

MICROSCOPIA VIRTUAL COMO FERRAMENTA NA FORMAÇÃO DO BIOMÉDICO

Julia Pavanello Santos

Universidade Federal de Jataí (julia.santos@discente.ufj.edu.br)

Daniel Cortes Beretta

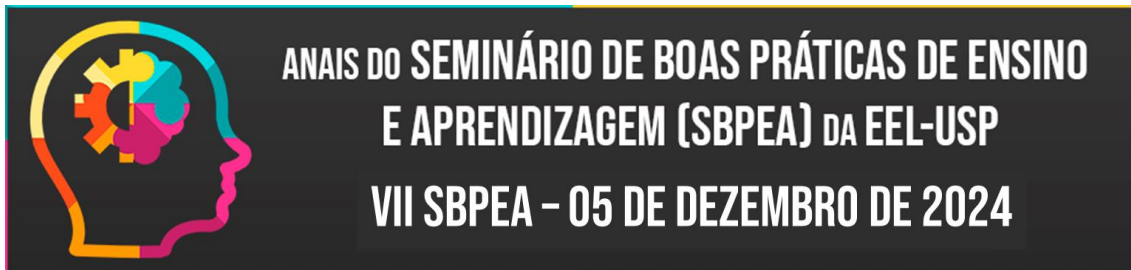
Universidade Federal de Jataí (berettadc@ufj.edu.br)

Resumo

A microscopia virtual (MV) permite a visualização digital de lâminas histológicas em alta resolução, impactando ensino, pesquisa e diagnóstico. Seu uso se intensificou com os avanços tecnológicos e a pandemia, que aceleraram a adoção de ferramentas digitais. A MV oferece uma forma prática de analisar e compartilhar lâminas, facilitando o aprendizado e o diagnóstico. Este estudo destaca a importância da MV na formação biomédica, combinando uma revisão narrativa de literatura com relato de experiência. Foram analisados 636 artigos dos bancos Scielo, PubMed, Web of Science e Google Acadêmico, dos quais 50 foram selecionados após os critérios de exclusão. A análise ressalta o potencial da MV no ensino e prática biomédica, especialmente na saúde e no cuidado colaborativo. A tecnologia é gratuita e fácil de usar, trazendo inovações e benefícios com o suporte das TDICs. Ela permite ampla distribuição de material didático e estudos em espaços digitais, oferecendo visualizações detalhadas e comparações de imagens que fortalecem o diagnóstico e o trabalho interprofissional. A análise mostrou que a MV contribui para diagnósticos mais rápidos e precisos, especialmente em áreas com recursos limitados, e para a inclusão de pessoas com deficiências.

Palavras-chave: Telepatologia, microscópio virtual, tecnologias educacionais.

Abstract

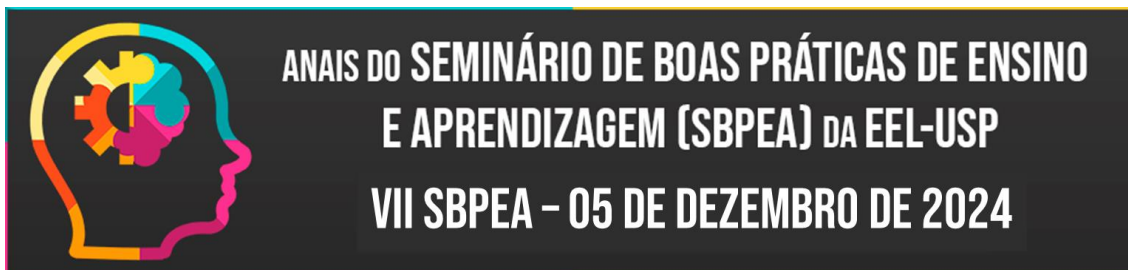


Virtual microscopy (VM) enables digital viewing of histological slides in high resolution, impacting education, research, and diagnostics. Its use has intensified with technological advances and the pandemic, which accelerated the adoption of digital tools. VM offers a practical way to analyze and share slides, facilitating learning and diagnosis. This study highlights the importance of VM in biomedical training, combining a narrative literature review with an experience report. A total of 636 articles from the Scielo, PubMed, Web of Science, and Google Scholar databases were analyzed, of which 50 were selected after applying exclusion criteria. The analysis underscores VM's potential in biomedical education and practice, especially in health and collaborative care. The technology is free and easy to use, bringing innovations and benefits with the support of Information and Communication Technologies (ICT). It allows for the wide distribution of educational materials and studies in digital spaces, providing detailed visualizations and image comparisons that strengthen diagnostics and interprofessional work. The analysis showed that VM contributes to faster and more accurate diagnoses, especially in resource-limited areas, and promotes inclusion for people with disabilities.

Keywords: Telepathology, virtual microscopy, educational technologies.

Resumen

La microscopía virtual (MV) permite la visualización digital de láminas histológicas en alta resolución, impactando en la enseñanza, investigación y diagnóstico. Su uso se ha incrementado con los avances tecnológicos y la pandemia, acelerando la adopción de herramientas digitales. La MV facilita el aprendizaje y el diagnóstico al permitir el análisis y el intercambio práctico de láminas. Este estudio, que combina una revisión narrativa de la literatura y un relato de experiencia, destaca su importancia en la formación biomédica. Fueron revisados 636 artículos de las bases de datos Scielo, PubMed, Web of Science y Google Académico, de los cuales 50 fueron seleccionados. Los hallazgos subrayan el potencial de la MV en la educación y práctica biomédica, especialmente en la atención colaborativa. Esta tecnología, gratuita y de fácil uso, ofrece innovaciones



apoyadas en las TIC, permitiendo una amplia distribución de material didáctico en entornos digitales. También proporciona visualizaciones detalladas y comparaciones de imágenes que fortalecen el diagnóstico, beneficiando el trabajo interprofesional y facilitando diagnósticos precisos y rápidos, especialmente en áreas con recursos limitados y para la inclusión de personas con discapacidades.

