III.2. Informática médica.

A integração dos médicos, assim como qualquer profissional da área de saúde, ao caráter absoluto de multiprofissionalidade da informática proporcionou uma união possível, eficaz e duradoura, da tecnologia à didática, pesquisa e assistência médica. Um firme compromisso de modernização do material e método de ensino médico e alinhamento de atividades de diagnóstico e pesquisa, além da correta demonstração dos aspectos vantajosos do uso do computador na prática médica, contribui para o futuro tecnológico de universidades, serviços de saúde e, conseqüentemente, de nosso país.

O uso do computador, assim como qualquer outro recurso, seja educacional ou profissional, revela recursos vantajosos para determinadas aplicações ou inapropriados para outras atividades ao longo do tempo. O computador pode ser utilizado de forma ativa e progressiva ou de forma insuficiente. Basta lembrar que os computadores, atualmente, revelam múltiplas funções e adequações graças ao desenvolvimento tecnológico e que, na maioria das vezes, são ignoradas por seus usuários. Não é de hoje que a tecnologia aposta na máxima “é melhor sobrar do que faltar” e oferecendo

microcomputadores cada vez mais velozes e capazes (o “*hardware*”), além de milhares de programas (os “*softwares*”) com numerosos tentáculos funcionais, conseguindo abranger um grande número de usuários seja com relação a profissão, idade, gênero, diversão, informação, comércio, institucional, pesquisa, etc.

Dispor de um computador ou sistema em rede ou não, em casa, no consultório, no hospital ou outro local no cotidiano do profissional de saúde, por si só não contribui para o seu desenvolvimento integrado. Mais importante do que ter noção da versatilidade do uso da informática é possuir um nível mínimo de informação que seja esclarecedor quanto ao uso da máquina como ferramenta de trabalho em qualquer atividade. A utilização na área médica é dependente de alguns parâmetros como, por exemplo, a disponibilidade de recursos no ambiente de trabalho, seja hospitalar ou não, literatura específica, a interação destes recursos com o paciente e, logicamente, a vontade, a criatividade e a disponibilidade de tempo para aprender a desenvolver estes recursos.

Uma característica da tecnologia aplicada à área médica e que ainda causa apreensão é o tempo de aprendizado. O cotidiano do médico é subdividido em períodos de tempo que são preenchidos, em sua maior parte, por ocupações visando atualização profissional e/ou complemento salarial, reduzindo a oportunidade de uma maior dedicação destes profissionais ao aprendizado da linguagem dos computadores. Dispor de tempo para uso e também para participar de cursos específicos de programação é fundamental para o profissional de saúde aplicar os recursos da informática em sua prática diária. Cabe não somente a eles mas também as instituições aos quais encontram-se lotados, adequar os recursos disponíveis e oferecer aprendizado e manutenção dos equipamentos.

Entre profissionais que utilizam a informática no dia-a-dia, a maior qualidade da interação usuário-máquina e dos produtos finais, pode estar relacionada também à precocidade de seu aprendizado. Quanto mais cedo o

profissional de saúde for integrado ao estudo teórico, prático e possível de informática, maior será a adaptação com as inovações tecnológicas. Podemos citar, por exemplo, a possibilidade de aprender noções de informática durante o curso de graduação para os não-conhecedores e, a oportunidade de praticá-la junto ao ambiente hospitalar, para os mais experientes.

O custo para a aquisição dos equipamentos também se torna um entrave ao desenvolvimento, tanto para meios profissionais específicos como a medicina e a população em geral. As verbas escassas e inespecíficas inibem as universidades, pois outros propósitos ou necessidades são sempre majoritários e os baixos salários tornam os computadores modernos e periféricos multifuncionais, proibitivos para o orçamento da maioria dos profissionais de saúde de nosso meio. Programas de informatização com incentivos governamentais e adequada informação seriam de grande valia para ajudar neste processo. Vale lembrar que a quantidade e a qualidade de recursos disponíveis de informática em um país são consideradas, atualmente, como indicadores de desenvolvimento de um país.

III.3. O médico e a informática.

O médico hoje, frente ao desenvolvimento tecnológico de nossa sociedade e às múltiplas opções do mercado, deve ser capaz de determinadas ações, a saber:

- Avaliar a capacidade e os limites do uso da informática em medicina e atingir uma ampla variedade de objetivos de ordem pessoal, acadêmica e profissional ;
- Desenvolver uma compreensão funcional do computador além de afastar a apreensão e as dúvidas sobre seu uso;

- Compreender como programas ou aplicativos gráficos, editores de texto, banco de dados e planilhas podem ser adaptados à prática médica;
- Desenvolver uma atitude crítica diante dos produtos e serviços oferecidos ao usuário comum e à classe médica em geral avaliando os limites de adequabilidade das aplicações pré-programadas podendo ser padrão para qualquer área;
- Adquirir noções de multimídia;
- Adquirir noções e aplicar a internet em sua prática diária, assimilando sua importância em relação à oferta de comunicação, informação e conhecimento médico, além dos produtos e serviços nela oferecidos.

Além da adequação pessoal e vontade de aprender, o médico deve reivindicar no curso que escolheu ou mesmo em seu local de trabalho – público ou privado – condições como as que se seguem:

- Disponibilidade de tempo mínimo para interação professor-aluno em aulas teóricas e práticas;
- Disponibilidade de equipamentos e ambiente propício para o aprendizado com computadores e periféricos necessariamente atualizados além de local refrigerado e agradável e observando o número máximo de alunos na sala de maneira que não altere o nível de ruído e a atmosfera de harmonia;
- Procedimentos de manutenção de equipamentos para minimização de falhas durante o curso e orientação sobre as normas de segurança dos equipamentos;
- Fornecer referências bibliográficas e dicas sobre os programas utilizados e estabelecer prioridades de uso de determinado programa ou aplicativo, de acordo com a evolução do curso;
- Fornecer informações básicas e promover da melhor forma possível a harmonização dos profissionais com algum conhecimento em informática, com aqueles de nenhum conhecimento.

III.4. O hospital e a informática médica.

A característica mais importante de um hospital é a de manusear grandes volumes de dados desde administrativos até clínicos que podem levar a tomada de decisões vitais para seus pacientes e para a própria manutenção da instituição. Observamos em nosso país muitos hospitais com departamentos informatizados em maior ou menor grau, entretanto, na grande maioria os recursos não obedecem a um planejamento criterioso prévio, encerrando os equipamentos, em sua maioria, nas atividades administrativas. Não é raro encontrar uma pulverização de equipamentos desconectados e não integrados.

Informatizar um hospital consiste na integração de sistemas que sejam capazes de gerenciar as áreas técnica, administrativa, científica e, no caso de hospitais universitários, as áreas de didática e pesquisa médica. A solução deve ser modular e que possa atender de maneira individual cada área de necessidade de uma instituição hospitalar, cujos processos de cada unidade se interliguem operacionalmente.

Um sistema informatizado de um hospital deve apresentar funções básicas como por exemplo: registro, admissão, alta, transferência e atualização de diagnóstico e do perfil dos pacientes; consulta a informações atualizadas sobre o paciente, consulta sobre ocupação de leitos, paciente/departamento, paciente/médico e outras informações que possam ter valor estatístico, entrada e processamento de ordens médicas com mecanismos básicos e avançados de segurança, relatório de resultados de exames com radiologia, laboratório e anatomopatologia integrados, comunicação por mensagens internas e finalmente, suporte e manutenção do sistema e da base de dados.

Os computadores no ambiente hospitalar também devem estar dotados de programas aplicativos atualizados que possam calcular e apresentar esses dados de maneira rápida sob qualquer auditoria ou fornecer valioso suporte

para estudos epidemiológicos. Aprendizado de soluções como intranet hospitalar devem fazer parte do currículo de qualquer profissional que almeja o cargo de administrador hospitalar.

O grande desenvolvimento dos exames diagnósticos por imagem mereciam um capítulo à parte, mas podemos, resumidamente, ressaltar todo o processo tecnológico que, neste aspecto, revela a mais pura definição de informática médica. Como exemplo, podemos citar os exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética que são obtidos mediante a associação de poderosos scanners em computadores com recursos de manipulação de imagem sob contraste. A alta definição dos equipamentos atuais permite detectar tumores menores que uma ervilha e assim fazer frente ao câncer numa situação vantajosa para o médico. O alto custo dos exames diagnósticos de alta definição ainda mantém longe sua distribuição para a maioria da população assistida e, por outro lado, merece crítica a real necessidade destes, em muitos casos, na prescrição de rotina, pois a medicina básica e preventiva ainda é assertiva, econômica e preferencial para o paciente.

III.5. Aplicações da informática em medicina.

Consultar um livro específico durante um atendimento ao paciente decidindo conduta diagnóstica ou terapêutica, pode ser extremamente facilitado com o auxílio de recursos de informática e, a utilização de programas visando esclarecer conceitos e limite de procedimentos médicos para o paciente através de recursos de multimídia, são exemplos de aplicação da informática em medicina. Na prática médica podemos citar aplicações de produtos de *software*/programas que, inclusive, já estão disponíveis comercialmente, e que podem bem exemplificar o propósito básico deste capítulo, a saber:

1. Programas com base de dados farmacológicos onde drogas sob eficiente sistema de busca são listadas apresentando características como nomes comerciais e do sal utilizado, genéricos e similares, laboratório produtor, categoria ou classe, indicações e contra-indicações;
2. Programas de simulação médica onde são descritos o uso, as indicações, riscos e benefícios além de complicações no manejo de determinados procedimentos médicos. Recursos multimídia com ilustrações animadas sobre anatomia, histologia, fisiologia e patologia podem ser utilizados além de demonstrar as conseqüências clínicas;
3. CD-ROMs com estudo de casos clínicos apresentando etiologia, patogenia, evolução, diagnóstico e tratamento de diversos pacientes que apresentem uma patologia específica, especialidade ou determinada área do conhecimento médico;
4. Programas tutoriais em multimídia com exemplos de tomada de decisões sobre terapêutica ou orientação diagnóstica, podendo apresentar, inclusive, comparações e opiniões de diversos especialistas sobre o assunto;
5. Atlas interativos contendo dezenas ou centenas de ilustrações em qualquer área;
6. Livros didáticos ou especializados e enciclopédias inteiras em CD-ROM ou DVDs, como por exemplo a edição em CD *“Interactive Atlas of Human Anatomy Dr. Netter”*;
7. CD-ROMs com obras de referência contendo todos os exemplares (texto, imagem, narração) de revistas médicas especializadas, assim como conteúdo diversos de MEDLINE, BIREME, etc;
8. Sistemas aplicados a consultórios médicos e clínicas de médio e grande porte.

Em relação aos softwares de gerenciamento clínico e administrativo para consultórios e hospitais podemos ressaltar a importância do registro médico

digital ou eletrônico que, respeitadas as condições éticas e sua correta adequação, vem se tornando uma ferramenta importante para o médico atual.

Dentre as vantagens da utilização dos registros médicos digitais frente ao arquivamento em papel, as principais são:

1. Evitar perda de informações quando associado a corretos procedimentos de *backup*;
2. Inibir a tradicional ilegibilidade de anotações médicas;
3. Agilizar a procura de informações ou dados sob qualquer ordem;
4. Tornar-se um recurso inestimável na procura e cálculo de situações produzindo dados epidemiológicos e, quando associado a softwares estatísticos, produzir estudos ou ensaios clínicos sobre importantes patologias;
5. Oferecer recursos criativos como “lembretes” sobre a evolução de um determinado paciente que podem saltar na tela do micro auxiliando o médico e equipes de apoio na prática diária;
6. Facilitar enormemente práticas de auditoria em serviços públicos ou privados de saúde;
7. Fornecer controle quantitativo e de qualidade;
8. Se, unificado ou disponível em rede (observados os limites médicos éticos e profissionais), tornar-se importante fonte de recursos e informação médica ou científica.

No processo de implantação dos registros médicos digitais, profissionais de saúde podem se deparar com dificuldades, como por exemplo:

1. A revolução no pensamento geral de toda a equipe envolvida no que se refere ao uso diário e correto do computador;
2. A padronização da linguagem na inserção de dados e na terminologia empregada;
3. Disponibilidade de treinamento básico e avançado.

III.6. Internet e medicina.

A internet, então instrumento globalizado, rapidamente vai criando espaços de informação e comunicação que estão removendo barreiras tradicionais de tempo e espaço criando assim uma autêntica vila global.

Aprender a acessar a grande rede e navegar por todo o seu vasto conteúdo democraticamente instalado e ofertado a todos aqueles que necessitam de conhecimento, é obrigatório para qualquer profissional de saúde que evolui assim como o seu tempo. A velocidade da comunicação associada a disposição de imagem, som e texto através das fibras ópticas dos atuais sistemas telefônicos abriram as portas do conhecimento e da oferta de informação, em sua grande maioria gratuita, para os profissionais de saúde. A expressão “em tempo real” cada vez mais aparece em nosso cotidiano profissional.

Os recursos oferecidos na área da saúde na internet são muitos e abrangem desde a busca por artigos científicos até portais corporativos que oferecem produtos e serviços para os profissionais de saúde e também para seus pacientes. Revistas médicas, jornais, informativos, hospitais, clínicas e consultórios, sociedades, conselhos regionais, além de informações e comércio sobre recursos terapêuticos e atividades nas áreas de didática, pesquisa e assistência médica, em âmbito nacional e internacional.

Os endereços (os “*sites*”) com ferramentas de busca (Google, Yahoo!, Altavista, Lycos, Excite, Cadê, Radix, Radar Uol, etc) são fundamentais, principalmente para os iniciantes, na aventura de navegar por este vasto conteúdo inventado e reinventado e publicado em linhas virtuais pelo homem. Ao digitar palavras chaves ou relacionadas, centenas de *sites* e publicações saltam na tela proporcionando dados de pesquisa, consistindo assim em uma atividade rápida e valiosa para nossa evolução profissional.

Recomenda-se ao profissional de saúde, iniciante ou não, a visita a *sites* específicos como por exemplo: BIREME, conteúdos do MEDLINE e LILACS, CAPES, CNPQ, Ministério da Saúde, das Sociedades Médicas, das Universidades Federais, dentre outros. Resumidamente, e até como um guia, dispomos no Quadro III.1, importantes endereços (*sites*) que um profissional de saúde poderá acessar e navegar com eficiente desenvoltura no mundo vasto de conteúdo da internet.

Pesquisas bibliográficas na internet devem ser iniciadas, preferencialmente, utilizando os recursos de conteúdo do MEDLINE (Biblioteca Nacional de Medicina Americana) que é a mais importante fonte mundial de dados de referências bibliográficas na área da saúde abrangendo campos da medicina, veterinária, odontologia e biomedicina (Quadro III.2).

QUADRO III.1. Exemplos de importantes fontes nacionais de conteúdo e pesquisa bibliográfica.

NACIONAIS	
CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA	www.cfm.org.br
ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA	www.amb.connectmed.com.br
CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA RJ	www.cremerj.com.br
MINISTÉRIO DA SAÚDE - GOVERNO FEDERAL	www.saude.gov.br
COORDENAÇÃO NACIONAL DE DST/AIDS	www.aids.gov.br
BIREME	www.bireme.br
CAPES	www.periodicos.capes.gov.br
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO	www.cnpq.br
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA	www.ensp.fiocruz.br
INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER	www.inca.org.br
SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA	www.sbp.org.br

QUADRO III.2. Exemplos de importantes fontes internacionais de conteúdo e pesquisa bibliográfica.

INTERNACIONAIS	
BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA	
DOS EUA - MEDLINE	www.nlm.nih.gov
THE LANCET	www.lancet.com
BRITISH MEDICAL JOURNAL	www.bmj.com
ANNALS OF INTERNAL MEDICINE	www.annals.org
CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION	www.cdc.gov
HARVARD MEDICAL SCHOOL	www.hms.harvard.edu
FOOD AND DRUG ADMINISTRATION	www.fda.gov
THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE	www.content.nejm.org

III.7. Telemedicina.

Fincados os alicerces da alta tecnologia, principalmente quanto à disponibilidade de informação, a medicina vem se estruturando graças ao desenvolvimento socioeconômico e científico do mundo moderno, onde é grande a oferta de produtos e serviços qualificados para a troca de informação médica.

A telemedicina pode ser definida, de forma abrangente, como o uso de telecomunicação avançada em assistência, didática e pesquisa médica. Trata-se de conceito inovador, com ramificações para a maior parte das especialidades médicas, envolvendo recursos domésticos ou corporativos de informática e telemática, ciências que podem ser aplicadas, de forma eficiente, à medicina.

Entende-se por telemática a conexão entre redes de computadores por meios de telecomunicação, onde a transmissão de dados biomédicos e também a conexão-controle à distância de equipamentos utilizados na prática médica, forma um dos pilares da telemedicina. Conexões de redes de computadores como internet, *intranets* hospitalares e outras redes por cabo ou sem-fio, são interligadas por meios de comunicação que podem ser formadas por cabos, fibra ótica (redes telefônicas atuais), radiotransmissão ou satélites.

Um conceito moderno para telemedicina é aquele que define a combinação de informática médica, robótica e telemática sobre determinadas aplicações, com a proficiência médica. Portanto, não é difícil intuir que a telemedicina está intimamente ligada, hoje, aos processos de educação médica à distância.

Historicamente, há relatos da utilização do telefone para auxílio em diagnósticos desde 1897 e, na década de 40, já se fazia a transmissão de imagens de radiografias por meio telefônico, de maneira rudimentar, lenta e proibitivamente cara. Entretanto, a partir da década de 60, experiências com telemetria fisiológica na exploração espacial pelos cientistas norte-americanos, onde dados de monitorização dos astronautas em órbita, mostraram explicitamente a importância da transmissão remota de dados de saúde para a prática médica. Não obstante, também foi nos E.U.A. que surgiu a internet^[32].

A partir de 1980, com a deflagrada e gigantesca expansão das redes telemáticas (desde a década de 70) apresentando crescimento acelerado dos sistemas de telecomunicação, muitos deles já digitais e velozes, com o advento da fibra ótica e a popularização do microcomputador (informação e baixo custo), a telemedicina é incorporada à profissão médica com quantidade e qualidade de serviços orientados ao seu desenvolvimento.