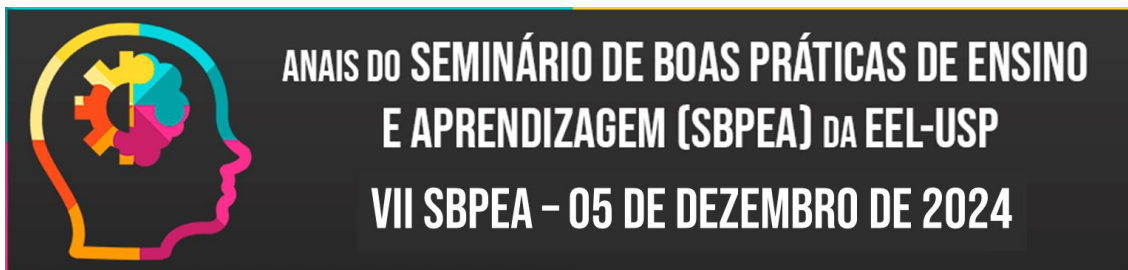
Palabras clave: Telepatología, microscopía virtual, tecnologías educativas.

1. INTRODUÇÃO

O termo microscopia virtual (MV) refere-se à digitalização e escaneamento de lâminas histológicas, permitindo a visualização por meio de software especializado, com resolução superior à da microscopia óptica (FARAHANI et al., 2015; HAMILTON et al., 2014). A MV é considerada uma Tecnologia Digital de Informação e Comunicação (TDIC).

Apesar de recente, sua história abrange cerca de 40 anos, inclui marcos como a transmissão de fotomicroscopias de biópsias de pele em preto e branco do aeroporto Logan, em Boston, para o Hospital Geral de Massachusetts; e a demonstração do uso de vídeo colorido por satélite entre Texas e Washington DC em 1968. Em 2000, a tecnologia de imagem de lâminas inteiras (Whole Slide Image - WSI) entrou no mercado, e em 2009, a Food and Drug Administration (FDA) discutiu a aprovação da patologia digital ou telepatologia para diagnóstico complementar (PANTANOWITZ et al., 2010). As TDIC's abriram novas possibilidades para o ensino, permitindo a reinvenção dos espaços de aprendizagem (MENEZES, 2022).

Atualmente, a telepatologia é empregada não apenas para diagnóstico clínico, mas também em pesquisa e ensino. Além da modernização na tecnologia de imagem e a popularização da internet, a pandemia da COVID-19 foi um fator que impulsionou o uso dessa TDIC. De acordo com GIARETTO et al. (2021), uma completa transição da patologia clássica para a digital é geralmente um processo que pode levar anos para ser



finalizado. Porém, a necessidade de realizar as atividades educacionais e profissionais em domicílio, evitando aglomerações e disseminação do vírus, obrigou muitas pessoas a aderirem ao uso da microscopia digital (GIARETTO et al. 2021; BROWNING et al. 2021).

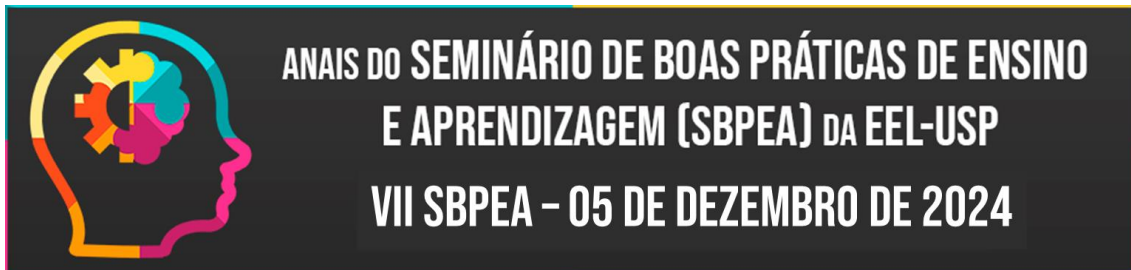
O diagnóstico e análise de lâminas histopatológicas digitalizadas por meio de softwares oferece vantagens significativas em relação ao uso do microscópio tradicional. Este método tornou-se relevante à medida que a patologia foi exigindo análises mais quantitativas. Com ferramentas de morfometria e melhoria de qualidade de imagem, que o microscópio tradicional não possui, a patologia digital permitirá que patologistas e pesquisadores forneçam resultados mais precisos e detalhados no futuro (PANTANOWITZ et al., 2018). A telepatologia também traz vantagens no compartilhamento dessas imagens de maneira simultânea com outros pesquisadores, sem risco de perda ou quebra das amostras. Além disso, anotações e discussões dos casos podem ser sinalizadas por marcações nas áreas de interesse, melhorando assim os resultados (FARRIS et al., 2017; FENG et al., 2015).

Portanto, esse trabalho tem como objetivo destacar a importância do uso do microscópio virtual como ferramenta para o avanço do ensino e da pesquisa, e na formação do profissional biomédico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E O ENSINO

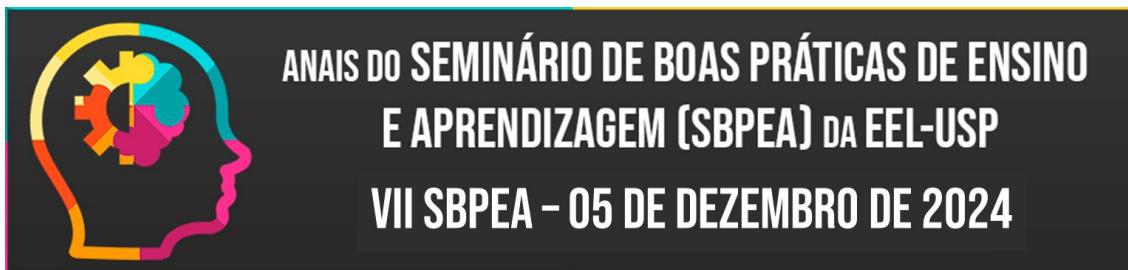
O uso e a aplicação das TICs em meios educacionais tornaram o processo de aprendizado mais dinâmico, atraindo o interesse dos alunos. Essas ferramentas tecnológicas favorecem o acesso universal à educação, o que torna os egressos mais treinados em suas carreiras profissionais (FONSECA et al., 2023). Os atlas digitais de citologia, histologia, patologia e outros, assim como o microscópio virtual, podem ser inseridos nas TICs por serem altamente didáticos e capazes de aprofundar e incentivar os estudos. Com esses recursos, os materiais de aprendizado ultrapassam os limites geográficos, permitindo que



os estudantes acessem de qualquer lugar e a qualquer hora, através de notebooks, celulares ou computadores (BERETTA et al., 2021). A geração atual necessita de um aperfeiçoamento do ensino convencional, visto que a mesma já nasce em um meio rodeado de tecnologia (BAHIA et al., 2019). Por isso, é importante ressaltar o exercício da patologia digital, que permite o acesso e manuseio das lâminas escaneadas sem a necessidade de microscópios e laboratórios físicos (BERETTA et al., 2021). Estudos indicaram que a utilização dos recursos tecnológicos para a educação em telepatologia melhoraram a experiência e ampliaram o aprendizado dos alunos (SIVAMALAI et al., 2011; WEINSTEIN et al., 2019). Além disso, os gastos com a compra e manutenção de microscópios, equipamentos e armazenamento das amostras, têm tendência de ultrapassar os custos do compartilhamento e a produção das lâminas escaneadas digitalmente (HAMILTON et al., 2012).

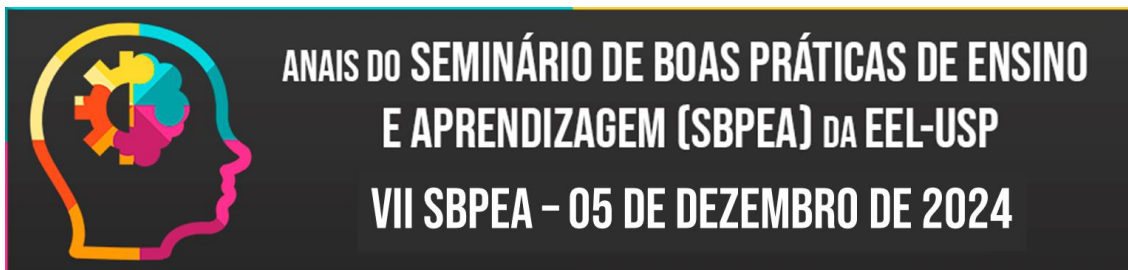
2.2 MICROSCOPIA VIRTUAL E TELEPATOLOGIA

A MV é considerada uma TDIC, definida como uma metodologia de digitalização de amostras de tecidos histopatológicos em lâminas de vidro, utilizando um software para visualização, edição, foco, delimitação de áreas específicas e navegação nas mesmas (HIGGINS, 2015; HAMILTON et al., 2012; PAULSEN et al., 2010; DOMINICK et al., 2018). Atualmente a MV pode ser dividida em duas modalidades: estática e dinâmica. Na estática, estão envolvidos os processos de envio, tratamento, armazenamento e captura das imagens digitais. Para o diagnóstico e consulta, as imagens podem ser transmitidas por páginas da web, programas específicos ou enviadas por e-mail. A modalidade dinâmica, também chamada de interativa, inclui tecnologias avançadas como o microscópio virtual, videoconferência e a microscopia robótica. Entretanto essa modalidade requer grandes investimentos e técnicas especializadas, o que limita a maioria das instituições em sua adoção devido aos altos custos (BORGES et al., 2005; BORGES et al., 2004; FURNESS et al., 2001, WEINSTEIN et al., 2001). A MV engloba uma gama de campos científicos como a biologia celular, hematologia, microbiologia, patologia, entre outros. Neste contexto a telepatologia associa os conhecimentos da saúde e



patologia digital com os conhecimentos da telecomunicação e informática, desenvolvendo propostas diagnósticas e relacionando a teleducação com o telediagnóstico (BORGES et al., 2005). A história da telepatologia no Brasil começou em 1958, quando a Universidade de Santa Maria (Rio Grande do Sul) foi a primeira instituição a utilizar tecnologias de imagens médicas em anatomia patológica, empregando um circuito fechado de televisão (REZEK, 2008). Atualmente uma gama de softwares está disponível para uso na MV, e a maioria deles possuem ferramentas que aprimoram a análise e o diagnóstico quando comparado ao equipamento microscópico. Esses softwares permitem que o usuário alterne entre diferentes aumentos das objetivas, identifique estruturas histológicas e células, além de capturar imagens da área visualizada (AEFFNER et al., 2018). Entre as funcionalidades destacam-se, por exemplo, o zoom e foco disponíveis nos programas, que permitem o ajuste preciso e foco das imagens. O usuário pode alternar entre diferentes níveis de aumento com facilidade. Grande parte dos scanners permitem que a digitalização das lâminas histopatológicas, sejam feitas com múltiplas ampliações, incluindo principalmente os aumentos de 20× e 40× de ampliação (AEFFNER et al., 2018). Os programas também oferecem a possibilidade de adicionar anotações diretamente nas imagens e marcar áreas de interesse, facilitando a comunicação e discussão entre pesquisadores e patologistas. Por exemplo, quando células individuais que estão dentro de um tecido são detectadas, o pesquisador pode fazer uma marcação para delimitar essa área e evitar que perca o espaço identificado. Com isso consegue realizar suas análises nas subunidades celulares específicas, como a quantificação de pontos hibridização in situ (ISH) dentro do núcleo ou até mesmo do citoplasma da área de interesse (AEFFNER et al., 2016).

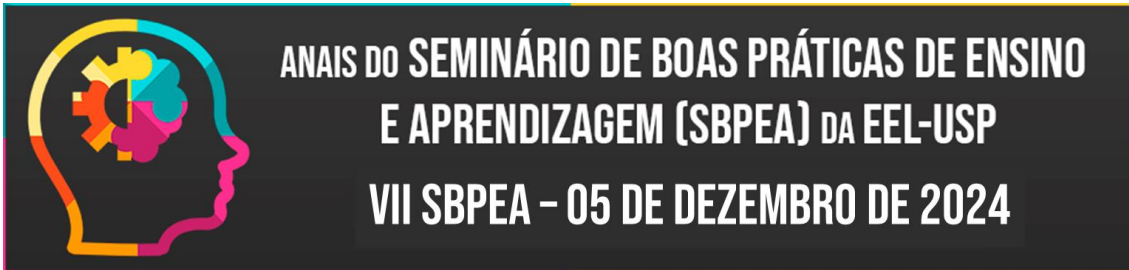
O microscópio virtual inclui ferramentas para medir estruturas específicas dentro da amostra, permitindo análises quantitativas detalhadas que não são possíveis com microscópios tradicionais. Essas medições geralmente são baseadas em regiões teciduais levando em consideração a intensidade das cores do local. Depois, a área é quantificada em número de pixels e a medição final é realizada. Para as avaliações de células, esses pixels são comparados de acordo com a semelhança em suas características, depois são agrupadas e identificadas as estruturas que os compõem, como por exemplo, os núcleos



(AEFFNER et al., 2016). Outra ferramenta disponibilizada para o pesquisador é a visualização lado a lado de várias lâminas do mesmo ou de diferentes cortes/tecidos em diferentes colorações. Por exemplo, uma imagem de lâmina corada com hematoxilina eosina e outra marcada com imunohistoquímica. O pesquisador também tem a possibilidade de alternar guias, podendo consultar anotações sobre o caso, dados epidemiológicos e discussões clínicas (HAMILTON et al., 2014). O compartilhamento das amostras e resultados facilitam que tudo seja enviado de forma instantânea para outros pesquisadores e especialistas, fornecendo uma melhor discussão (KIELING et al., 2021). O armazenamento e arquivamento das lâminas, amostras e resultados, também oferecem soluções seguras e organizadas, com um fácil acesso e recuperação das mesmas quando necessário.