As modalidades básicas de telemedicina que envolvem o envio e recebimento de informações médicas além da realização de procedimentos são: telediagnóstico, telemonitoração, teleconsulta, telecirurgia, teleterapia e teledidática.

III.7.1. Telediagnóstico e Telemonitoração.

A transmissão remota de dados de sinais biológicos (frequência cardíaca, bulhas cardíacas, pressão arterial, ritmo respiratório, temperatura corporal, etc), imagens médicas (radiografias, videomicroscopias, tomografia computadorizada, ressonância nuclear magnética, ecocardiograma, etc), dados de laboratório e conexão com equipamentos específicos como eletrocardiograma, eletroencefalograma, eletromiograma, etc; permitem ao médico interposto em uma arquitetura cliente-servidor, orientar-se quanto ao diagnóstico. Neste campo telemédico, especialidades como clínica médica, cardiologia, neurologia, patologia, dentre outras, beneficiam-se de tecnologias avançadas em telecomunicações.

O telediagnóstico bem implantado fornece suporte adequado e satisfatório para emergências, monitoração de pacientes, medicina familiar, áreas distantes ou carentes e, proporcionando, inclusive, a redução da hospitalização de pacientes nestas áreas.

A telemonitoração é um campo telemédico muito relacionado com o telediagnóstico, e que consiste na digitalização com envio e recebimento de sinais biológicos por via telefônica. A orientação é paciente distante – centro especialista, para interpretação e análise dos dados obtidos.

A telemonitoração difere do telediagnóstico, pois envolve tão somente o acompanhamento de pacientes à distância de forma contínua, periódica ou quando solicitado, permitindo ainda, ações de alerta.

Exemplos como daquele médico que acessa os parâmetros vitais do seu paciente na unidade de CTI hospitalar distante, através do seu microcomputador ou a monitorização cardíaca, de pacientes com gravidez de risco ou doenças crônicas, numa clara substituição à eventuais e desnecessárias internações hospitalares.

Equipamentos como tele-ECG, tele-EEG, tele-holter e o cardiotelefone exemplificam o telediagnóstico e o cardiobipe, a telemonitoração (Figuras III.4, III.5 e III.6).

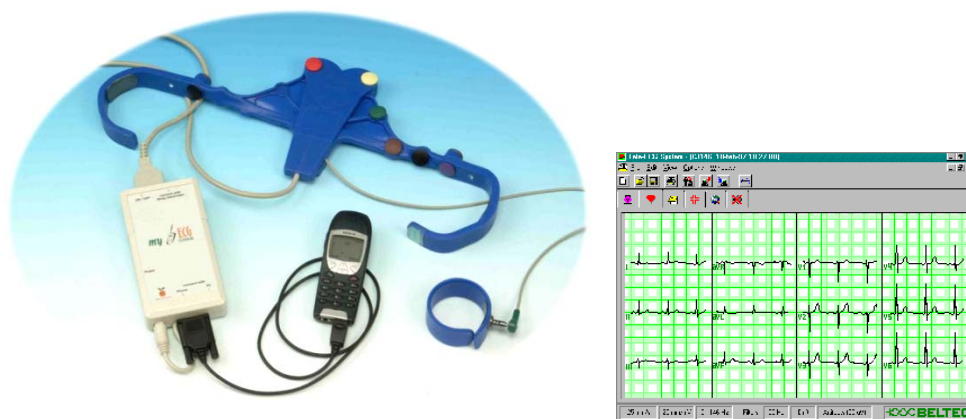


Figura III.4. Tele-ECG compacto computadorizado com transmissão em tempo real via telefone celular, modem ou computador.



Figura III.5. Cardiotelefone ou telecárdio.



Figura III.6. Transmissão de dados por tele-eletroencefalograma. Fonte: Universidade René Descartes, em Paris, França.

III.7.2. Teleconsulta.

A teleconsulta é definida como a troca de imagens médicas ou biológicas e vídeos (imagem e som) entre médicos de centros distantes, consultando profissionais mais especializados, promovendo intercâmbio de opiniões quanto à conduta e diagnóstico. O campo de ação mais desenvolvido para a teleconsulta corresponde atualmente às videoconferências.

III.7.3. Telecirurgia.

Por vezes, sob grande ênfase, a imprensa relata experiências inovadoras neste particular campo da telemedicina. Contudo, a telecirurgia envolve primariamente a transmissão de vídeos ou a demonstração de cirurgias por videoconferência.

A vertente espetacular da telecirurgia envolve a robótica, quando dispositivos cirúrgicos teleguiados por um cirurgião distante fisicamente da sala de cirurgia ou comandos distantes teleguiados a um robô que com precisão milimétrica manipula instrumental cirúrgico e opera na cavidade corporal (Figura III.7).



Figura III.7. Instrumental cirúrgico e Telecirurgia.

III.7.4. Teleterapia.

A teleterapia ainda é rara no meio médico podendo ser citados alguns dispositivos de hemodiálise simplificados e telecontrolados ou, outros dispositivos telemétricos, com orientação quimioterápica.

III.7.5. Teledidática.

A teledidática é um conceito bem amplo com particular importância na troca de informática médica com profissionais distantes, visando o aprendizado sobre doenças e patologias associadas. A internet associada às *intranets* universitárias e hospitalares oferece, atualmente, vasto conteúdo médico e

biológico da maior parte das doenças e patologias associadas, que o conhecimento médico alcançou.

A teledidática está relacionada aos procedimentos e equipamentos orientados à educação médica à distância.

III.7.6. Telepatologia

A telepatologia é o campo da telemedicina, baseado em patologia digital e telemática, onde patologistas podem, sob orientação cliente-servidor, visualizar e analisar imagens em tempo real ou armazenar, enviar e receber imagens macro ou microscópicas, com propósitos de diagnóstico, didática e pesquisa.

Seja a telepatologia estática, quando envolvida com os processos de captura, armazenamento e envio de imagens ou, dinâmica, quando associada à interação com a internet (videoconferências) e conceitos avançados como microscópios virtuais ou robotizados, está relacionada aos campos telemédicos de telediagnóstico, teleconsulta e teledidática.

Com o advento das redes telefônicas com fibra óptica, digitais e velozes, e a internet, desenvolvem-se vários campos telemédicos; o prefixo *tele-* é colocado em diversas especialidades com criatividade e aplicação médica como teleradiografia (talvez a primeira modalidade descrita), teledermatologia, teledermatopatologia, teleneurologia, telecardiologia, telesocorro, teleambulância e muitas outras.

IV IMAGEM DIGITAL E TELEPATOLOGIA

IV.1. Imagem digital.

De modo geral, imagem é um objeto plano, sob um ponto de vista físico, cujas propriedades de intensidade luminosa e cor podem variar de um ponto a outro.

O processo de digitalização pelo computador ou dispositivo de captura a ele interligado, decompõe uma imagem em uma matriz de $m \times m$ pontos, que no mundo informata, chamamos de *pixels*, onde cada ponto tem seu grau de intensidade luminosa, também chamado de *gris*. No caso de imagens coloridas, o grau de intensidade consiste num vetor tridimensional cujas componentes são intensidades de três bandas espectrais: verde, azul e vermelho (Figura IV.1) ^[18].

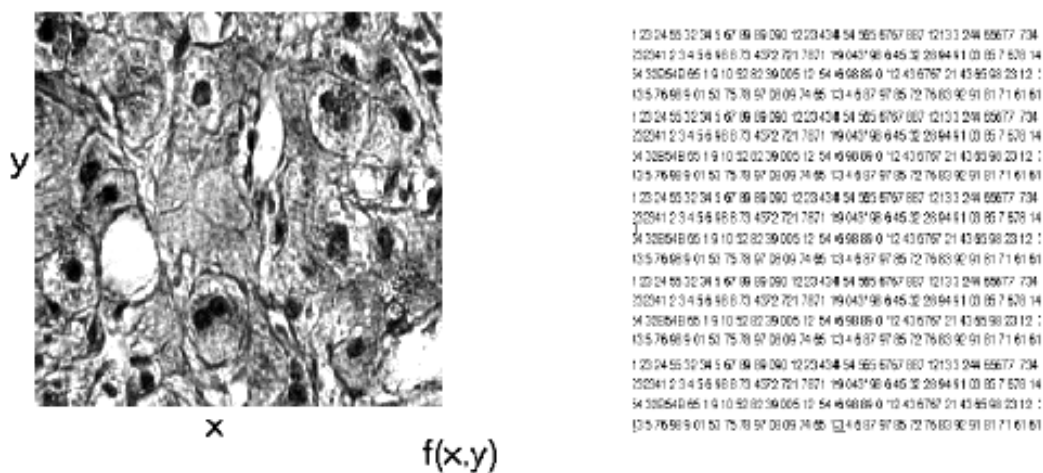


Figura IV.1. Imagem e matriz de pontos resultante após digitalização.

Imagens coloridas, portanto multibandas, são desdobradas no processo de digitalização em três outras imagens correspondentes, e para cada imagem obtida o computador determina um número de bits (unidade de memória do

computador) e para este número (bits de cor) são geradas em combinação, milhões de novas cores (Figura IV.2).

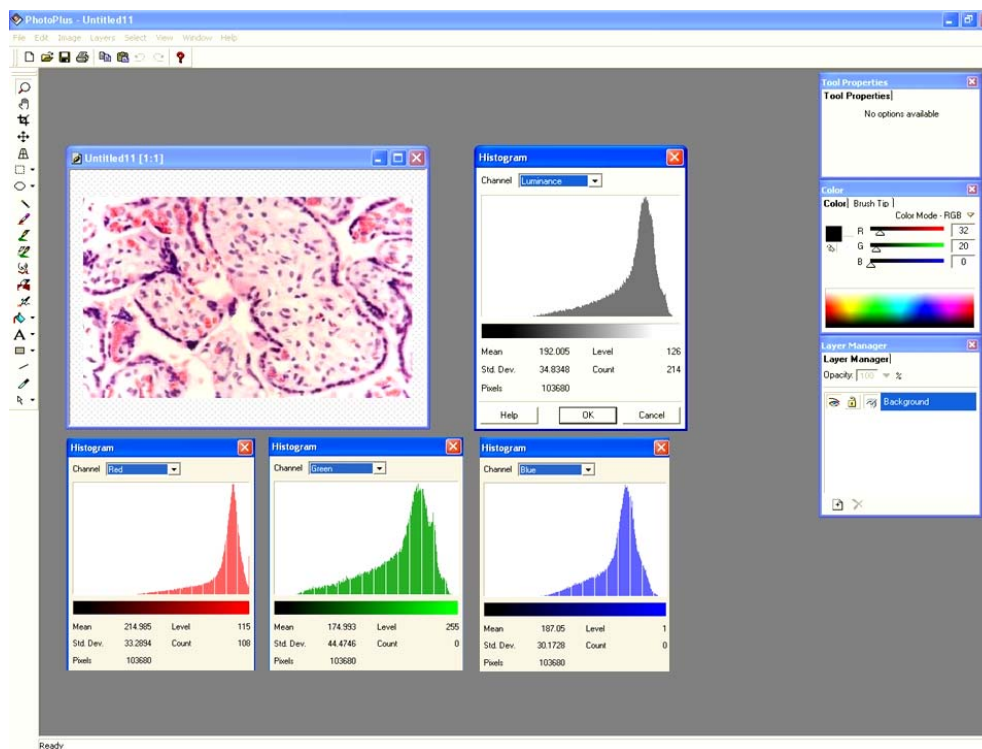


Figura IV.2. Histograma da imagem. Imagem digital colorida (multibanda) pós-captura.

A resolução de uma imagem digital corresponde ao conjunto do número de pontos e o grau de intensidade luminosa. Na prática, resolução traz a habilidade de distinguir detalhes de uma imagem.

A capacidade de gerar a resolução final de uma imagem digital depende do equipamento utilizado num eventual processo de “escanerização” ou captura, e o processo de edição ou tratamento depende do aplicativo gráfico adotado. Não devem ser confundidas as resoluções de imagem com as da televisão ou outros equipamentos analógicos, que são determinadas de forma diferente (linhas).

É importante saber que a resolução da imagem pode ser diferente da resolução do monitor no qual ela está sendo observada e ainda atentar para a

resolução da placa de vídeo que gera as imagens a partir do computador para a tela do monitor. Ou seja, ao observarmos uma imagem digital, a partir dela podemos observar: a resolução do dispositivo de captação (máquina fotográfica, *scanner* ou videocâmera), a resolução final se esta imagem for tratada, a resolução da placa de vídeo que será a mesma adotada pelo sistema operacional (windows®, Linux, etc) e a resolução do monitor.

Para exemplificar, uma hipotética imagem digital de 640 x 480 pontos sob 24 bits de cor, pode estar sendo observada em um monitor com 1024 x 768 pontos a 32 bits de cor; por outro lado, um monitor a 800 x 600 pontos com 24 bits de cor dispondo uma imagem de 1200 x 1024 sob 36 bits de cor. As discrepâncias vão ser observadas em relação ao tamanho disposto ou a incapacidade de distinguir detalhes (pontos e cor) da imagem (o que se vê) no monitor. Por isso, a correta configuração da resolução dos equipamentos envolvidos, em equilíbrio com a resolução da fonte original da imagem, aperfeiçoa a análise, tratamento e armazenamento das imagens utilizadas em patologia digital.

Outra questão seria a origem da imagem, que fonte a gerou ou a trouxe (digitalização) para o computador? A imagem é analógica ou digital? Apesar da aparente contradição dos termos, vemos que a diferenciação entre analógico e digital não é tão radical, uma vez que grande parte das imagens digitais tem origem analógica – com exceção dos gráficos fractais e das imagens de síntese, produzidas através de filtros (fórmulas matemáticas).

Imagens analógicas são aquelas geradas por sistemas ópticos e eletrônicos mais antigos como nas máquinas fotográficas tradicionais e videocâmeras VHS ou Betamax, ao passo que as imagens tornam-se digitais, quando são desdobradas em dígitos, na realidade são algarismos 0 e 1 (bits), por processo de digitalização. São criados os pontos (matrizes), e para estes, graus de intensidade luminosa e cor. As imagens digitais, em sua maioria, consistem em imagens híbridas nas quais foram utilizados processos analógicos e digitais, entretanto com a popularização das máquinas

fotográficas e videocâmeras digitais além dos dispositivos de captura também digitais, as imagens tendem a uniformizar-se neste padrão único.

Inevitavelmente todas as imagens dispostas na tela do computador acabarão por se tornar digitais, pois o processo de digitalização sempre altera a imagem, por maior que seja a resolução dos dispositivos utilizados. Além disso, quem tem cuidado com a fidelidade ao original geralmente precisa alterar certas características da imagem, como luminosidade, cores, contraste, brilho e tamanho.

IV.2. Captura de imagens digitais.

As imagens digitais podem ser obtidas por recursos de fotografia (máquinas fotográficas tradicionais ou digitais) (Figura IV.3), recursos de escanização (*scanners*, digitalizadores de mesa, acopláveis ou de diapositivos) ou recursos de captura (videocâmeras analógicas, mistas ou digitais).



Figura IV.3. Exemplo de máquina fotográfica digital e impressora própria para fotos atualmente comercializadas.

Estes recursos podem ser combinados para leitura e disposição das imagens pelo computador. Fotos ou diapositivos (slides) a partir de câmeras

fotográficas tradicionais precisam ser escaneados para o computador, entretanto fotos de câmeras digitais são transmitidas por conexão direta (cabos), disquetes, cd-roms ou cartões de memória temporária (*memory flash cards*).

Scanners são também importantes na captação de imagens de livros e revistas além de permitir, em muitas ocasiões, o tratamento automático destas fotos (Figura IV.4).



Figura IV.4. Exemplos de *scanners*: profissional e doméstico.

Videocâmeras são de particular interesse, quiçá fundamentais, para a prática da telepatologia. Capturam imagens de microscópios, geralmente trioculares, ou vídeos seqüenciais de procedimentos em laboratórios de anatomia patológica (Figura IV.5).



Figura IV.5. Exemplos de videocâmeras para microscopia e uso em telepatologia.

Vale lembrar que existem, ainda, os dispositivos que fazem uma interface entre outros recursos, como as placas de captura, dotadas de recursos próprios ou programas aplicativos gráficos nativos além das placas de leitura dos *scanners*. Gradativamente, estes dispositivos estão sendo substituídos por cabos como por exemplo as conexões de configuração automática USB.

Máquinas fotográficas tradicionais ou digitais também podem ser acopladas aos microscópios, entretanto, apesar de muitos trabalhos ressaltarem a boa resolução obtida, as videocâmeras digitais de alta resolução fornecem melhores resultados devido a flexibilização principalmente em relação à seleção de campo, focalização em diversos aumentos além de digitalização rápida.

IV.3. Edição ou tratamento das imagens digitais.

O processo de edição ou tratamento de uma imagem digital envolve uma série de técnicas onde o resultado final é sempre outra imagem - com matriz de pontos e intensidades luminosas diferentes – mais adequada a alguma aplicação específica.

Gonzalez e Wints (1997), citados pelo manual de telepatologia da Sociedade Espanhola de Patologia, chamam a atenção para a especificidade da aplicação, onde o valor ou finalidade da imagem resultante está em função do problema que se trata, ou seja, um método ou aplicativo gráfico pode ser útil para determinadas imagens, porém não adequado para outras^[18].

Ao tratar uma imagem, o programa ou aplicativo gráfico escolhido e o computador, não fazem mágica; através de filtros e processos pontuais, locais e de transformação, são alterados os valores dos pontos, intensidade luminosa e do histograma da imagem em questão^[18].

Filtros são fórmulas matemáticas que abrigam funções cujo resultado varia conforme os valores das matrizes resultantes das imagens digitalizadas. Atuam recalculando valores de pontos, localização e distância entre eles, além de modificar os graus de intensidade luminosa, portanto modificam o histograma da imagem digital.

Processos pontuais alteram valores de intensidade luminosa, modificando individualmente os pontos da imagem, alterando assim o seu histograma. Adequam-se aqui os processos de realce como contraste e brilho (Figuras IV.6 e IV.7).