Alguns softwares incorporam algoritmos de inteligência artificial e aprendizado de máquina para a análise automatizada de amostras, auxiliando na identificação de padrões e anomalias que possam passar despercebidas pelo olho humano. Um exemplo disso é a contagem de células inflamatórias presentes no câncer ou em outras enfermidades (AUBREVILLE et al., 2017). Diferentes softwares podem fornecer funções mais simplificadas que permitem que o usuário identifique e quantifique de forma automática, características variadas do tecido, como um tecido necrótico por exemplo (GEMEINHARDT et al., 2016). Dentre os principais programas utilizados, destaca-se o Aperio ImageScope, um software gratuito oferecido pela empresa Zeiss Vision Care. Amplamente utilizado na área de patologia digital e telepatologia, o software possui acessibilidade que atende desde estudantes universitários até grandes centros de pesquisa. O programa automatiza tarefas complexas, aumentando a precisão e eficiência das análises patológicas. Oferece como funcionalidades a visualização de imagens com zoom in, out e pan para análises detalhadas de diferentes zonas; anotação, marcação e morfometria de estruturas histológicas e celulares. É de fácil uso e possui uma interface intuitiva mesmo para usuários com pouca experiência em patologia digital (BIOSYSTEMS, 2015).

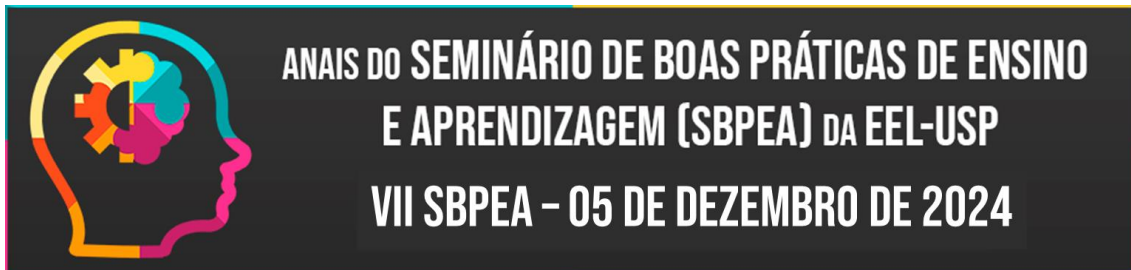
2.3 O ENSINO ALIADO À PRÁTICA PROFISSIONAL E À PESQUISA



O exercício da telepatologia possui várias aplicações, dentre elas destaca-se o telediagnóstico, o ensino e a pesquisa. Segundo HORSTMANN, 2021, para realizar um diagnóstico primário por telepatologia, é necessário que haja um médico responsável na recepção do material e outro médico, localizado em uma região geograficamente distante, que emita o laudo. Em relação ao ensino e pesquisa, desde que seja respeitada a confidencialidade dos casos, as imagens estáticas podem ser utilizadas, proporcionando uma rica fonte de dados para o aprimoramento do conhecimento e habilidades dos profissionais de saúde.

O telediagnóstico atende demandas de cidades ou estados que possuem grande extensão geográfica e densidade populacional baixa, onde o acesso acontece principalmente por vias fluviais, a exemplo das comunidades ribeirinhas. O isolamento claramente dificulta a demanda de profissionais no local, para tanto, os pacientes que necessitam de exames mais complexos, como biópsias, precisam se deslocar para a capital mais próxima. Esses casos acabam promovendo ônus aos pacientes, que por muitas vezes, não têm condições para bancar os altos custos financeiros. O isolamento também impacta nos profissionais de saúde em grandes centros das regiões Sudeste e Sul do Brasil, dificultando a troca de experiências entre eles; o que pode levar à falta de uma segunda opinião em casos mais complexos (SCHETTINI et al., 2011). Em relação aos custos, o telediagnóstico em comunidades ribeirinhas mostrou que o valor de um equipamento para um mês de atendimento pode chegar a aproximadamente R\$30.000,00. Esse dado sugere a viabilidade do uso dessa ferramenta para reduzir outros custos, como salários de profissionais, infraestrutura e alojamentos (MACHADO et al., 2010).

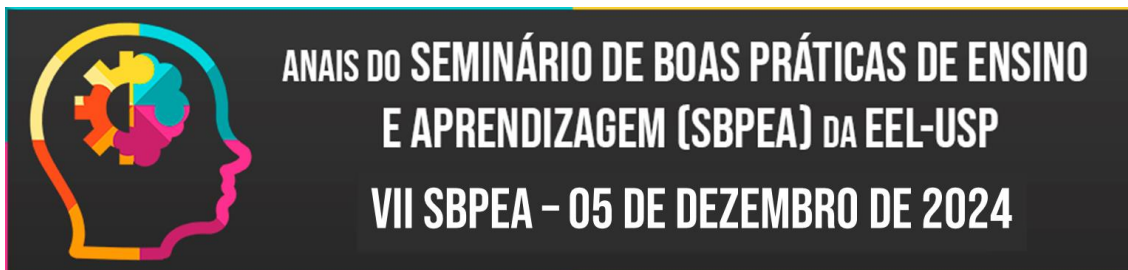
Um estudo de SCHETTINI et al., (2011), comparou o diagnóstico da MV com a microscopia convencional, concluindo que o sucesso de diagnósticos com o microscópio virtual foi de 95,8%. A MV tem a capacidade de extrair e explorar recursos sub visuais que podem não ser visualizados de forma tão nítida na MO, assim, as modelagens quantitativas de aparência e agressividade da doença analisada, podem ser melhoradas e consequentemente impactar nos resultados diagnósticos e terapêuticos (MADABHUSHI et al., 2016).



A telepatologia gera um impacto positivo na qualidade e segurança dos serviços prestados, aprimorando e complementando os sistemas de saúde universais. Ressalta-se também o suporte aos estudos na área da saúde, fornecendo uma fonte de dados confiável e durável para o ensino e a pesquisa (MALDONADO et al., 2016). Este recurso apresenta vantagens em comparação ao ensino prático com laminários físicos, especialmente quando associado à pesquisa. A utilização de lâminas de vidro no ensino apresenta algumas desvantagens, como a quantidade reduzida, a dificuldade de reposição, a facilidade com que podem quebrar e a possibilidade de perderem sua coloração com o tempo (XAVIER et al., 2023). Com esses fatores, a implementação da telepatologia, juntamente com seus recursos e softwares, contribui para aprimorar o ensino e a pesquisa por meio de ferramentas promissoras e facilitadoras (BAHIA et al., 2019).

3. MÉTODO

Foi utilizada a metodologia de revisão narrativa associada ao relato de experiência da autora. A revisão narrativa abrange uma ampla temática sem tópicos específicos ou fontes predeterminadas, permitindo que ideias sejam influenciadas pela opinião do autor (CORDEIRO et al., 2008). O relato de experiência descreve vivências acadêmicas e profissionais com apoio científico em ensino, pesquisa e extensão (MUSSI et al., 2021). A autora, graduanda em Biomedicina, relata sua experiência como aluna e monitora de Patologia Geral e participante de um projeto de iniciação científica com microscópio virtual. Na revisão, foram seguidos passos como definição do tema, critérios de inclusão/exclusão, avaliação crítica dos estudos e interpretação dos principais resultados (MENDES et al., 2014). Os artigos foram pesquisados nas bases PubMed, Scielo, Web of Science e Google Acadêmico, com as palavras-chave: "telepathology," "virtual microscope," "image analysis," "digital pathology" e "telehealth," em combinações como "telepathology and virtual microscope" e "image analysis and digital pathology." Foram incluídos artigos em inglês e português, de 2000 a 2024, que relacionassem telepatologia, microscopia virtual e uso das TDICs na formação em saúde. Excluíram-se artigos duplicados e que não atendiam aos critérios de inclusão do escopo do trabalho.



A análise inicial dos títulos e resumos das publicações avaliou a conformidade com os critérios de inclusão e relevância. A coleta de dados seguiu os passos:

1. Leitura superficial dos títulos para identificar a ideia central;
2. Leitura seletiva dos estudos, baseada nos resumos e objetivos;
3. Registro de ano, autores, tipo de estudo e eliminação de duplicidades;
4. Análise e interpretação do material para atender aos objetivos da pesquisa.

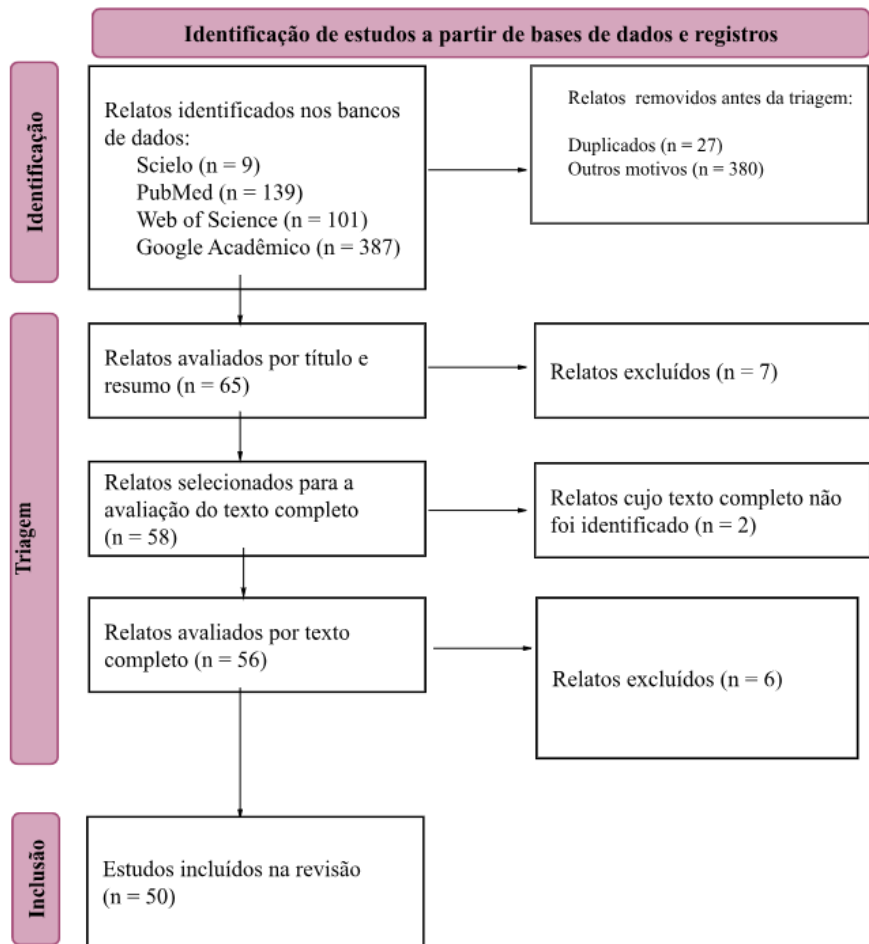
Os estudos elegíveis foram organizados em uma tabela.

4. RESULTADOS

Foram identificados nos bancos de dados: Scielo, PubMed, Web of Science e Google acadêmico, do ano de 2000 a 2024 um total de 636 artigos, sendo, Scielo (9), PubMed (139), Web of Science (101) e Google Acadêmico (387).

Antes da triagem, 27 relatos foram excluídos por duplicação no Google Acadêmico e PubMed. Em seguida, 380 artigos foram removidos após leitura dos títulos, por não abordarem telepatologia, MV ou o uso de TDICs na formação em saúde. Na triagem, os relatos foram avaliados por títulos e resumos em português e inglês, contendo as palavras-chave: telepatologia, microscópio virtual, análise de imagens, patologia digital e telessaúde. Foram selecionados 65 artigos (17,11%), e 7 foram removidos por não conterem as palavras-chave. Após análise completa, 56 relatos foram avaliados, dos quais 6 foram excluídos por falta de referências e citações fora de contexto. Por fim, 50 documentos foram incluídos (32 em inglês e 18 em português), atendendo aos critérios de inclusão.

Figura 1- Fluxograma de inclusão e exclusão de artigos obtidos nas bases de dados entre o período de 2000 a 2024.