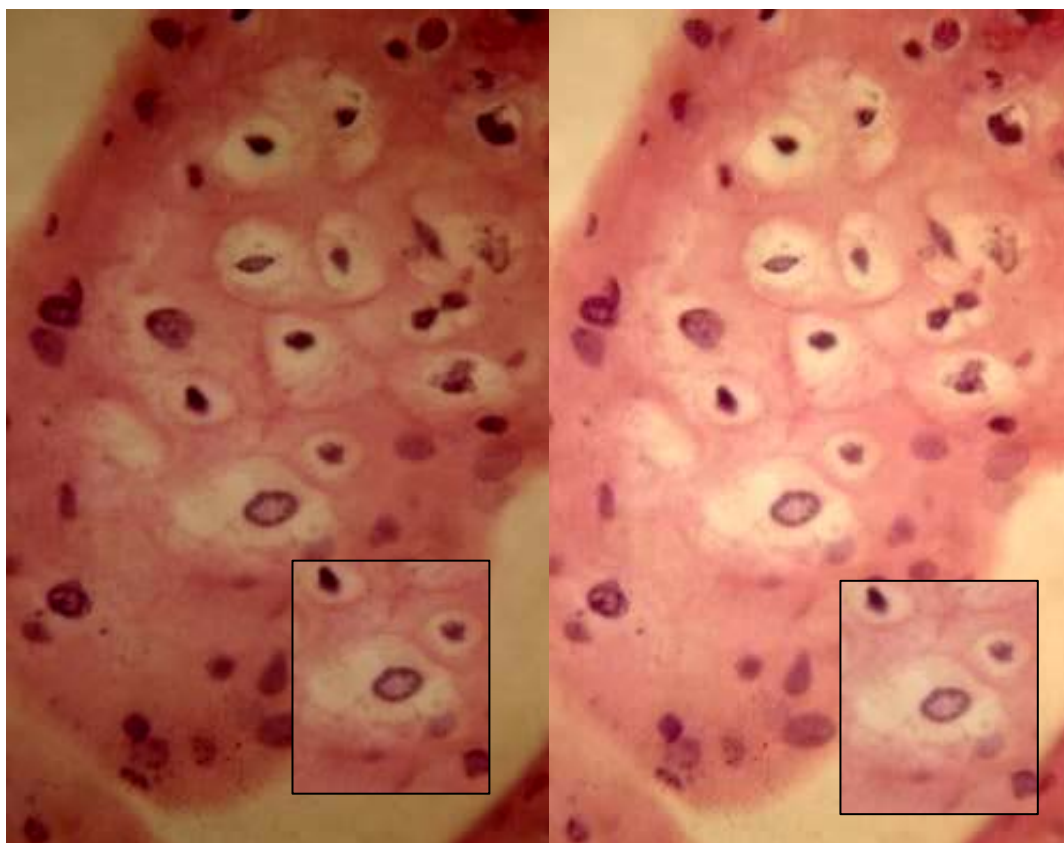


Figura IV.6. Realce: aumento de brilho. Comparação entre imagens digitais de lâmina com diagnóstico de HPV, com alterações colicitóticas, antes (esquerda) e após (direita) o tratamento gráfico.

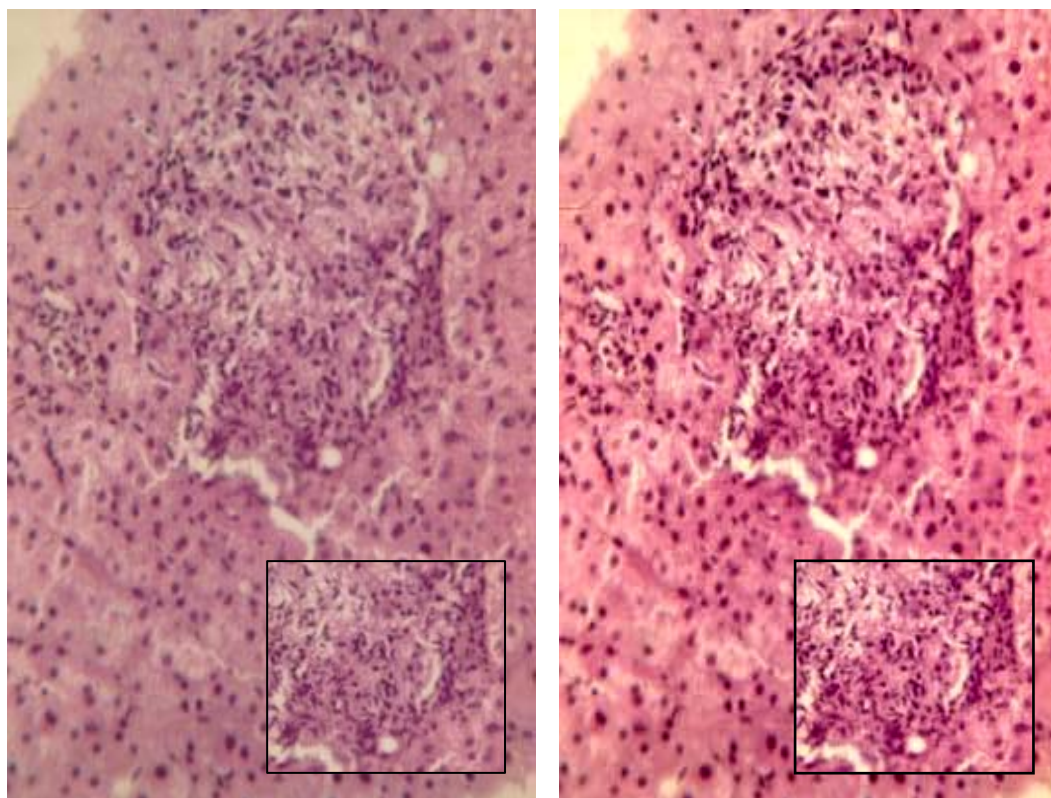


Figura IV.7. Realce: aumento de contraste. Comparação entre imagens digitais de lâmina com diagnóstico de tuberculose miliar hepática, onde se observa esboço granulomatoso e predomínio de histiócitos, antes (esquerda) e após (direita) o tratamento gráfico.

Processos locais envolvem as arrumações dos pontos, variando conforme a localização do ponto tratado e pontos próximos. Grupos de pontos são tratados aproximando ou distanciando-os de maneira que aspectos das imagens são realçados ou suavizados, chamando a atenção para detalhes importantes. Adequam-se aqui, filtros como o de gradiente, gaussiano, sobel, roberts, dentre outros (o nome ou rótulo podem variar dependendo do aplicativo gráfico) (Figuras IV.8 e IV.9).

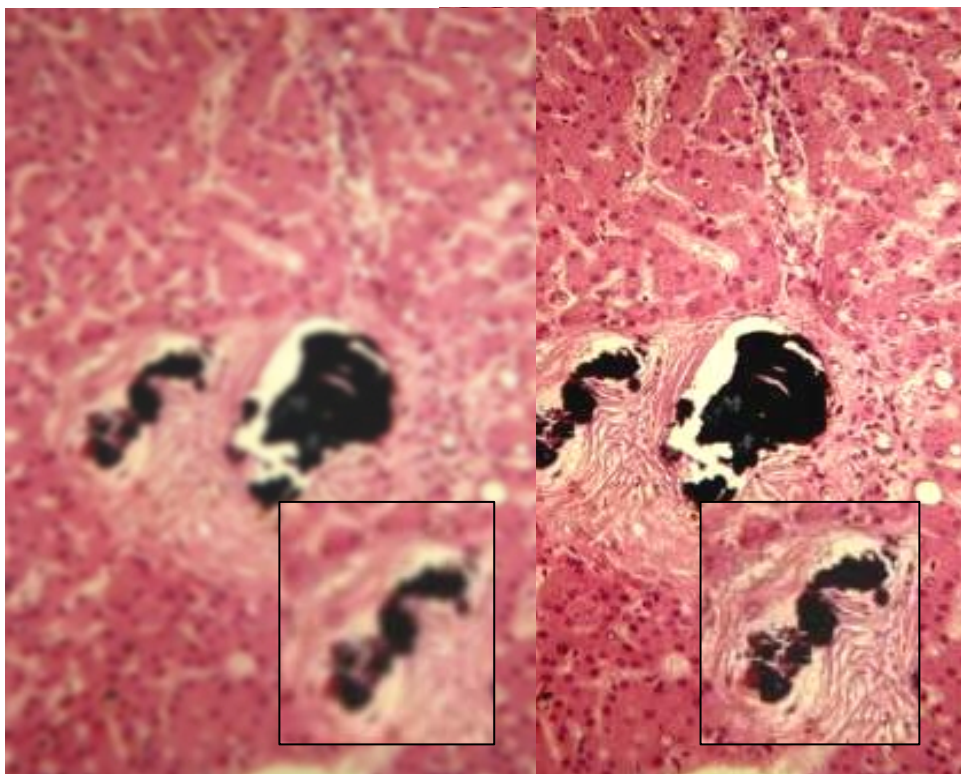


Figura IV.8. Realce com grande recuperação de detalhes: filtro/efeito *gaussian blur*. Comparação entre imagens digitais de lâmina com diagnóstico de esquistossomose hepática revelando ovo calcificado envolvido por tecido fibroso, antes (esquerda) e após (direita) o tratamento gráfico.

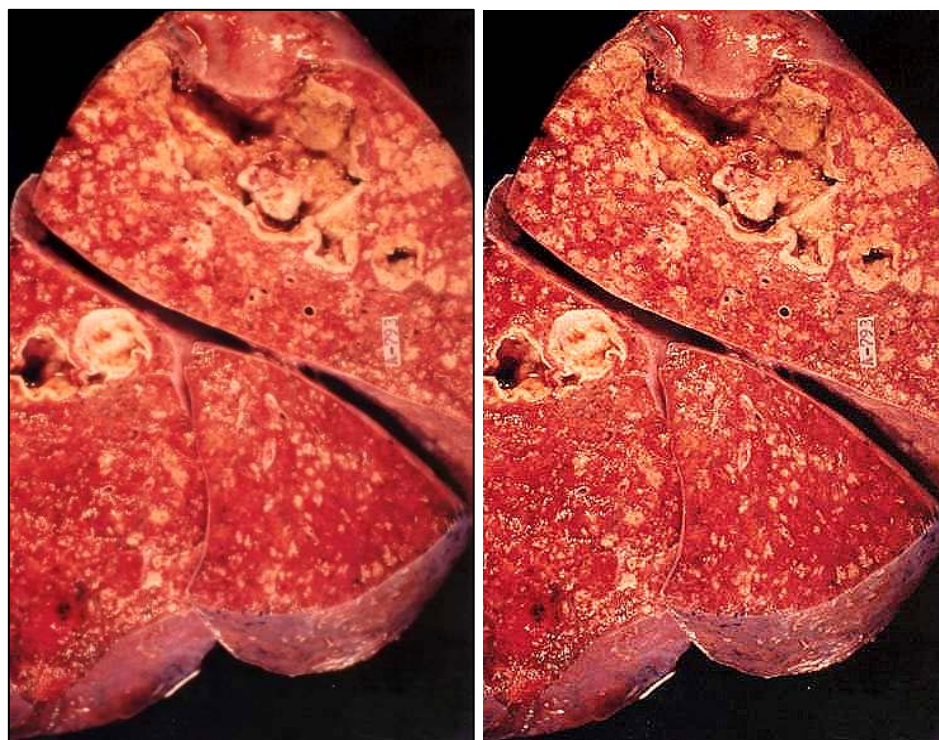


Figura IV.9. Realce dos pontos marginais com recuperação de detalhes finos: filtro/efeito *emphasize edges*. Comparação entre imagens macroscópicas digitais de caverna tuberculosa, antes (esquerda) e após (direita) o tratamento gráfico.

Outros processos de transformação são mistos (pontual e local) quando combinam filtros e alteração de histograma (Figuras IV.10 e IV.11) ou simples quando os valores de intensidade luminosa dos pontos são mantidos, entretanto, são alteradas as coordenadas (espaço) de localização do ponto, como nos processos de ampliação, redução, rotação, aproximação (zoom), etc.

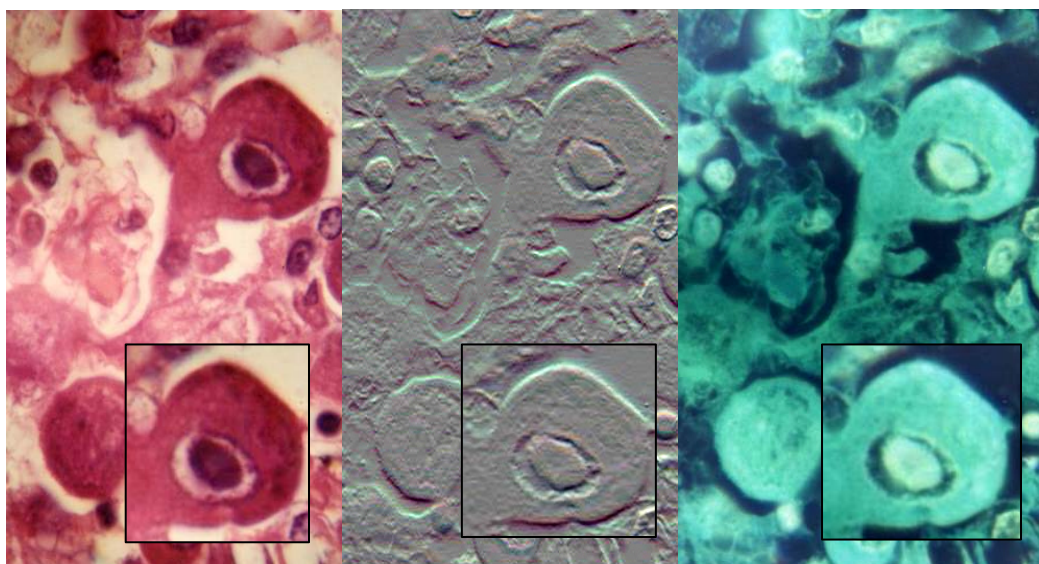


Figura IV.10. Processos de transformação com interessante detalhamento celular: filtros *emboss* e *solarize*. Comparação entre imagens digitais de lâmina com diagnóstico de citomegalovirose pulmonar revelando inclusões nucleares características “olho de pássaro”, imagens subseqüentes após o tratamento gráfico.

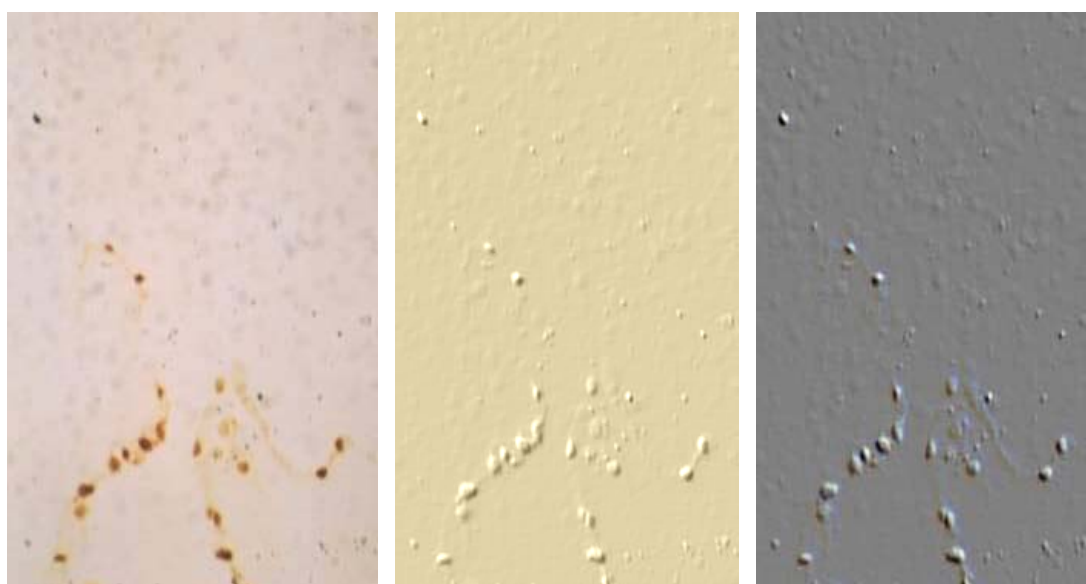


Figura IV.11. Processos de transformação com interessante detalhamento para marcação celular: filtros/efeitos *emboss*. Comparação entre imagens digitais de imunohistoquímica com pesquisa de Agp24, imunopositividade nas células amnióticas em placenta de mulher com síndrome da imunodeficiência adquirida; imagens subseqüentes após o tratamento gráfico utilizando nuances de um mesmo filtro/efeito.

Um recurso interessante presente em muitos equipamentos de scanner e aplicativos gráficos é a resolução interpolada, que é discriminada ao lado da resolução óptica (real). Neste processo de interpolação, pontos são adicionados próximos aos pontos reais, criando ilusão de maior resolução. Entretanto, é a resolução real que deve nortear todo o processo, ou seja, quanto maior a resolução (quantidade de pontos e intensidade luminosa) óptica real da imagem digital, melhor é a discriminação dos detalhes, principalmente em atividades de anatomia patológica, onde tecidos, líquidos e células são avaliados. Na prática a resolução interpolada resulta em imagens com vasta quantidade de memória (megabytes) e visualmente perdem em detalhes para imagens captadas em equipamentos com alta resolução óptica (real).

Gonzalez e Wints (1977), Rosenfold e Kalk (1981) e Rus (1990, 1995) escreveram as principais monografias sobre tratamento de imagens, onde vasta quantidade de processos pontuais, locais e de transformação com numerosos filtros são detalhados e que podem ser adequadamente aplicáveis a imagens macro ou microscópicas de caráter diagnóstico em patologia^[18].