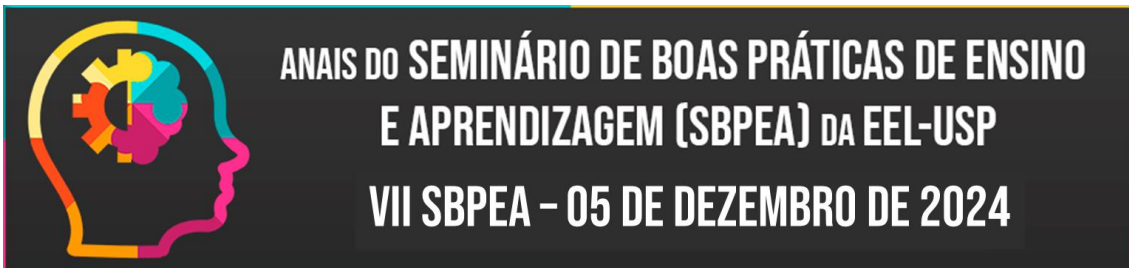


Fonte: Elaborado pela autora

Após a leitura seletiva os estudos foram avaliados de forma completa, foi realizado o registro de informações contendo ano de publicação, autores e tipo de estudo.

Tabela 1- Registro das informações

Ano	Autor(es)	Tipo
2023	Fonseca et al.,	Artigo de pesquisa
	Xavier et al.,	Artigo de pesquisa
2022	Nogueira	Dissertação
2021	Beretta	Artigo de relato de experiência
	Bertram et al.,	Artigo de revisão
	Browning et al.,	Artigo de pesquisa
	Giaretto et al.,	Artigo de revisão
	Horstmann	Dissertação
	Kieling et al.,	Artigo de revisão

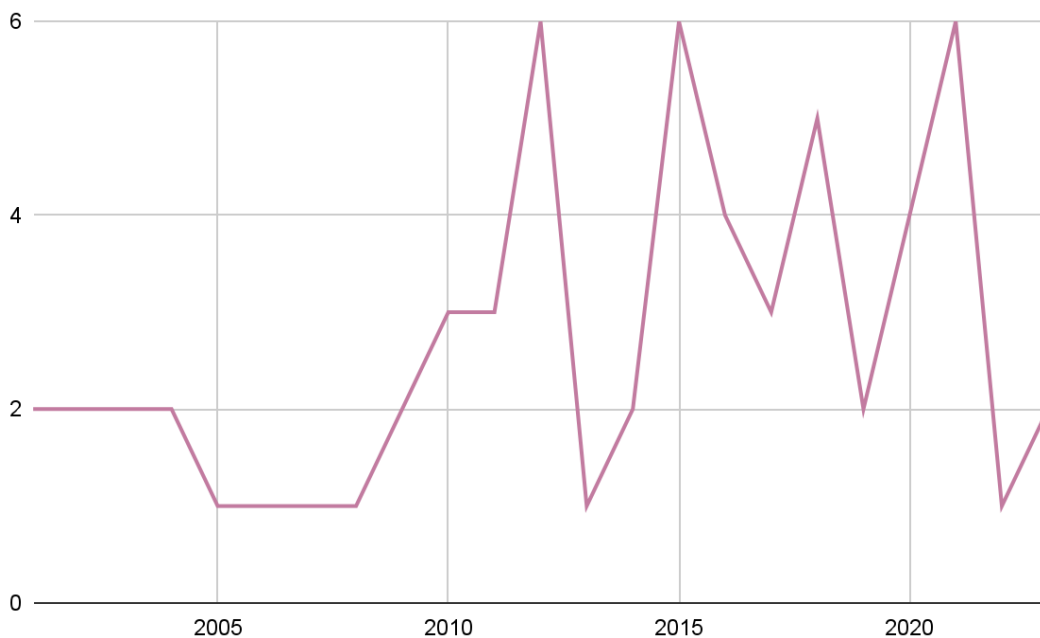


2019	Bahia et al.,	Artigo de pesquisa
	Weinstein et al.,	Artigo de relato de experiência
2018	Aeffner et al.,	Artigo de revisão
	Dominick et al.,	Artigo de pesquisa
	Evans et al.,	Artigo de revisão
	Pantanowitz et al.,	Artigo de revisão
	Montgomery et al.,	Artigo de revisão
2017	Aubreville et al.,	Artigo de revisão
	Farris et al.,	Artigo de revisão
	Goacher et al.,	Artigo de pesquisa
2016	Aeffner et al.,	Artigo de pesquisa
	Gemeinhardt et al.,	Artigo de revisão
	Madabhushi et al.,	Artigo de revisão
	Maldonado et al.,	Artigo de revisão
2015	Biosystems	Manual de uso
	Farahani et al.,	Artigo de revisão
	Feng et al.,	Artigo de pesquisa
	Higgins	Artigo de revisão
	Oliveira et al.,	Artigo de pesquisa
	Rojo	Artigo de revisão
2014	Domingues et al.,	Artigo de revisão
	Hamilton et al.,	Artigo de pesquisa
2013	Wright et al.,	Estudo piloto
2012	Al-Janabi et al.,	Artigo de revisão
	Cornish et al.,	Artigo de relato de experiência
	Fónyad et al.,	Artigo de pesquisa
	Gimbel et al.,	Artigo de pesquisa
	Hamilton et al.,	Artigo de pesquisa
	Weinstein et al.,	Artigo de revisão
2011	Bashshur et al.,	Artigo de revisão
	Schettini et al.,	Artigo de pesquisa
	Sivamalai et al.,	Artigo de revisão

2010	Machado Pantanowitz Paulsen	Artigo de relato de experiência Artigo de revisão Artigo de revisão
2008	Rezek	Tese
2005	Borges et al.,	Artigo de revisão
2004	Borges Kayser et al.,	Monografia - especialização Artigo de revisão
2001	Furness et al., Weinstein et al.,	Artigo de pesquisa Artigo de revisão

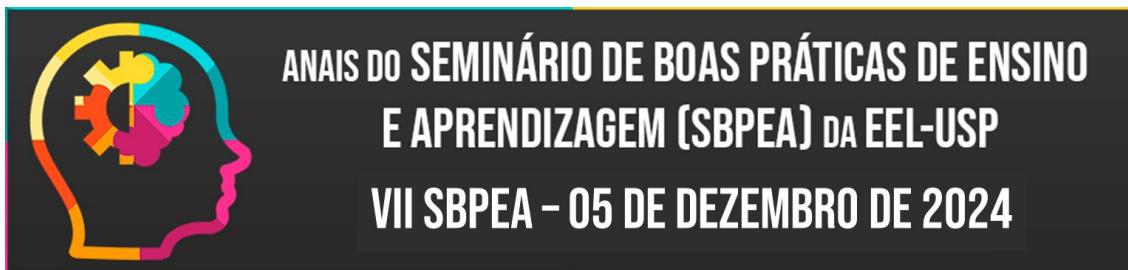
Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 1- Publicações por ano.



Fonte: Elaborado pela autora.

5. DISCUSSÃO

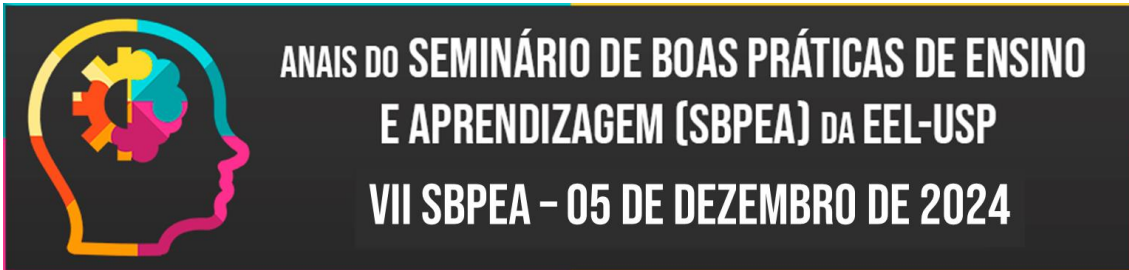


Podemos observar que na base de dados Google acadêmico foram encontrados mais resultados, isso se explica pelo seu algoritmo de busca, que considera qualquer palavra relevante presente no título, no corpo do texto, nos autores e na frequência de citações em outras publicações (GOOGLE, 2009). Embora o Google Acadêmico seja uma ferramenta útil e acessível para encontrar artigos de maneira rápida e ampla, a falta de filtros rigorosos, quando comparado às outras plataformas científicas, pode resultar em uma quantidade significativa de documentos de qualidade inferior ou até irrelevantes para um estudo mais aprofundado. Isso reforça a necessidade de um processo de triagem detalhado, como o realizado neste trabalho, para garantir que apenas fontes realmente relevantes sejam incluídas na análise. Esse processo cuidadoso foi fundamental para preservar a integridade e a validade dos resultados do presente estudo.

Algumas áreas de publicações científicas costumam seguir padrões cíclicos, muitas vezes influenciadas por modismos ou tendências do momento, o que é visível nos picos de publicação observados no Gráfico 1 nos anos de 2012, 2015 e 2021. Isso pode ser explicado pois temas específicos com maior relevância e repercussão, como a MV, ganham destaque em determinados períodos, muitas vezes impulsionados por avanços tecnológicos. Foi observado que produções científicas, especialmente as de língua inglesa, apresentaram uma quantidade maior de documentos, enquanto a produção brasileira foi mais recente, o que pode ser vista como uma resposta tardia a esses fenômenos globais, acompanhando as tendências internacionais. A ciência pode ser dinâmica e cíclica, respondendo aos eventos e necessidades do momento, portanto a partir de agora, com a ferramenta de MV mais consolidada devido à COVID-19, acredita-se que a quantidade de trabalhos e pesquisas na área continue a crescer, o que trará não apenas relatos sobre seu uso, mas também sobre o aprimoramento e desenvolvimento de novas aplicações da ferramenta.

5.1 ENSINO E PESQUISA

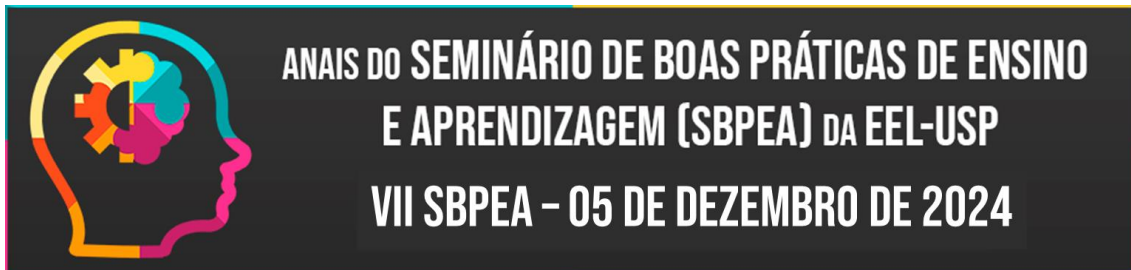
Este trabalho buscou evidenciar a importância da MV na formação do biomédico, especialmente nas áreas de ensino, diagnóstico profissional e pesquisa, organizando os



achados da bibliografia com a opinião pessoal e o relato de experiência da autora. Fazer uma relação entre aprendizagem e motivação é uma temática complexa, que vem sendo abordada por diversos autores e pesquisadores. Muitos afirmam que a motivação nem sempre contribui para um melhor aprendizado em ambientes educacionais, sendo necessária a utilização de outros meios para um aproveitamento mais eficaz. A MV é um exemplo de recurso que pode auxiliar nesse processo. (Alfie Kohn, John Marshall Reeve, Paul Pintrich,).

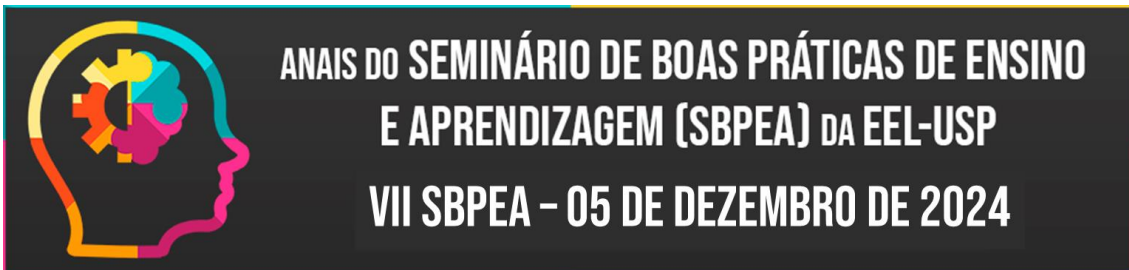
Com o surgimento da patologia digital, sua adoção tem ocorrido gradualmente em laboratórios de diagnóstico e, de forma limitada, em instituições de ensino, transformando a prática da patologia (NOGUEIRA, 2022). Esse avanço trouxe benefícios significativos para a formação e a carreira dos biomédicos, como observado no curso de Biomedicina da UFJ, onde o uso da MV nas aulas de Patologia Geral já faz parte da rotina. A pandemia de COVID-19 (2020-2021) acelerou a implementação dessa tecnologia, especialmente na área da saúde, incentivando de forma expressiva e transformadora a adoção da MV em instituições acadêmicas e centros de diagnóstico. Essa ferramenta acrescentou uma nova dinâmica ao ensino-aprendizagem, facilitando o acesso e promovendo uma compreensão mais profunda e interativa dos conteúdos. No campo diagnóstico, a MV aprimorou a precisão e a agilidade dos processos, tornando-se um recurso indispensável e altamente benéfico, cuja relevância se mantém mesmo após o período pandêmico (NOGUEIRA, 2022). Esse avanço destaca a importância de que os profissionais estejam treinados e capacitados para acompanhar as inovações no diagnóstico utilizando o potencial máximo da ferramenta.