Atualmente, disponíveis no mercado, encontram-se muitos aplicativos gráficos, multifuncionais, desde os mais conhecidos e caros como *Photoshop* (Adobe), *Photopaint* (Corell), *Paintshop*, até soluções alternativas e baratas (muitas até gratuitas), como *Photoplus* (Serif), *Photoimpact* (Ulead), e muitos outros. Recomenda-se aos patologistas com equipamento e programas instalados, que façam cursos específicos para o programa escolhido e a prática diária individual, e se possível, compartilhada com outros colegas mais experientes no assunto. Consultar manuais e literatura especializada também ajuda neste processo de aprendizagem.

Apesar da grande quantidade de soluções prontas em programas e aplicativos gráficos disponíveis comercialmente, aconselhamos o desenvolvimento de soluções individuais voltadas ao uso da digital e telepatologia.

III.4. Armazenamento e compressão de imagens digitais.

Quanto à compressão das amostras selecionadas, a imagem, uma vez capturada, já digital, precisa ser armazenada. A escolha dentre os algoritmos de compressão torna-se importante, pois dependendo do formato escolhido, inevitavelmente, a perda de detalhes visuais do campo escolhido pode ocorrer. A compressão por BMP, é a ideal, com maior fidelidade aos detalhes, mas dependendo da resolução obtida, as imagens podem tomar grande volume de memória (alguns *megabytes*) e alongar muito o tempo de transmissão via rede principalmente nos equipamentos desprovidos de conexão por banda larga (alta velocidade). A compressão por JPEG é recomendada já que promove grande economia de espaço (memória) reduzindo a imagem ao nível dos *kbytes*, entretanto, a qualidade final pode deixar a desejar, principalmente no momento da análise. Outros formatos menos populares como TIF, PCX, TARGA, dentre outros, oscilam com resultados semelhantes em relação à qualidade e o tamanho (Figura IV.12).

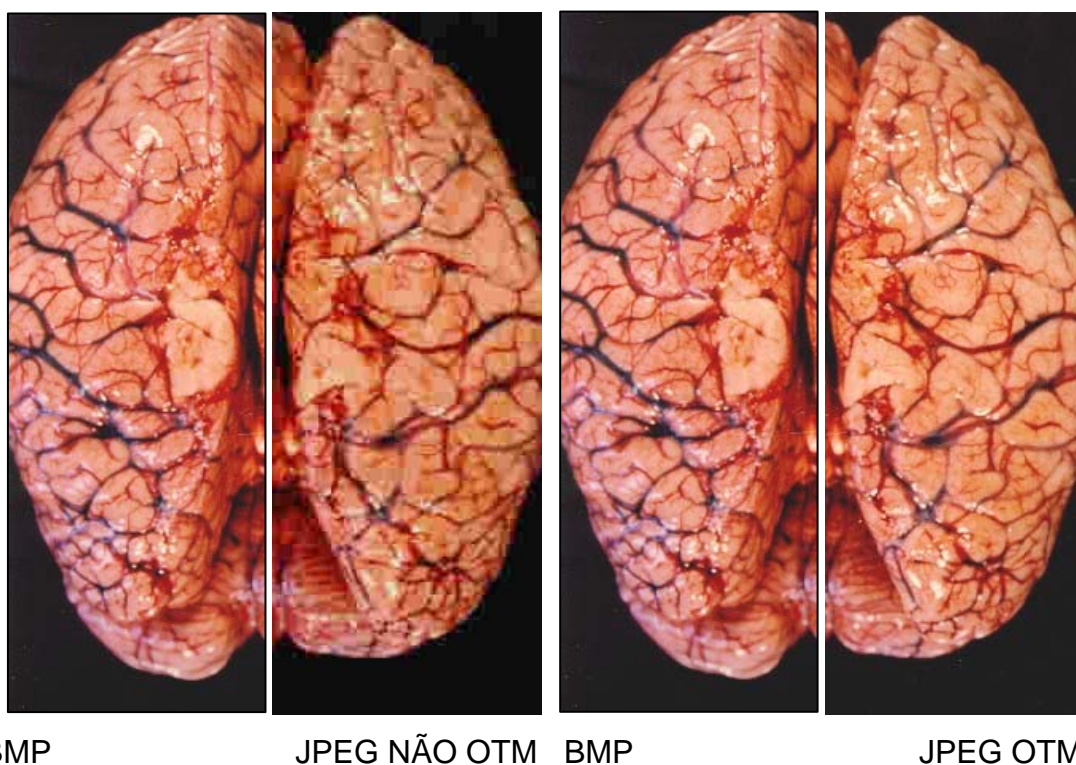


Figura IV.12. Compressões com perda de qualidade. Na montagem à direita observa-se mínima perda de qualidade entre as imagens quando da otimização para JPEG. Comparação em imagem escaneada de fotografia tradicional de Necropsia. As imagens digitais correspondentes aos hemisférios direitos estão sob BMP original, ao passo que as imagens dos hemisférios esquerdos estão sob JPEG não otimizado (montagem à esquerda) e JPEG otimizada (à direita).

IV.5. Estações de trabalho.

IV.5.1. Câmera fotográfica tradicional como dispositivo de captura.

A mais tradicional das estações de trabalho onde as imagens - fotos e diapositivos coloridos (*slides*) - após revelação em laboratório, são escaneadas para o computador, onde são selecionadas e tratadas para envio por rede.

Os equipamentos e metodologia deste tipo de estação de trabalho estão em desuso devido a menor flexibilidade e longo tempo até a resposta diagnóstica. Trata-se de estação operativa de baixo custo e melhor indicada para atividades didáticas e de pesquisa (Figura IV.13).

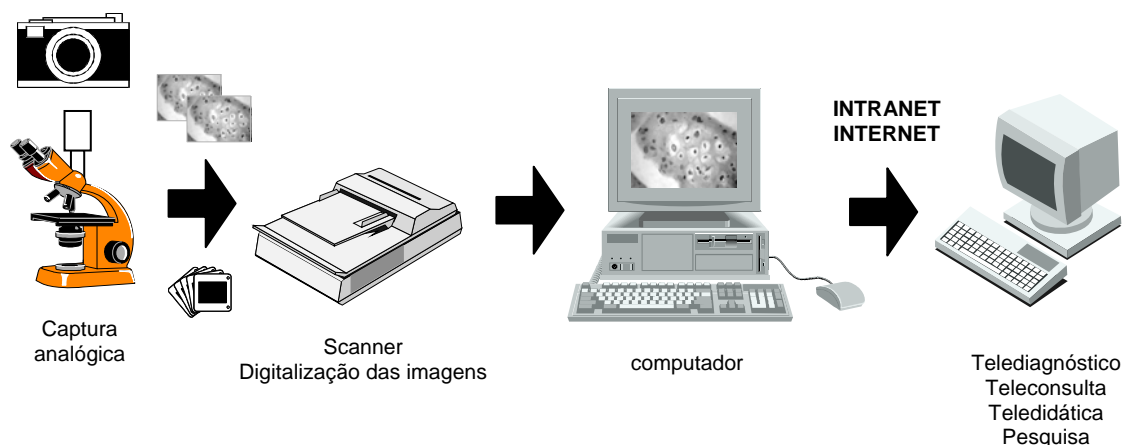


Figura IV.13. Câmera fotográfica tradicional como dispositivo de captura.

IV.5.2. Câmera fotográfica digital como dispositivo de captura.

Estação de trabalho muito utilizada e com diversos relatos na literatura, apresentando bom desempenho e acurácia diagnóstica com flexibilidade, pois as imagens são diretamente passadas ao computador, seja por meios diretos

como a conexão USB (presente na imensa maioria dos computadores atuais) ou meios indiretos como cartões de memória temporária (*flash cards, memory cards*), disquetes e cd-roms. Estação de trabalho também de baixo custo, apresentando facilidade de aprendizado e manuseio, além de ganho considerável no tempo de resposta diagnóstica (Figura IV.14).

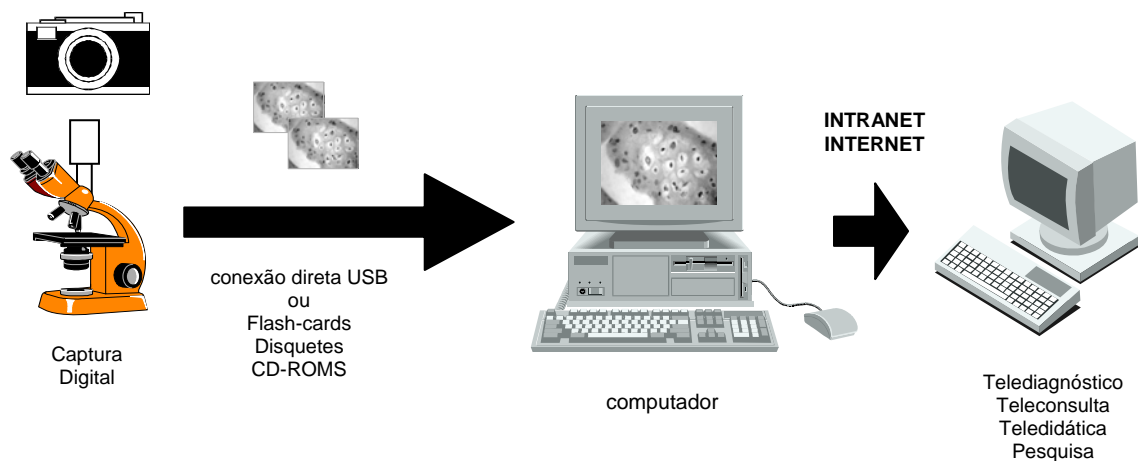


Figura IV.14. Câmera fotográfica digital como dispositivo de captura.

IV.5.3. Vídeocâmera analógica como dispositivo de captura.

Estação de trabalho também muito utilizada e com diversos relatos na literatura, apresentando bom desempenho e acurácia diagnóstica, com flexibilidade, pois as imagens são diretamente passadas ao computador, por meio de cabo S-vídeo (próprio para vídeo VHS) e requer a instalação de uma placa de captura para digitalização das imagens. Estação de trabalho também de baixo custo, apresentando facilidade de aprendizado e manuseio, além de ganho considerável no tempo de resposta diagnóstica. As estações de captura analógica vêm caindo em desuso devido ao advento das videocâmeras digitais com muito mais recursos e flexibilidade além de maior resolução (Figura IV.15).

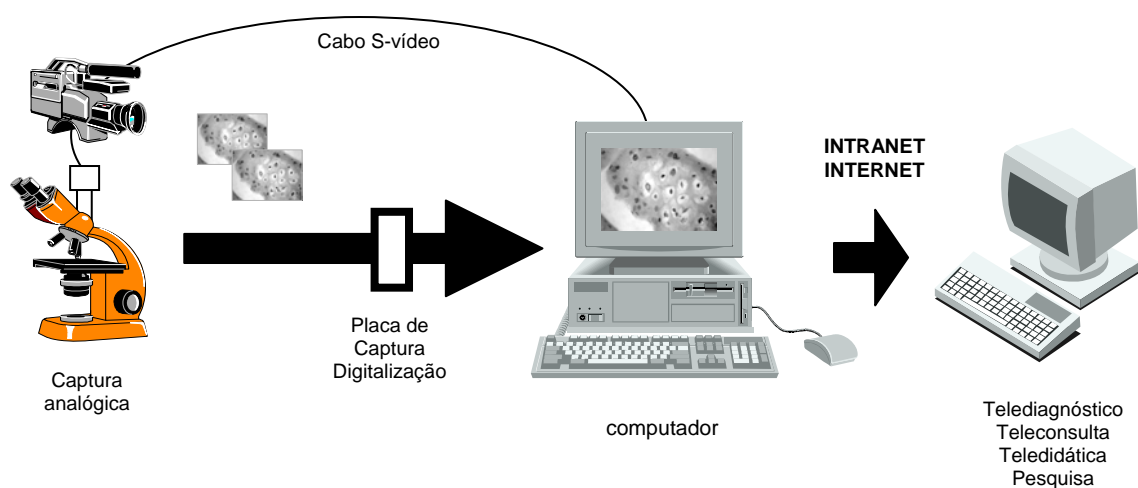


Figura IV.15. Vídeocâmera analógica como dispositivo de captura.

IV.5.4. Vídeocâmera digital como dispositivo de captura.

Estação de trabalho mais recomendada para videomicroscopia, apresentando bom desempenho e acurácia diagnóstica, com flexibilidade, pois as imagens são diretamente passadas ao computador, seja por meio direto como a conexão USB (presente na imensa maioria dos computadores atuais) ou por meio de cabos S-vídeo ou coaxial (Figura IV.16).

A videocaptura digital, apesar de requerer maiores investimentos, atualmente, é considerada a melhor forma de aquisição de imagens digitais em estações de trabalho telepatológicas, devido à flexibilidade de uso, melhor resolução do que a videocaptura analógica e a possibilidade de otimizar o propósito diagnóstico com conexões de rede em tempo real (inclusive) (Figura IV.17).

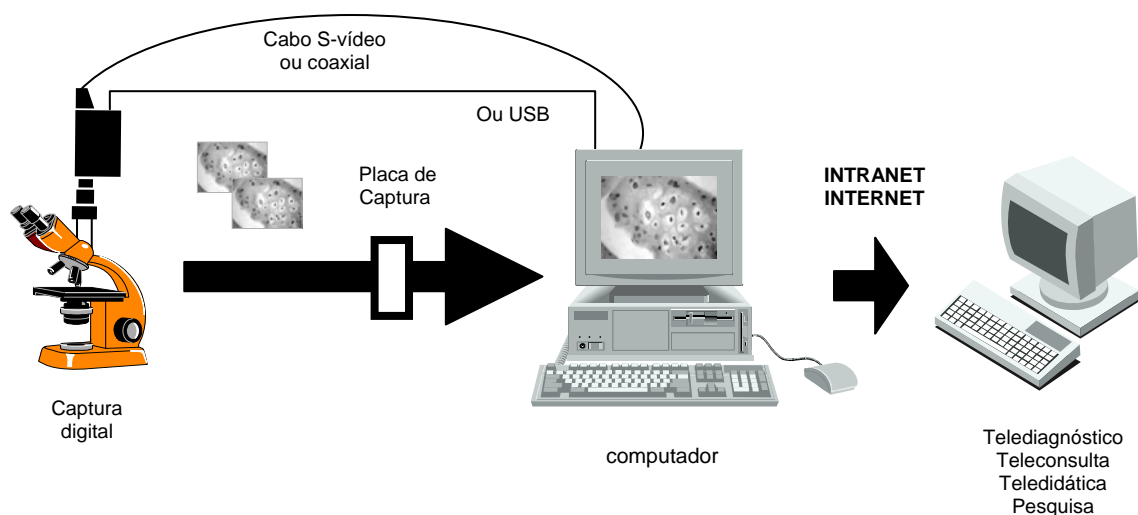


Figura IV.16. Vídeocâmera digital como dispositivo de captura.



Figura IV.17. Exemplos de estações de trabalho e aplicativo gráfico.
Fonte: The University of Pittsburgh Medical Center (U.S.A.); Spectrolab® e Anticorpos®.

IV.6. Outros dispositivos para estações de trabalho.

Outros dispositivos de captura de imagens digitais ou de facilitação no manejo podem ser incorporados como: *scanners* ou digitalizadores de superfície para a captura de imagens espaciais de peças cirúrgicas (Figura IV.18); microscópios polioculares com videocâmera digital para multiobservação (Figura IV.19); mesas digitalizadoras como instrumento em substituição ao mouse, localização de elementos na imagem ou apontamento em aulas (Figura IV.20); scanners de documentos para facilitar a transferência de laudos e dados complementares do caso em questão; dentre muitos outros.



Figura IV.18. Exemplo de *scanner* de superfície e “Tablet” – Mesa digitalizadora.
Fonte: The University of Pittsburgh Medical Center (U.S.A.)



Figura IV.19. Exemplo de microscópio poliocular com telepatologia integrada.
Fonte: The University of Pittsburgh Medical Center (U.S.A.)

IV.7. Telepatologia.

A telepatologia é definida como uma modalidade telemédica que associa conhecimentos de informática médica e imagem digital com recursos de telecomunicação. Devido a sua importância como ferramenta diagnóstica e importante elo tecnológico entre os campos de atuação da patologia humana - relacionando-se ainda, às atividades de consulta e educação médica a distância - é considerada hoje uma subespecialidade da patologia^[18].

O telepatologista é o médico que desenvolve propósitos de diagnóstico, didática ou pesquisa reunindo conhecimentos de informática médica, telemedicina e telemática com a sua formação em patologia.

A telepatologia, além das definições clássicas, é subdividida atualmente em duas modalidades:

- 1. Estática** - quando envolve os processos de captura, armazenamento, tratamento e envio de imagens digitais estáticas;
- 2. Dinâmica** – também chamada de interativa, associa tecnologias avançadas como robótica e videoconferência.

Na Tabela IV.1, dispomos as modalidades de telepatologia, de acordo com a literatura especializada^[18,56].

Tabela IV.1. Modalidades de Telepatologia.

 Informática médica

Telemedicina

Telepatologia
Telepatologia estática

Videomicroscopia

Armazenar e enviar ("store-and-forward" telepathology)

Telepatologia dinâmica

Microscopia robotizada

Microscopia virtual

 Telepatologia interativa e videoconferência

IV.7.1. Telepatologia Estática.

A prática da anatomia patológica à distância envolvendo a transmissão de imagens digitais fixas (estáticas), capturadas, escanerizadas, tratadas ou não, define a modalidade estática da telepatologia.

Alguns autores utilizam o termo *store and forward telepathology*, o que para nós, poderia ser traduzido como telepatologia de armazenar-e-enviar^[18,55,56].

De um extremo ao outro, ou seja, o patologista que envia e outro que consulta ou recebe, devem ser competentes e especializados em anatomia patológica e, o primeiro (transmissor) principalmente, que captura e seleciona as imagens, deve ter conhecimentos teóricos e práticos de patologia digital e informática médica. Os procedimentos de telepatologia estática visam não só o diagnóstico mas também a investigação de casos, didática e pesquisa médica.

Diversos autores, atualmente, dedicam espaço para a importância da inclusão de dados clínicos e laboratoriais do paciente, anexos às imagens enviadas. Os dados anexos de evolução do paciente complementam a atividade do patologista receptor, que retransmitem assim, um relatório diagnóstico mais confiável.

A comunicação entre centros de patologia cirúrgica com laboratórios de anatomia patológica universitários ou centros especializados privados, através de telepatologia estática, reduz significativamente o tempo de resposta diagnóstica, comparado a serviços de correio tradicional ou *currier*, além de promover o intercâmbio entre especialistas distantes destes centros, constituindo os processos de segunda opinião, tão importantes no caso de neoplasias, por exemplo (Figura IV.20).

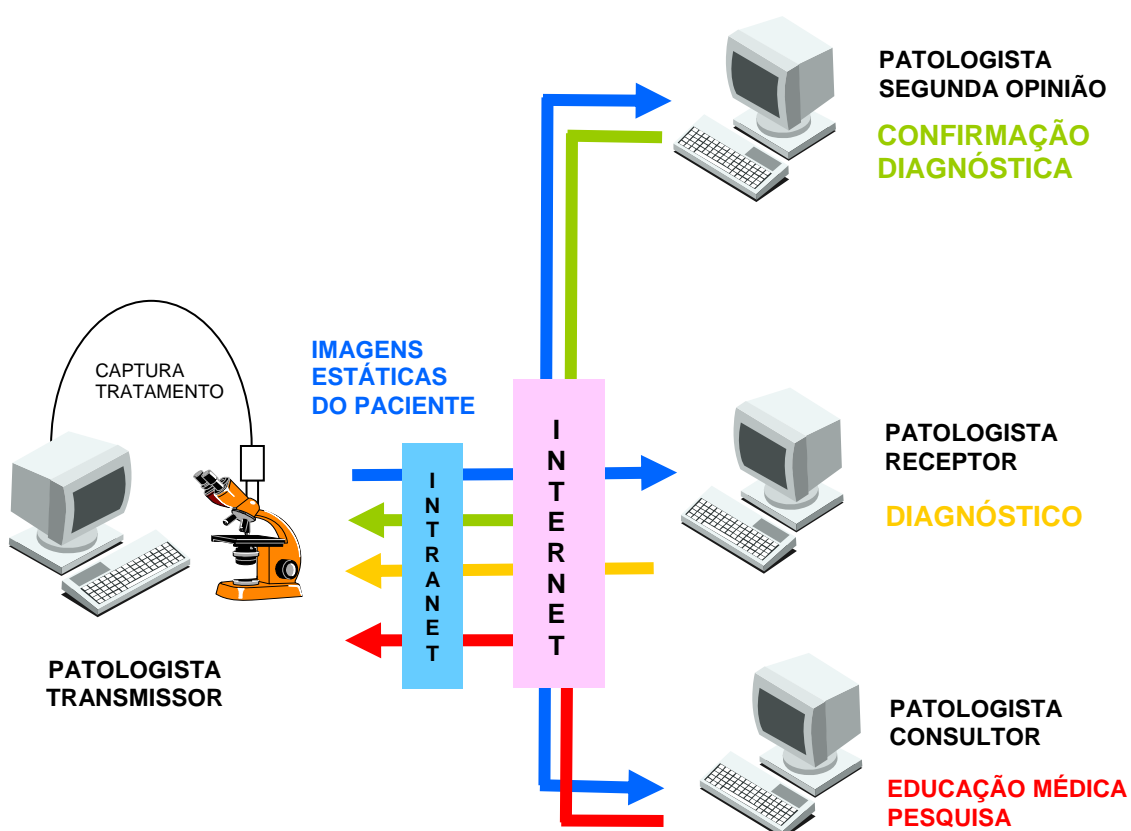


Figura IV.20. Telepatologia estática. Rotas de informação e diagnóstico em rede.

Patologistas em localidades rurais, áreas carentes ou de difícil acesso, podem comunicar-se, muitas vezes em tempo real (caso haja suporte de plantão), com centros e especialistas ao nível local e internacional, promovendo atividade telediagnóstica ou de intercâmbio de conhecimentos médicos.

Com o advento e popularização da internet, a grande velocidade de transmissão das fibras ópticas e os satélites, as *intranets* hospitalares podem interligar seus departamentos de anatomia patológica, patologia cirúrgica e patologia clínica, desde salas interpostas até centros especializados públicos ou privados do mundo inteiro. Para as atividades didáticas e de pesquisa são integradas as *intranets* hospitalares, internet e ambientes domésticos.

As formas de transmissão para diagnóstico e consulta via rede das imagens digitais em telepatologia estática são: correio eletrônico (e-mail), protocolo ftp, páginas web e programas específicos que facilitam a operação de captura e envio.

A telepatologia estática pode ser aplicada a todas as áreas de atividade do patologista seja em anatomia patológica, patologia cirúrgica ou patologia clínica. Na tabela IV.2, procuramos resumir as principais aplicações da telepatologia estática^[18,55,56].

Tabela IV.2. Aplicações da telepatologia estática.

Telepatologia**Telepatologia Estática****Anatomia patológica e Patologia cirúrgica**

- Congelação
- Biópsias
- PAAF
- Citopatologia
- Necropsias

Patologia clínica

- Banco de sangue
 - Citogenética
 - Análise de DNA
 - Hematologia
 - Microbiologia
 - Urinálise
-

IV.7.2. Telepatologia Dinâmica.

Quando o telepatologista emprega tecnologias mais avançadas como microscopia robotizada e microscopia virtual em tempo real, classificamos como telepatologia dinâmica^[18].

A telepatologia dinâmica, também denominada interativa, demanda vultosos investimentos, em grande parte proibitivos para a maioria das instituições (principalmente países subdesenvolvidos), requer manejo muito especializado com técnica refinada (microscópios robóticos e programas aplicativos de controle remoto) e conexões de alta velocidade de transferência de dados (banda larga) para melhor desempenho.

Em telepatologia robótica, o patologista remoto (receptor), em tempo real, pode controlar a platina do microscópio (robotizado) que está na estação de trabalho do patologista controlador, analisando o caso remotamente. O patologista remoto seleciona ativamente ou interativamente as imagens que deseja armazenar; as imagens digitais são transmitidas e armazenadas de forma imediata (Figuras IV.21, IV.22 e IV.23)^[18].

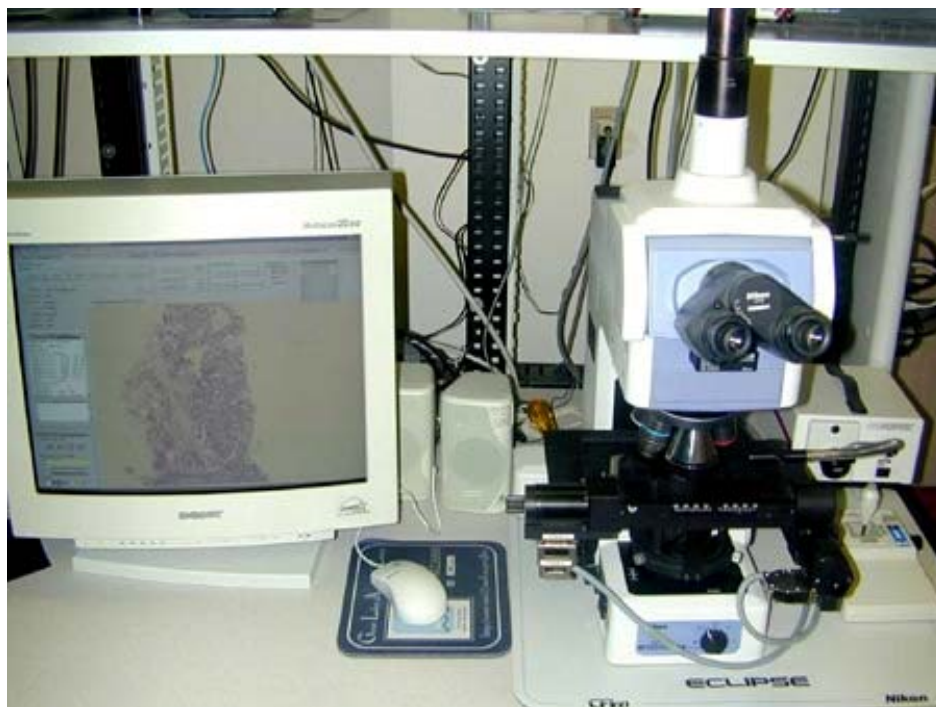


Figura IV.21. Telepatologia dinâmica. Detalhe da foto anterior - microscópio robotizado.

Fonte: The University of Pittsburgh Medical Center (U.S.A.)



Figura IV.22. Outros exemplos de microscópios robotizados e “joystick” de controle.

Fonte: Institut für Pathologie, Universitätsklinikum Charité, Berlin and Leica Microsystems Wetzlar GmbH, Alemanha.



Figura IV.23. Exemplo de programa aplicativo de controle remoto de um microscópio robotizado. Visão do patologista remoto.

O microscópio virtual ou slide virtual em patologia é uma modalidade de telepatologia dinâmica, mas utiliza a técnica de telepatologia estática. Trata-se de uma interessante alternativa aos altos custos da telepatologia dinâmica. O patologista remoto acessa uma página da internet com um programa interativo, que permite a movimentação por vários campos de uma lâmina, simulando uma técnica telepatológica robotizada. Na verdade, diversas imagens digitais são escaneadas (campos da mesma lesão) e justapostas por programa aplicativo gráfico. Com teclas de movimento (direita, esquerda, acima, baixo e em alguns, diagonal) o patologista “passeia” pela lâmina, fazendo um diagnóstico mais preciso, já que o conteúdo panorâmico da lesão lhe é proporcionado. Alguns modelos de microscópio virtual possuem opção “zoom” ou “magnify” que permitem ainda aproximação (simulando aumentos) de detalhes importantes, principalmente celulares (Figura IV.24).

Algumas desvantagens devem ser citadas como, por exemplo, a lentificação do processo (relacionada à digitalização de grandes áreas

seqüenciais de uma lâmina com várias imagens digitais para justaposição) e treinamento de pessoal. Problemas na técnica de telepatologia estática podem aparecer nesta modalidade como, por exemplo, a seleção inadequada dos campos, focalização e tratamento das imagens digitais (previamente armazenadas) para compor a justaposição que caracteriza as imagens geradas pelo microscópio virtual ou mais propriamente dizendo, slide virtual em patologia.

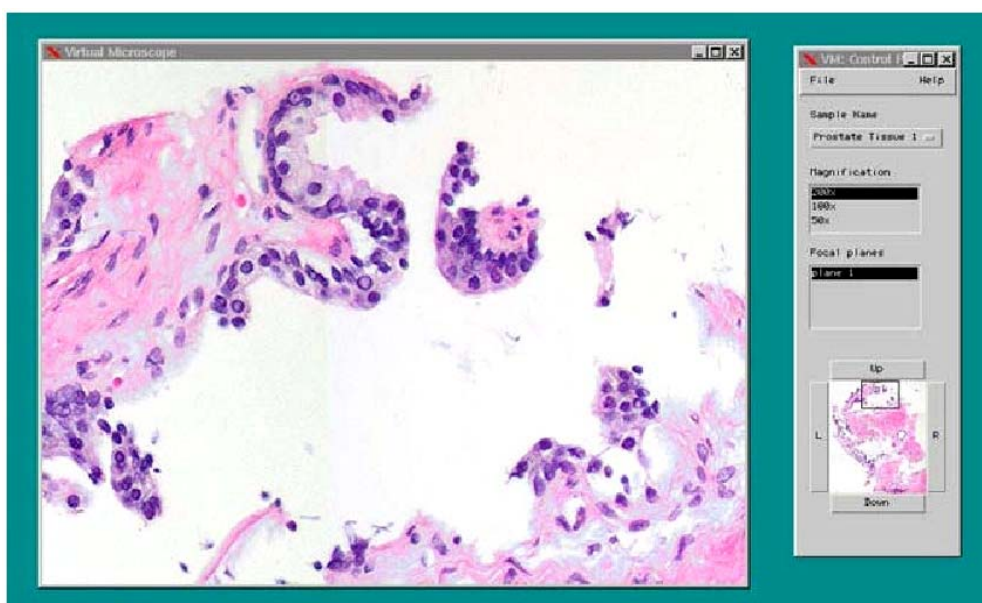


Figura IV.24. Exemplo de programa aplicativo de controle remoto de microscópio virtual.

Outra forma de praticar a telepatologia dinâmica ou interativa com alta tecnologia em multiobservação por rede é a telepatologia por videoconferência. Vários patologistas em diferentes localidades discutem possibilidades diagnósticas com imagens digitais geradas simultaneamente de um mesmo caso (Figura IV.25).



Figura IV.25. Telepatologia interativa - videoconferência.

V MATERIAL E MÉTODO

V.1. Pesquisa bibliográfica e critérios.

Estudo retrospectivo através da revisão sistemática da literatura médica especializada onde foram consideradas as publicações em periódicos, jornais e revistas, nos últimos onze anos (período 1995-2006), abordando a experiência de serviços universitários ou laboratórios na implantação da imagem digital e da telepatologia nos processos diagnósticos de rotina ou como instrumento de educação médica à distância.

Para obter os artigos e trabalhos realizamos consultas na rede mundial de computadores (internet) ou nas bibliotecas da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Na pesquisa bibliográfica na *internet* foram pesquisados os recursos e conteúdo do MEDLINE (Pubmed), Portal Periódicos da Capes, CNPq e sites motores de busca como o *Google* e *Yahoo*.

Foram considerados os artigos e trabalhos mais expressivos, aqueles publicados, preferencialmente, em periódicos reconhecidamente importantes e referenciados na área da patologia e especialidades clínicas ou cirúrgicas relacionadas a esta (*Human Pathology, Pathology, Current Diagnostic Pathology, The Journal of Pathology, Journal of Clinical Pathology*) que abordassem revisões comentadas da literatura, experiência pessoal ou institucional no uso de estações de trabalho orientadas ao uso da imagem digital e as do tipo telepatológicas, que utilizassem como critérios de avaliação dos resultados:

1) sensibilidade; 2) especificidade; 3) acurácia diagnóstica das amostras digitais; 4) valores preditivos negativo e positivo; 5) observação direta em porcentagem das taxas de concordância ou discordância entre os diagnósticos intra-observador (microscopia óptica, à lâmina) e inter-observador (microscopia virtual, remota).

V.2. Material e estação de trabalho.

Foram utilizadas imagens digitais com valor diagnóstico, macro e microscópicas, captadas de lâminas de casos e fotos de procedimentos diagnósticos em neuropatologia (fragmentos de tecidos (biópsias), peças anatômicas (cirúrgicas ou necropsias) e procedimentos de congelação) do Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle (Escola de Medicina e Cirurgia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO), objetivando proporcionar ênfase, demonstração e abordagem prática aos fundamentos encontrados nas publicações internacionais.

As imagens foram capturadas e tratadas em estação de trabalho microcomputadorizada orientada ao uso de imagem digital e telepatologia estática, integrando um computador Pentium 4 3.0 Ghz HT, memória RAM de 1 Gb, 2 Hds de 80 e 120 Gb, CPU Intel 865, monitor CRT tela plana a 1024x768, placa de vídeo/captura ATI 9800 al-in-wonder, teclado e mouse.

V.3. Proposta de protocolo.

A partir da observação dos resultados obtidos com a revisão sistemática da literatura e a demonstração de rotina em neuropatologia, proporemos ao final da discussão um protocolo de rotina com a finalidade de facilitar e corrigir ações do uso da imagem digital como ferramenta diagnóstica no cotidiano profissional do médico patologista.

VI RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao nível nacional, a pesquisa bibliográfica sobre tratamento de imagens digitais com finalidade diagnóstica e telepatologia, foi escassa e não atendeu aos critérios adotados em nossa metodologia. Não foram encontrados artigos ou trabalhos específicos na área, mas podemos encontrar citações em artigos relacionados à telemedicina ou aplicações de informática na área de patologia. Consideramos, assim, a experiência pessoal ou institucional de autores norte-americanos e europeus.

Operar microcomputadores ou estações de trabalho orientadas ao uso de imagem digital requer do anatomopatologista, além da proficiência em anatomia patológica, conhecimentos em informática médica, tratamento digital de imagens e telemedicina; o que na prática, significa não só saber utilizar um computador, mas lidar com periféricos e programas específicos orientados à captura, digitalização e tratamento de imagens, além de disponibilizar este conteúdo na internet^[6,13].

A telepatologia associa conhecimentos de informática médica e tratamento digital de imagens por computador, com recursos de telecomunicação, relacionando-se às modalidades telemédicas de telediagnóstico, teleconsulta e teleducação.

A telepatologia – seja ela estática, quando envolve os processos de captura, armazenamento e envio de imagens estáticas ou, dinâmica, quando associada à *internet* (videoconferências) com conceitos avançados como microscópios virtuais ou robotizados – detém hoje grande importância para a didática, pesquisa e prática da patologia, constituindo um vasto mundo de possibilidades.

Discutir as aplicações, vantagens e desvantagens do uso da imagem digital e da telepatologia como ferramentas diagnósticas requer a observação de fatores humanos e materiais. Fatores humanos são aqueles relacionados à interação do médico patologista com os equipamentos presentes na estação de trabalho de telepatologia, ou seja, a ação específica do profissional (humana) capaz de modificar, melhorar ou dificultar a análise das amostras. No estudo dos fatores materiais inclui-se a avaliação técnica dos recursos de informática e telecomunicação considerando requisitos mínimos dos sistemas aplicáveis, correta configuração e adequabilidade para as práticas de laboratório em patologia^[55,56].

Fatores humanos

Fatores humanos no uso da imagem digital e nos procedimentos de telepatologia incluem aptidão, habilidade, atitude e percepção^[56].

Weinstein et al observaram que oferecendo diversas imagens digitais para análise, sob diversas resoluções a patologistas, estes determinaram que a quantidade de campo era mais importante do que a qualidade da imagem; entretanto, estudos como o de Nordrum et al, Eide e Nordrum e Doolittle et al, apontaram que a quantidade de campo e a resolução trabalhada, devem ser as melhores possíveis, desde que ofereçam confiabilidade diagnóstica. Estes estudos chamaram a atenção para as imagens digitais que, às vezes, com menor quantidade de bits de cor (menor qualidade) foram suficientes para o diagnóstico quando proporcionaram vários campos da lesão estudada^[15,17,38,56].

O conjunto campo-resolução deve ser o melhor possível, harmônico e competente, independentemente de valores absolutos, para a acurácia diagnóstica (Figura IV.1).

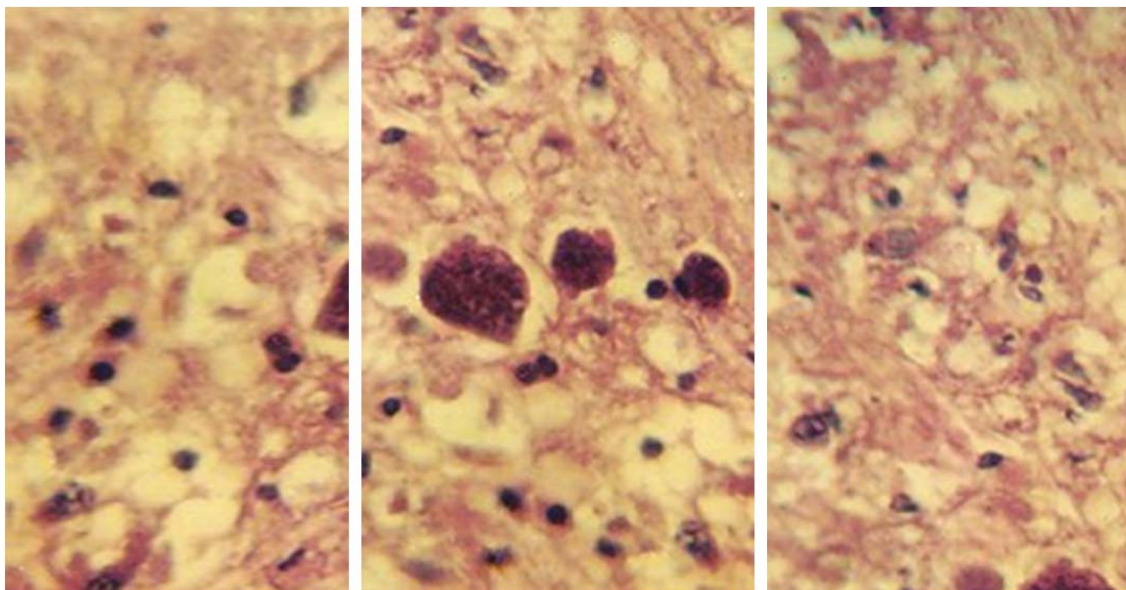


Figura VI.1. Imagem digital ao centro apresentando boa relação entre seleção de campo e resolução final onde a observação de cistos com parasitos, em lâmina de caso de Toxoplasmose e demais estruturas proporciona harmonia e análise segura; entretanto, as imagens do mesmo caso, aos extremos direito e esquerdo, demonstram insuficiente relação campo-resolução. Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

Se considerarmos o uso adequado da imagem digital, torna-se importante a correta configuração da resolução dos equipamentos dispostos na estação de trabalho telepatológica, pois a baixa resolução à análise (patologista receptor) tem sido um dos maiores problemas reportados por diversos autores (Figura IV.2) ^[19,29,44,47,58].

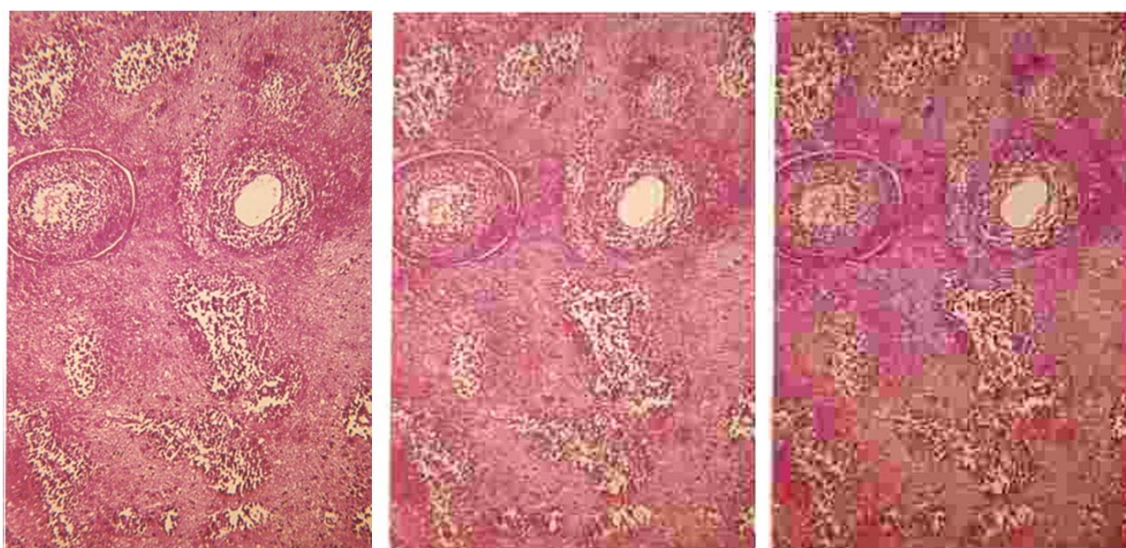


Figura VI.2. Imagem digital observada com decréscimo de resolução da esquerda para direita. Imagem digital capturada de lâmina com diagnóstico de Linfoma primário do Sistema Nervoso Central. Observar a dificuldade de discernir detalhes nas imagens de menor resolução.

Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

O programa de telepatologia da Universidade do Arizona nos Estados Unidos da América vem catalogando problemas relativos ao diagnóstico a partir de imagens digitais, citando, por exemplo: as dificuldades no estadiamento de tumores; subestimá-los devido à baixa resolução (discriminação de detalhes); ou pequena quantidade de campo (áreas da lesão) nas imagens enviadas para análise^[56].

Processos de implantação do uso da imagem digital e de telepatologia devem, preferencialmente, listar as dificuldades que possam aparecer no manejo da estação de trabalho e se possível promover o intercâmbio de soluções aplicáveis ao sistema. Vale ressaltar que a maioria dos problemas são minimizados com a correta configuração dos equipamentos.

Dunn et al relataram a dificuldade de identificar *H. pylori* em imagens digitais. Estudos em telemicrobiologia têm demonstrado dificuldades de observação de cocos, principalmente os gram-negativos^[16].

A relação entre a correta seleção de campo da lesão e a qualidade da imagem digital, é classificada, por muitos estudos, como a de maior impacto para a acurácia diagnóstica em um processo de diagnóstico por imagem digital ou de caráter telepatológico. Tais estudos concluem que uma imagem digital para análise deve apresentar suficiente qualidade e correta escolha de campo, e não somente várias imagens aleatórias com grande quantidade de campos da lesão. Na hipótese de análise sobre neoplasia maligna em uma imagem em telecitopatologia, várias amostras com excelente resolução e numerosos campos, mas sem visualização de células com potencial de malignidade, inviabilizam totalmente o diagnóstico^[12,19,20,28,34,55,59,63].

Em paralelo, diversos trabalhos como o de Bruce et al. em 2003, identificaram o potencial de erros relacionados à manipulação do patologista que opera a estação de trabalho de telepatologia estática, ou seja, aquele que seleciona, trata e envia as imagens^[58]. É sugerido que a maior parte dos erros encontrados nos processos telepatológicos está relacionada aos erros que ocorrem na seleção de campo e na edição das imagens digitais, reduzindo

consideravelmente a acurácia diagnóstica, ao dificultar o trabalho dos patologistas que analisam as amostras (receptores) ou aqueles que consultam (Figura VI.3) ^[3,23,25,33,35,39,45,53,55].

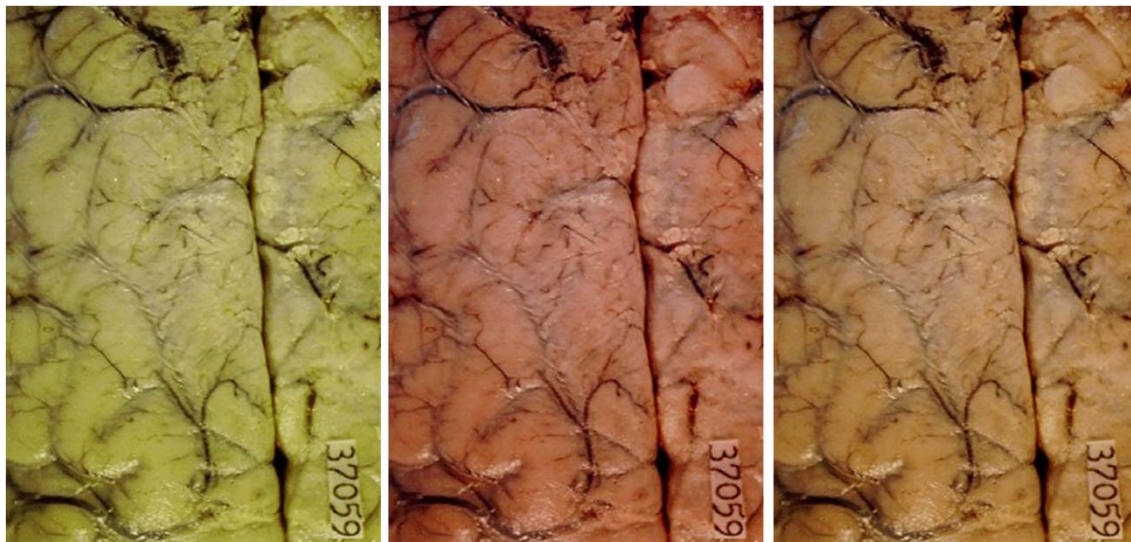


Figura VI.3. Correção de cor. Observa-se na terceira imagem à direita, a correção final sobre as duas anteriores. Imagem macroscópica captada de caso de Meningite Aguda com espessamento meníngeo devido ao exsudato fibrinoleucocitário. Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

Outro aspecto importante, registrado na literatura especializada, também relacionado com o processo de seleção do campo, é o da escolha do aumento apropriado. Em procedimentos de congelação, a observação inequívoca de atipias celulares ou a ausências destas, aumentos inapropriados para lesões inflamatórias com diagnósticos aberrantes de neoplasias, além de pequena oferta de imagens sob diversos aumentos, são exemplos encontrados em diversos artigos e trabalhos que tratam de problemas na investigação diagnóstica em telepatologia estática ^[1,7,19,45,54,56,59].

Willians et al (2003), abordaram a importância da correta seleção de campo com aumento apropriado no processo de digitalização de imagens de imunohistoquímica. Estabeleceram ainda critérios válidos de imunopositividade em uma amostra digital estática, a saber: (1) presença de células positivamente marcadas e que realmente possam ser identificadas como tal; (2) visualização

de marcação de positividade intracelular sob aumento apropriado; e (3) presença de controle interno positivo dentro dos limites do campo capturado^[58].

Foco inadequado ou completa ausência deste, também inviabiliza as amostras digitais armazenadas ou enviadas para consulta e análise. Estudos demonstram que a dificuldade de focalização ocorre geralmente para pequenos aumentos, talvez pela incapacidade da videocâmera utilizada – principalmente as mais antigas – ao dispor de poucos pontos de resolução, de registrar a imensa quantidade de detalhes visuais presentes nas amostras ditas panorâmicas ou de pequeno aumento, mais especificamente, estamos falando de aumentos de 2x, 4x até 10x (Figura VI.4).

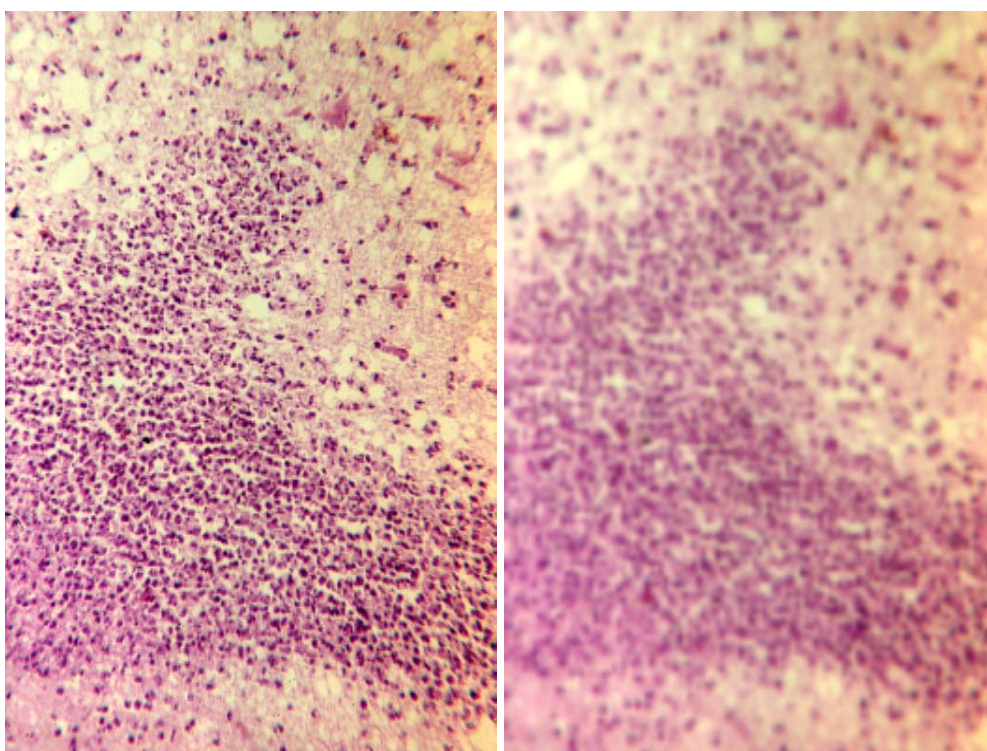


Figura VI.4. Focalização incorreta. Comparação entre imagens digitais onde a imagem à direita dificulta a análise do caso pelo patologista receptor. Imagem capturada de lâmina com quadro de edema do tecido cerebral e denso exsudato fibrinoleucocitário.

Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

Além da resolução da videocâmera (preferencialmente digital e acima de 450 linhas), a resolução da máquina fotográfica (se este for o método de

captura, a ideal acima de 3 megapixels), da placa de captura, do monitor (no qual o patologista seleciona e trata as imagens, o ideal acima de 17 polegadas) e da ação do programa que faz o congelamento (*pause*) da imagem, podem também influir na real dificuldade de focalização. A experiência do telepatologista com o equipamento e a técnica empregada, além do bom senso, tornam-se primordiais nos processos de focalização, pois é sabido que o processo de captura em alguns casos pode inevitavelmente trazer a perda de detalhes.

Problemas de focalização costumam ser minimizados quando as amostras do mesmo caso são visualizadas em maiores aumentos (acima de 20x) e observada a correta utilização do programa ou aplicativo de captura (geralmente fornecido com a placa ou dispositivo) no momento do *click* capturador do procedimento. Capturar várias imagens, desprezando as amostras inapropriadas, torna-se de grande valia para o aperfeiçoamento do processo telepatológico.

Ressaltamos que problemas relativos à seleção de campo, do aumento e da focalização, são, geralmente, minimizados em sistemas de telepatologia dinâmica com microscópios robotizados, onde patologistas remotamente localizados têm a oportunidade de avaliar e escolher melhores campos de visualização sobre o tecido ou líquido avaliado. Entretanto, os investimentos para a implantação de estações de trabalho para telepatologia dinâmica demandam recursos (equipamentos, treinamento e integração) ainda proibitivos para a maioria das instituições públicas de saúde ou de ensino médico.

Tsuchihashi et al observaram em interessante estudo que a otimização dos processos de compressão por JPEG podem constituir-se como uma excelente alternativa com custos mínimos de qualidade para o observador; concluiu tabulando pontos e detalhes finos e críticos das imagens desde originais em BMP (acima de 1 megabyte) até as imagens digitais resultantes em JPEG com mínimos 15 a 29 kbytes (Figura VI.5)^[50].

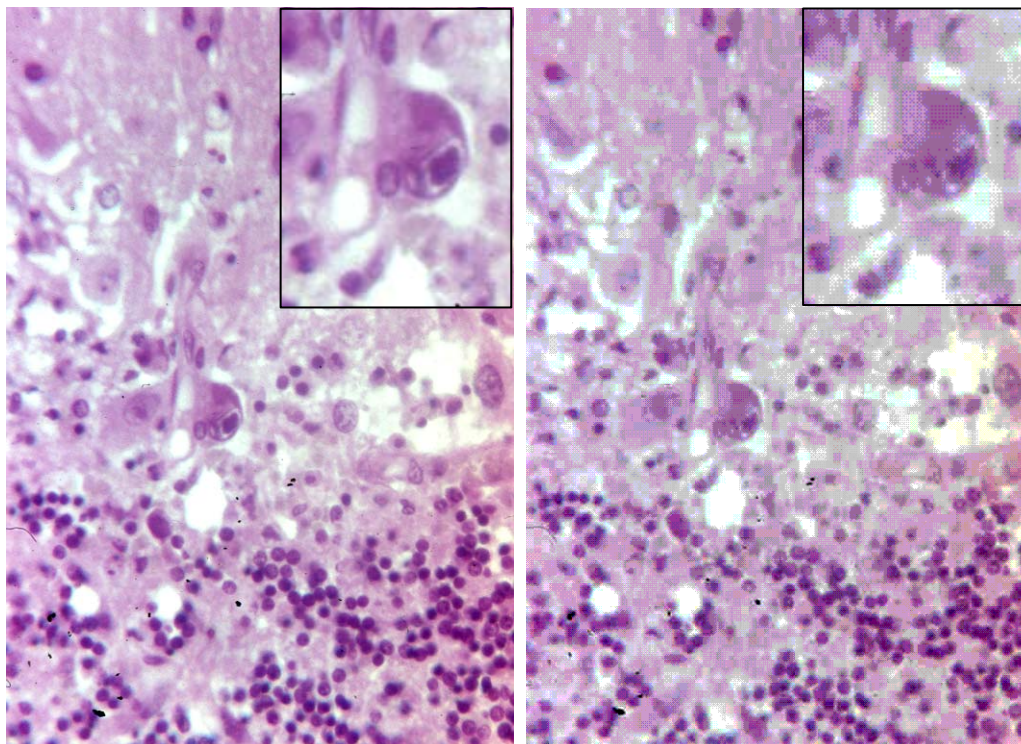


Figura VI.5. Cuidados à compressão das imagens digitais. Observamos à direita, tanto na imagem total quanto no detalhe, a perda de detalhes importantes para o diagnóstico que pode ocorrer quando não observados os cuidados com o formato de compressão e a qualidade final da imagem. O diagnóstico de citomegalovirose nesta lâmina com quadro de endodermite fica bem mais claro na imagem e detalhe à esquerda (BMP) e dificultado na imagem sob JPEG não otimizado à direita. Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

Marcelo et al, em estudo randomizado nos departamentos interligados aos setores de patologia das Universidades de Illinois e Cincinnati (E.U.A) e recrutando médicos residentes e especialistas em anatomia patológica, avaliaram a compressão das imagens de tecidos ou líquidos de conteúdo inflamatório, pós algoritmo JPEG. Concluíram que sob apropriada configuração e manejo adequado do equipamento, as imagens comprimidas por JPEG não apresentaram perda considerável de qualidade e nem afetaram a acurácia diagnóstica, quando comparadas às mesmas imagens não comprimidas (BMP)^[34].

Deve-se otimizar o quanto possível a compressão por JPEG (muitos aplicativos gráficos já apresentam esta modalidade, onde permitindo um volume pouco maior do arquivo, ganha-se muito na qualidade final da imagem);

ou BMP, se as condições de tráfego permitirem ou a otimização por JPEG não for satisfatória.

Parâmetros como contraste, em imagens digitais mal definidas, e brilho, em amostras com baixa iluminação, podem ser ajustados com a correta utilização dos filtros existentes nos aplicativos gráficos ou da prática e rápida “barra de ferramentas gráficas” dos aplicativos padrão Office[®] for Windows[®] que a maioria dos computadores possui instalado (Figura VI.6).

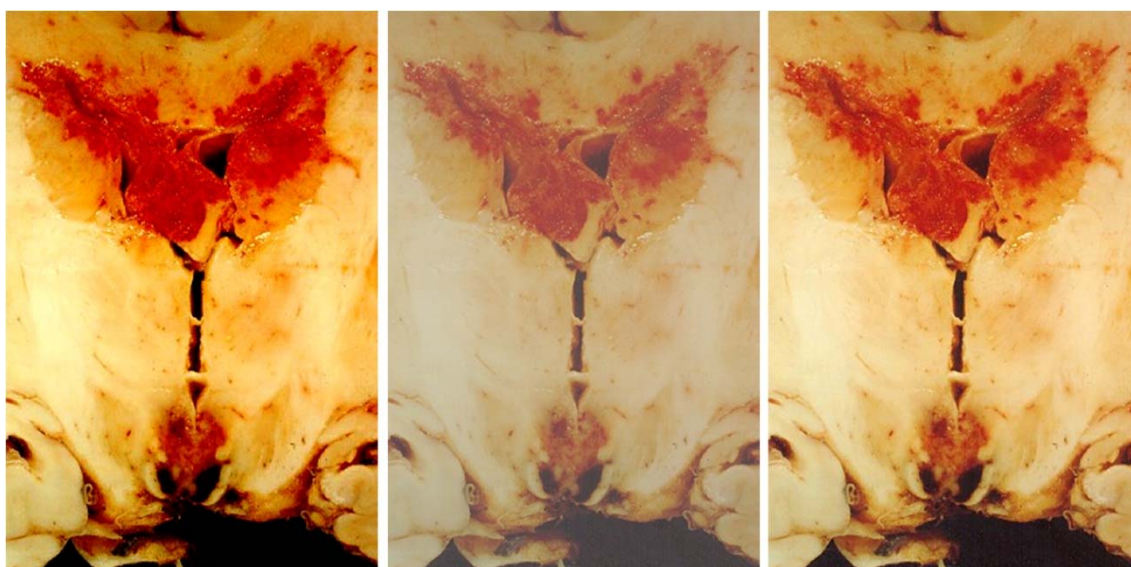


Figura VI.6. Contraste e brilho. Observa-se na terceira imagem à direita, a correção final sobre as duas anteriores. Imagem macroscópica de caso de Linfoma primário do SNC com espessamento da parede ventricular. Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

Leong et al, ressaltaram a perda de iluminação que muitas imagens de microscopia sofrem nos processos de videocaptura digital, observada tanto na análise ao monitor quanto à impressão, e defenderam a utilização de aplicativos gráficos e filtros para sua correção^[31].

Brox et al, analisando aplicativos gráficos, concluíram que o tratamento de imagens digitais por patologista familiarizado com edição digital e telepatologia, não altera significativamente o seu conteúdo, e pelo contrário, muitas vezes recuperou detalhes importantes para o diagnóstico^[9]. Contudo,

sugeriu padrões de uso, que estabelecessem limites para a edição ou tratamento digital de imagens de microscopia, para o propósito diagnóstico. É sugerido assim, uma clara preocupação com os excessos nos procedimentos de tratamento digital, que devem ser feitos e supervisionados por anatomopatologistas e telepatologistas experientes^[5,22,56].

Parâmetros técnicos do microscópio, geralmente trioculares, também podem influenciar no resultado final das imagens e têm sido motivo de relatos em alguns estudos, a saber: (1) deficiências de iluminação, (2) luz excessiva obscurecendo detalhes finos das células avaliadas, (3) alinhamento impróprio de condensador, diafragma ou aberturas que causam aberrações em detalhes de cromatina nuclear ou periferia celular (especialmente em pequenos aumentos) e (4) irregularidades nas lentes do sistema óptico do microscópio (Figura IV.7)^[4,58].

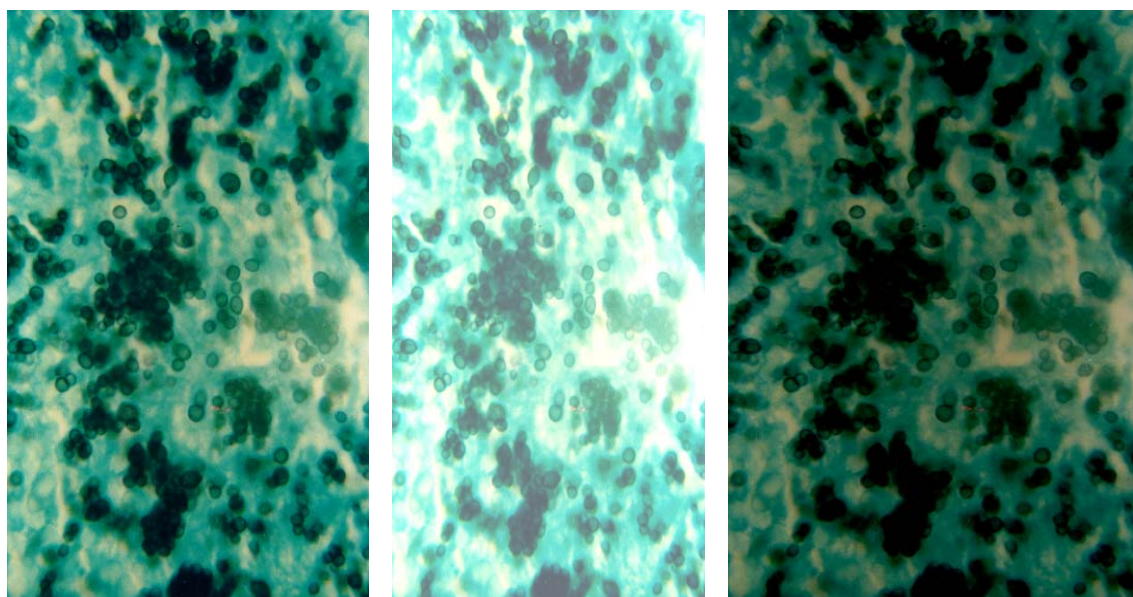


Figura VI.7. Em relação à imagem capturada original à esquerda, as duas imagens digitais subseqüentes revelam problemas de análise devido a parâmetros técnicos incorretos do microscópio. Lâmina de criptococose (linfadenite parasitária) apresentando na imagem central, excesso de luminosidade borrando detalhes, e à direita, perda de luminosidade.

Fonte: Laboratório de Anatomia Patológica do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle/UNIRIO.

Procedimentos externos à estação de trabalho para telepatologia como a preparação laboratorial das lâminas ou cortes de tecido inadequados, podem influir também no processo telepatológico quando apresentam muitos artefatos,

marcação fraca ou errônea em imunoistoquímica, preservação precária, escassez de elementos tissulares/celulares ou material degradado de qualquer modo capaz de dificultar a visualização à microscopia óptica^[56,58].

Outra recomendação ligada à intervenção humana pode ser citada com base no estudo de Leong et al, onde sugeriram que a acurácia diagnóstica de uma amostra poderia ser aumentada, se anexos às imagens digitais, fossem também disponibilizadas informações (texto) contendo dados clínicos e exames complementares sobre o caso. Concluíram citando o desenvolvimento com recursos próprios de aplicativo de captura das imagens, que sob interface amigável e otimizada, disponibilizava automaticamente texto complementar anexo às imagens^[30].

É recomendável a adoção de formulários que serão enviados em conjunto com as imagens digitais, cujo preenchimento deveria ser obrigatório, com texto claro e preciso, e apresentando duas vias: aquela representativa do telepatologista que operou a estação de trabalho telepatológica (selecionando, tratando e enviando as imagens) com os dados clínicos e complementares do caso; e, a outra via, onde será registrado o resultado da análise do patologista receptor ou consultor.

Fatores materiais

Questões gerais, relacionadas à acurácia diagnóstica e a variabilidade intra- e interobservador, no uso de equipamentos em estações de trabalho telepatológicas, têm sido alvo de poucos estudos. Observa-se na literatura, a preocupação com a performance humana frente às estações de trabalho, resultando na grande maioria dos trabalhos encontrados^[8,41,56].

A instituição de pesquisa ou centro de análise, pública ou privada, onde está o laboratório de anatomia patológica que abriga a estação de trabalho de telepatologia, deve fornecer suporte e procedimentos de manutenção dos

equipamentos além de proporcionar cabeamento de rede (telefônica ou *intranets*) aplicável, preferencialmente com alta velocidade de dados. Os departamentos com equipamentos de telepatologia podem minimizar eventuais problemas de funcionamento adquirindo marcas reconhecidas e contratando suporte de manutenção de qualidade, além de dispositivos confiáveis de *backup* e *no-break* (prevenindo perda de dados) ^[56,58].

A experiência com programas e equipamentos de uma estação de trabalho em telepatologia, é gradual, se possível compartilhada e muito mais dependente de prática diária do que teoria, entretanto, recomenda-se seguir os padrões de ajustes ou configuração dos manuais destes programas e equipamentos, lembrando que em determinadas ocasiões, deverá ser feita uma “sintonia fina” de modo que alguns ajustes serão necessários para o trabalho com imagem digital e telepatologia.

Avaliar ou comparar equipamentos em sistemas de imagem digital é um desafio e alguns estudos relatam as seguintes dificuldades: (1) complexidade do campo da patologia com muitos diagnósticos possíveis; (2) quantidade limitada de estações de trabalho; (3) variedade de tecnologias, marcas e especificações de equipamentos que possam ser adaptados à telepatologia; (4) inexperiência da imensa maioria dos patologistas com patologia digital e telepatologia, e (5) inexperiência de patologistas com questões gerais como o uso básico de computadores e telecomunicações ^[56].

Weinstein et al, relatou que a dificuldade de recrutar à distância, patologistas familiarizados com as características técnicas e no manejo de equipamentos presentes em estações de trabalho telepatológicas, compromete os estudos de avaliação ou comparativos entre equipamentos adaptados ao uso da imagem digital ou telepatologia ^[56].

Outro aspecto importante reside na conexão de rede. Embora não necessária em procedimentos primários de edição digital, para desenvolver telepatologia como ferramenta diagnóstica ou para atividades didáticas e de

pesquisa, a conexão seja em *intranets* corporativas (hospitais e centros) ou internet (mundial), é fundamental.

Wells e Souter (2000) relataram que a velocidade de transferência de dados (largura de banda), por vezes, tornou-se um problema residual na avaliação da telepatologia como ferramenta diagnóstica. É recomendável adotar conexões próprias e individuais com alta velocidade (banda larga, acima de 256 kb/seg) ou conexões telefônicas de acesso discado, com bom padrão, livres de interferências, que atinjam pelo menos 56 kb/seg) além de agilizar o processo com compressão otimizada das imagens (JPEG) ^[27, 57].

Quanto aos investimentos necessários, alguns trabalhos fazem interessantes estudos comparativos, desde a adoção de simples sistemas de telepatologia de baixo custo até complexas e caras estações de trabalho telepatológicas com microscópios robotizados ^[43,51,56].

Della Mea et al (2000) apontaram o alto custo dos equipamentos, como entrave à implantação de telepatologia, e citam interessante comparação entre um serviço de ambulâncias e outro de telesocorro/telepatologia quanto à produtividade e custos relativos em procedimentos de congelação ^[11].

Zhou et al (2000) utilizando modelo híbrido de telepatologia estática, capturando e transmitindo, em tempo real, imagens em alta resolução (1.520 x 1.144 pontos), concluíram que, ainda sob um modelo de alto custo, o investimento em equipamentos proporcionou confortável acurácia diagnóstica ^[62].

Implantação e integração

Obstfelder (2003) analisou o processo de implantação de um programa de patologia em rede, entre os departamentos de patologia da universidade de Noruegian/Inglaterra e hospitais locais, e chamou a atenção para as dificuldades encontradas na cooperação, coordenação e disponibilidade de

informação, relacionadas à divulgação e aceitação de um programa telemédico baseado em telepatologia^[40].

Aspectos legais e de segurança

Em patologia digital e telepatologia, se levarmos em conta que as imagens são de pacientes, no tratamento destas, além do que deve ser realçado, armazenado e transmitido, questões sobre segurança, ética e responsabilidade devem nortear todo o processo.

Agbamu e Sim (1997) alertaram que os procedimentos de segurança na transmissão de dados telepatológicos são muitas vezes ignorados, enquanto que Walter GF e Walter KF (2003), em estudo baseado em teleneuropatologia e tomando como exemplo a lei de telemedicina hoje vigente na Comunidade Européia, abordaram a necessidade de criação de leis específicas para a prática da telepatologia, tanto para assegurar o paciente quanto ao “teledoutor” [2,14,18,48,52].

Importância no contexto médico atual

Considerando os fatores humanos e materiais com seus muitos aspectos, as muitas aplicações e as vantagens do uso da imagem digital como ferramenta diagnóstica, muitos autores dedicam seus estudos à definição da telepatologia como especialidade e importante elo tecnológico entre os diversos campos da patologia, além de significar importante referencial para a patologia moderna (Tabela VI.1) [18,24,26,36,46,56].

Weinsten et al (2001) concluíram que relacionado a performance humana, os sistemas de telepatologia oferecem acurácia diagnóstica de 74% a 88% sob rígidos critérios, enquanto que sob critérios mais brandos, pode chegar a 97 %^[56].

Winokur et al (2000) avaliaram sob consulta, 99 imagens digitais de 29 órgãos em serviço de patologia cirúrgica, e concluíram que mais de 90 % de assertividade nos diagnósticos, foi suficiente para indicar a telepatologia como importante ferramenta e ligação, em tempo real, dos serviços de patologia cirúrgica e anatomia patológica de um hospital. ^[24,60]

A telepatologia em amostras de congelação demonstra-se eficaz na indicação de procedimento cirúrgico, na discriminação de tumores benignos e malignos, na confirmação de metástases para órgãos distantes e linfonodos, além das decisões sobre acometimento de margem cirúrgica ^[8,54,56,58,60].

Uma das maiores conquistas da telepatologia, como modalidade telemédica, é a de integrar áreas carentes de recursos de saúde (muitas delas desprovidas de patologistas) como localidades rurais, países com áreas desérticas ou de miséria e fome, infortúnios da natureza como terremotos, furações, maremotos, enchentes, etc, ou áreas centrais de guerras ou terrorismo.

Em Kosovo, Sérvia, o exército inglês utilizou um modelo de telepatologia via satélite, onde militares médicos comunicavam-se com outros centros de pesquisa europeus, através de pequenas unidades remotas de laboratório com microscópio e videocâmera, proporcionado telediagnóstico de moléstias encontradas em zona de guerra com áreas destruídas e desprovidas de rede telefônica ou internet (Figura VI.8) ^[42].



Figura VI.8. Exemplo de sistema de telepatologia por satélite. Exército britânico em kosovo envia para centros europeus as imagens capturadas em pequenas e remotas unidades de laboratório. No detalhe, a pesquisa de malária.

Outro exemplo muito interessante é o projeto “patologia do pacífico”, da escola de medicina das Ilhas Fiji, interligando as Ilhas Solomon, onde não existem patologistas, sob suporte técnico da Universidade de Basel (Suíça). O sistema telepatológico instalado, além de permitir telediagnóstico com patologistas do mundo inteiro é um exemplo típico de educação médica à distância (teleconsulta e teledidática), integrando grandes centros urbanos de pesquisa às áreas longínquas como arquipélagos do oceano pacífico (Figura VI.9)^[42].



Figura VI.9. Exemplo de telediagnóstico e educação médica à distância. Ilhas Fiji.

Fonte: Universidade de Basel, Suíça.

Tabela VI.1. Vantagens e desvantagens do uso da imagem digital.

Vantagens

- Praticidade
- Baixo custo de captura e armazenamento
- Duplicação sem perda de qualidade
- Transporte rápido
- Tratamento de características

Desvantagens

- Desorganização – a facilidade de captura produzindo muitas imagens
 - Limitações relacionadas ao equipamento e técnica utilizada
 - Questões éticas e médico-legais
-

Tabela VI.2. Vantagens do uso da telepatologia.

Telediagnóstico

- Integração tecnológica dos diferentes campos da patologia
- Integração tecnológica multiprofissional (patologia a outras áreas médicas)
- Integração de centros urbanos a áreas com carência de recursos de saúde
 - Rurais, pobres, guerras, desastres da natureza, terrorismo
- Altos índices de acurácia diagnóstica
- Rápida resposta diagnóstica – inclusive confirmação ou segunda opinião
- Análise e diagnóstico em tempo real (telepatologia dinâmica)
- Otimização dos serviços de congelação e patologia cirúrgica
 - Indicação de procedimento cirúrgico
 - Discriminação de tumores benignos e malignos
 - Confirmação de metástases para órgãos distantes e linfonodos
 - Decisões sobre acometimento de margem cirúrgica
- Baixo custo (telepatologia estática)

Teleconsulta**Teledidática**

- Educação médica à distância
-

**Proposta de protocolo de rotina para o uso da imagem digital em
Anatomopatologia e Telepatologia**

Com base na literatura especializada, procuramos resumir os principais cuidados que devem fazer parte da rotina do médico anatomopatologista quanto ao uso da imagem digital e a prática da telepatologia, a fim de garantir o melhor resultado possível no seu propósito, seja diagnóstico, didático ou de pesquisa, além de contribuir para o sucesso na implantação de um programa de tratamento digital de imagens como ferramenta diagnóstica em laboratórios de anatomia patológica ou patologia cirúrgica.

Protocolo de rotina para diagnóstico por imagem digital e Telepatologia

Intervenção humana

1. Ajuste dos parâmetros técnicos do microscópio

Iluminação – ajustes: escurecimento ou excesso de luz

Alinhamento – condensador, diafragma, aberturas

Lentes – limpeza, irregularidades

Focalização

Suporte e manutenção

2. Procedimentos externos à estação de trabalho

Preparação correta das lâminas

Cortes adequados

Prevenção de artefatos

Imunoistoquímica – marcação adequada

3. Configuração do computador e periféricos

Estação de trabalho

Computador atualizado – equipamento mínimo de 03 anos

Monitor CRT ou LCD – resolução mínima de 800x600 pontos

Placa de vídeo com recurso de captura – analógica ou digital

Câmera fotográfica – tradicional ou digital acima 3 mpx

Videocâmera – analógica ou digital (ideal), mínimo 450 linhas

Scanner – resolução acima: 300 dpi óptica, 24 bits cor

Suporte e manutenção

4. Captura de imagens com valor diagnóstico

Qualidade / Resolução – mínima 800x600, rede: 75 dpi e impressão: 300 dpi

Seleção de campo – centralização da lesão

Aumento apropriado – discernimento dos detalhes

Focalização adequada

Quantidade suficiente de imagens

Organização por registro, caso, lâmina ou diagnóstico

5. Tratamento das imagens

Ajustes – tamanho, brilho, contraste, cor

Filtros simples ou complexos

Compressão adequada

6. Formulário do emissor com dados complementares

Identificação

História

Dados clínicos e laboratoriais

Exames complementares – laudos, imagens

7. Formulário do receptor com dados de análise e diagnóstico

Laudo – texto objetivo, preciso

Fatores materiais

1. Rede / internet / intranet / cabeamento
2. Suporte e manutenção
3. Custos / investimentos

Implantação do programa de uso de imagem digital e telepatologia

1. Coordenação
 2. Cooperação
 3. Divulgação
 4. Aceitação
-

Comentários finais e recomendações

Cursos direcionados de informática voltados a aplicativos gráficos, além de identificar suas funções básicas e avançadas, aplicáveis ao uso da imagem digital com propósito diagnóstico, podem ser de extrema importância para o anatomopatologista que opera o equipamento servidor sob telepatologia estática ou dinâmica.

Recomendamos como condições ideais para o aprendizado e também para a prática diária da telepatologia: (1) disponibilidade de tempo mínimo para interação telepatologista - patologista aluno; (2) disponibilidade de equipamentos com computadores e periféricos necessariamente atualizados além de local refrigerado e agradável com limite de nível de ruído, preservando a atmosfera de harmonia; (3) estabelecer procedimentos de manutenção dos equipamentos e normas de segurança para minimização de falhas; (4) fornecer informações básicas e referências bibliográficas sobre os programas utilizados e estabelecer prioridades de uso de determinado programa ou aplicativo; e (5)

promover da melhor forma possível a harmonização dos patologistas com algum conhecimento em informática, com aqueles de pouco conhecimento.

VII CONCLUSÃO.

1. O uso da imagem digital e a Telepatologia como ferramenta diagnóstica constituem um importante elo tecnológico entre os diversos campos da Patologia e as diversas especialidades médicas, além de significar importante referencial para a patologia moderna;

2. Processos de implantação da imagem digital e telepatologia em laboratórios de anatomopatologia e hospitais devem basear-se em coordenação, cooperação, disponibilidade de informação, divulgação e aceitação de protocolos de uso básico por todos os departamentos clínico-cirúrgicos integrados;

3. O tratamento de imagens digitais com finalidade diagnóstica pode ser operado em estações de trabalho microcomputadorizadas de baixo custo, em países pobres ou em desenvolvimento, constituindo uma excelente opção aos elevados investimentos da telepatologia dinâmica;

4. O modelo de rotina diagnóstica em neuropatologia utilizado em nosso trabalho foi adequado para a comparação com os resultados da literatura e a técnica empregada se demonstrou aplicável a qualquer outra especialidade.

VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ADACHI, H.; INOUE, J.; NOZU, T. et al. Frozen-section services by Telepathology experience of 100 cases in the San-in District, Japan. **Pathol Int** 46, 436-441, 1996.
2. AGBAMU, D.A.; SIM, E. The data security aspects of telepathology via the Internet have been ignored. **Human Pathology** 28(12):1440-1, 1997.
3. ALLAERT, F.A.; WEINBERG, D.; DUSSERRE, P.; et al. Evaluation of an International Telepathology system between Boston (USA) and Dijon: Glass slides versus telediagnostic television monitor. **J Telemed Telecare** 2: 27-30, 1996 (suppl 1).
4. ALLI, P.M.; OLLAYOS, C.W.; THOMPSON, L.D.; et al. Telecytology: Intraobserver and interobserver reproducibility in the diagnosis of cervical-vaginal smears. **Human Pathology** 32, 1318-1322, 2001.
5. ALVIRA, M. Digital imaging in pathology: theory. ASCP National Meeting Workshop 9674. San Diego, C.A, October 18th, 2000.
6. BALIS, U.J. Telemedicine and telepathology. **Clinics in Laboratory Medicine** 17(2):245-61, 1997.
7. BECKER, R.L. Jr; SPECHT C.S., JONES, R. Use of remote videomicroscopy (telepathology) as an adjunct to neurosurgical frozen section consultation. **Human Pathology** 24: 909-911, 1993.
8. BRISCOE, D.; ADAIR, C.F.; THOMPSON, L.D.; TELLADO, M.V.; BUCKNER, S.B.; ROSENTHAL, D.L.; O'LEARY, T.J. Telecytologic diagnosis of breast fine needle aspiration biopsies. Intraobserver concordance. **Acta Cytologica** 44(2):175-80, 2000.

9. BROX, G.A.; HUSTON, J.L. The application of the MPEG-4 standard to telepathology images for electronic patient records. **J Telemed Telecare** 9 suppl 1: s19-21, 2003.
10. COSTELLO, S.S.; JOHNSTON, D.J.; DERVAN, P.A.; O'SHEA, D.G. Development and evaluation of the virtual pathology slide: a new tool in Telepathology. **J Med Internet Res** 5 (2): e11, 2003.
11. DELLA MEA V.; CORTOLEZZIS, D.; BELTRAMI, C.A. The economics of telepathology – a case study. **J Telemed Telecare** 6 suppl 1: S168-9, 2000.
12. DELLA MEA V., PUGLISI F., BONZANINI M. Fine-needle aspiration cytology of the meast: a preliminary report on telepathology through internet multimedia electronic mail. **Mod Pathol** 10: 636-641, 1997.
13. DEMARTINES, N.; BATTEGAY, E.; LIEBERMANN, J.; OBERHOLZER, M.; RUFLI, T.; HARDER, F. Telemedicine: perspectives and multidisciplinary approach. **Journal Suisse de Medecine** 130(9):314-23, 2000.
14. DIERKS, C. Legal aspects of telepathology. **Anal Cell Pathol** 21 (3-4): 97-9, 2000.
15. DOOLITTLE, M.H.; DOOLITTLE, K.W.; WINKELMAN, Z.; et al. Color images in telepathology: How many colors Do we need? **Human Pathology** 28: 36-41, 1997.
16. DUNN, B.E., CHOI, H., ALMAGRO U.A., et al. Routine surgical telepathology in the Department of Veterans Affairs: experience-related improvements in pathology performance in 2200 cases. **Telemed J** 5: 323-337, 2000.

17. EIDE, T.J.; NORDRUM, I. Current status of telepathology. **ACTA Pathologica Microbiologica et Immunologica Scandinavica** 102: 881-900, 1994.
18. FERRERES, L.A. Manual de Telepatologia. Sociedade Espanhola de Anatomia Patológica. Pamplona, Espanha, 2001.
19. FISHER S.I.; NANDEDKAR, M.A.; WILLIAMS, B.H.; et al. Telehematopathology in a clinical consultative practice. **Human Pathology** 32: 1327-1333, 2001.
20. FORAN D.J., MEER P.P., PAPATHOMAS T.; et al. Compression guidelines for diagnostic telepathology. **IEEE Trans Info Tech Biomed** 1: 55-60, 1997.
21. FURNESS, P.N.; RASHBASS. J. The virtual double-headed microscope: telepathology for all? [letter]. **Histopathology** 36(2):182-3, 2000.
22. FURNESS, P.N.. The use of digital images in pathology. **Journal of Pathology** 183(3):253-63, 1997.
23. GALVEZ J.; HOWELL, L.; COSTA, M.J.; et al. Diagnostic concordance of telecytology and conventional cytology or evaluating breast aspirates. **Acta Cytol** 42: 663-667, 1998.
24. GEORGIEV, C.H. DAMIANOV, D.; TODOROV, T. Telepathology or a new form in the diagnostic work on surgical pathology. **Khirurgiia** 51(2):30-1, 1998.
25. HALLIDAY B.E.; BHATTACHARYYA A.K.; GHAMAM, A.R., et al. Diagnostic accuracy of an international static-imaging telepathology consultation service. **Human Pathology** 28: 17-21, 1997.

26. JUKIC, D.M.; BIFULCO, C.B. Telepathology and pathology at distance: an overview. **Croatian Medical Journal** 40(3):421-4, 1999.
27. KAYSER K. FRITZ P. DRLICEK M. Aspects of telepathology in routinary diagnostic work with specific emphasis on ISDN. **Archives d Anatomie et de Cytologie Pathologiques** 43(4):216-8, 1995.
28. KAYSER, K.; KAYSER, G. Basic aspects of and recent developments in telepathology in Europe, with specific emphasis on quality assurance. **Analytical & Quantitative Cytology & Histology** 21(4):319-28, 1999.
29. KUAKPAETON, T, STAUCH G., VISALSAWADI, P. Image quality and acceptance of telepathology. **Adv Clin Pathol** 2: 305-312, 1998.
30. LEONG A.S.; VISINONI, F.; VISINONI C.; MILIOS J. An Advanced digital image – capture computer system for grass specimens: a substitute for grass description. **Pathology** 32 (2): 131-5, 2000.
31. LEONG, F.J.; BRADY M.; MCGEEJO. Correction of uneven illumination (vignetting) in digital microscopy images. **J Clin Pathol** 56 (8): 619-21, 2003.
32. MACERATINI, R.; SABBATINI, R.M.E. Telemedicina: a nova revolução. **Revista Informédica** 1 (6): 5-9, 1994.
33. MAIRINGER T.; NETZER T.T.; SHONER, W. Pathologistis attitudes to implementing telepathology. **J Telemed Telecare** 4: 41-46, 1998.
34. MARCELO A.; FONTELO, P.; FAROLAN, M.; CUALING, H. Effect of image compression of telepathology. A randomized clinical trial. **Arch Pathol Lab Med** 124 (11): 1653-6, 2000.
35. MARSAN C.; VACHER-LAVERU, M.G.; COCHAND-PRIOU B. A citotelepathology consulting station. **Pol J Pathol** 49: 31-42, 1998.

36. MCLAUGHLIN, W.J., SCHIFMAN, R.B., RYAN K.J., et al. Telemicrobiology: feasibility study. **Telemed J** 4: 11-17, 1998.
37. NAGATA H.; MIZUSHIMA H. World wide microscope: new concept of internet telepathology microscope and implementation of the prototype. **Medinfo** 9 Pt 1:286-9, 1998.
38. NORDRUM, I.; ENGUM, B.; RINDE, E.; et al. Remote frozen section service: a telepathology project in northern Norway. **Human Pathology** 22: 514-518, 1991.
39. O'BRIEN M.J.; TAKAHASHI M., BRUGAL G.; et al. Digital imagery telecytology. *Internacional Academy of Cytology Towards the 21 st Century: An Internacional Expert Conference and Tutorial.* **Acta Cytol** 42: 148-164, 1998.
40. OBSTFELDER A. Social dilemmas in a telemedicine network: experience with the implementation of the Norwegian pathology network. **J Telemed Telecare** 9 suppl 1: S29-30, 2003.
41. ODZE R.D., GOLDBLUM J., NOFFSINGER A., et al. Interobserver variability in the diagnosis of ulcerative colitis-associated dysplasia by telepathology. **Modern Pathology** 15(4): 379-386, 2002.
42. Pacific Pathology Group. University of Basel, Switzerland. <http://telepath.patho.unibas.ch> ou <http://teleteach.patho.unibas.ch>.
43. POREMBA C.; PICKHARDT, N. Economic evaluation of telepathology. **Pathologe** 19(4):318-24, 1998.
44. PRASSE K.W., MAHAFLEY E.A., DUNCAN J.R., et al. Accuracy of interpretation of microscopic images of citologic, hematologic, and

- histologic specimens using a low resolution desktop video conferencing system. **Telemed J** 2:259-266, 1999.
45. RAAB, S.S.; ZALESKI M.S.; THOMAS P.A.; et al. Telecytology: diagnostic accuracy in cervical-vaginal smears. **Am J Clin Pathol** 105: 599-603, 1996.
46. SAWAI T.; USUKI M.; WATANABE, M. Telepathology at present and in the future. **Rinshe Byori** 48(5): 458-62, 2000.
47. SINGSON R.P., NATARAJAN S., GREENSON J.K. Virtual microscopy and the internet as telepathology consultation tools. A study of gastrointestinal biopsy specimens. **Am J Clin Pathol** 111: 792-795, 1999.
48. STOLTE, M. Rapid biopsy diagnosis per "telepathology". Risk of transgressing specialty boundaries. **Pathologie** 20(6):373, 1999.
49. STRAUCHEN, J.A. Further "teleconsultation" called for [letter]. **American Journal of Clinical Pathology** 113(4):595, 2000.
50. TSUCHIHASHI Y.; OKADA Y.; OGUSHI. Y.; MAZAKI, T.; TSUTSUMI Y.; SAWAI T. The current status of medicolegal issues surrounding telepathology and telecytology in Japan. **J Telemed Telecare** 6 supp 1: S143-5, 2000.
51. VAZIR, M.H.; LOANE, M.A.; WOOTTON, R. A pilot study of low-cost dynamic telepathology using the public telephone network. **Journal of Telemedicine & Telecare** 4(3):168-71, 1998.
52. WALTER, G.F.; WALTER K.F. Legal pitfalls in teleneuropathology. **Methods Inf Med** 42(3): 255-9, 2003.

53. WEINBERG D.S.; ALLAERT, F.A.; DUSSEYRE, P.; et al. Telepathology diagnosis by means of digital still images: An international validation study. **Human Pathology** 27:111-118, 1996.
54. WEINSTEIN L.J.; EPSTEIN J.L.; EDLOU D., et al. Static image analysis of skin specimens: the application of telepathology to frozen section evaluation. **Human Pathology** 28: 30-35, 1997.
55. WEINSTEN R.S.; BHATTACHARYYA A.K.; GRAHAN A.R.; et al. Telepathology: a ten-year progress report. **Human Pathology** 28: 1-7, 1997.
56. WEINSTEN R.S.; DESCOUR, M.R.; LIANG C.; et al. Telepathology overview: from concept to implementation. **Human Pathology** 32: 1283-1299, 2001.
57. WELLS, C.A.; SOWTER C. Telepathology: a diagnostic tool for the millennium. **J Pathol** 191(1): 1-7, 2000.
58. WILLIAMS, B.H.; HONG I.S.; MULLICK, F.G.; BUTLER, D.R.; HERRING, R.F.; O'LEARY, T.J. Image quality issues in a static image-based telepathology consultation practice. **Human Pathology** 34: 1228-1234, 2003.
59. WILLIAMS B.H.; MULLICK F.G.; BUTLER, D.R. et al. Clinical evaluation of an international static image-based telepathology service. **Human Pathology** 32: 1309-1317, 2001.
60. WINOKUR, T.S.; MCCLELLAN, S.; SIEGAL, G.P.; REDDON D.; GORE P.; LAZENBY A.; REDDY V.; LIETINSKY, C.M.; CONNER D.A.; GOLDMAN, J.; GRIMES G.; VAUGHN, G.; MC DONALD, J.M. A prospective trial of telepathology for intraoperative consultation (frozen sections). **Human Pathology** 31(7): 781-5, 2000.

61. WOLF, G.; PETERSEN, I.; DIETEL, M. Microscope remote control with an Internet browser. **Analytical & Quantitative Cytology & Histology**. 20(2):127-32, 1998.
62. ZHOU J.; HOGARTH, M.A.; WALTERS R.F.; GREEN R.; NESBITT T.S. Hybrid system for telepathology. **Human Pathology** 31 (7): 829-33, 2000.
63. ZIOL M. VACHER-LAVENU MC. HEUDES D. FERRAND J. MAYELO V. MOLINIE V. SLAMA S. MARSAN C. Expert consultation for cervical carcinoma smears. Reliability of selected-field videomicroscopy. **Analytical & Quantitative Cytology & Histology** 21(1):35-41, 1999.