Pesquisas destacam os benefícios da MV como uma valiosa ferramenta no campo educacional. Em um estudo piloto conduzido por LEE et al. (2020) em que três grupos de estudantes participaram: um utilizou o microscópio virtual, outro o microscópio óptico (MO), e o terceiro grupo combinou o uso de ambas as ferramentas (microscópio virtual e MO) para realizar testes de histologia e patologia. Tanto os professores quanto os alunos manifestaram concordância ao afirmar que o microscópio virtual contribuiu significativamente para o aprimoramento do aprendizado em laboratório. O estudo concluiu que a incorporação dessa tecnologia ao ambiente de ensino, aliada à aplicação



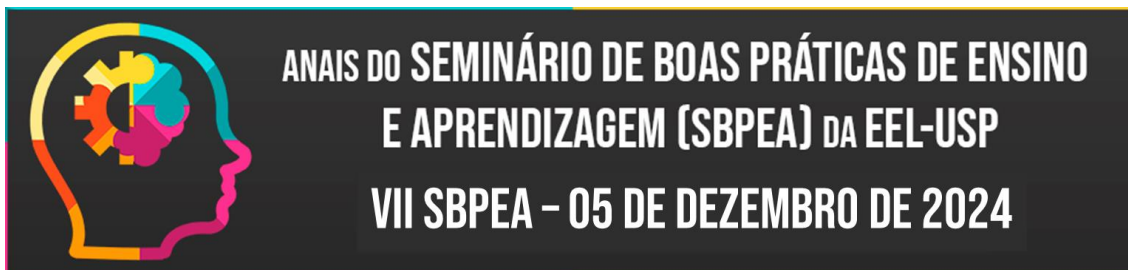
de testes, tem o potencial de auxiliar um número maior de estudantes a dominar o conteúdo de microscopia, evidenciando assim os benefícios do microscópio virtual no contexto educacional. Essa experiência foi vivenciada pela autora nas monitorias de Patologia Geral, verificando que os alunos se sentiam mais seguros ao realizar testes, já que podiam revisar as lâminas digitais até mesmo horas antes das avaliações, o que não é possível com MO. Durante a pandemia, as aulas de Patologia Geral no curso de Biomedicina foram ministradas exclusivamente com o microscópio virtual. Atualmente, microscópio virtual e MO são utilizados de forma complementar. Esse pré-conhecimento adquirido pelo uso do microscópio virtual tem mostrado influenciar positivamente a análise das lâminas reais, evidenciando as vantagens do uso combinado de ambas as ferramentas nas aulas e monitorias.

Porém, deve-se levar em conta a aprovação e adaptação dos estudantes com essas tecnologias. No estudo de NOGUEIRA (2022), foi aplicado um questionário para coletar as opiniões dos estudantes sobre o uso da patologia digital. Todos os participantes se mostraram favoráveis à utilização de lâminas digitais no ensino, entretanto, também revelaram uma certa insegurança ao analisar essas lâminas. Além disso, relataram que o processo de leitura das imagens digitais gera maior cansaço. Essas considerações destacam a necessidade de incluir um treinamento específico em patologia digital nos programas educacionais e mesclar o uso do microscópio virtual com o MO, como realizado no curso de Biomedicina. Muitas instituições ainda não capacitam seus alunos na MV, durante as aulas regulares; apenas aqueles envolvidos em projetos de extensão nessa área recebem o treinamento necessário. Isso gera falta de segurança, por parte dos alunos, para a análise das imagens digitais. Seria importante que universidades que já utilizam o microscópio virtual incluíssem essa capacitação na rotina acadêmica de aulas, enriquecendo a formação do discente e oferecendo um diferencial competitivo para o futuro profissional no mercado de trabalho. Atualmente, na UFJ, essa capacitação é uma realidade. A autora deste trabalho atuou como monitora da disciplina de patologia geral e participou de um projeto de iniciação científica, utilizando a MV em ambos. Nas monitorias, criou tutoriais em vídeo sobre instalação e uso do microscópio virtual, facilitando o acesso dos alunos e promovendo maior segurança no manuseio da



ferramenta. Durante as monitorias, a MV foi essencial para a revisão e discussão simultânea das lâminas vistas em aula, o que aprofundou a compreensão dos alunos e o aproveitamento dos conteúdos. Na iniciação científica, a autora usou programas de MV para contagem de achados em casos de carcinoma espinocelular oral. Essa tecnologia permitiu calcular porcentagens, fazer marcações, delimitações e observações detalhadas, algo impossível com o microscópio convencional como já destacado por AEFNER et al. (2018) como uma vantagem importante. Além disso, HAMILTON et al. (2014) enfatizaram a relevância de alternar guias durante a análise, o que facilitou a consulta de áreas específicas e o controle dos dados em planilhas, pelo software Microsoft Excel. Essa experiência proporcionou à autora um entendimento aprofundado do tema, capacitando-a para o mercado de trabalho e fortalecendo sua formação como futura biomédica, tanto para a área técnica quanto para a área de pesquisa.

Com os custos reduzidos e sem a necessidade de laboratórios físicos, técnicos especializados, salas de aula, laminários físicos, ou o deslocamento de alunos e professores (NOGUEIRA, 2022), torna-se viável a utilização do microscópio virtual com o acesso simultâneo a imagens das lâminas histopatológicas, além de ser um material permanente e não perecível. Essa flexibilidade aprimora a qualidade do aprendizado e aumenta a satisfação dos estudantes durante a discussão dos casos clínicos (FARAHANI et al., 2015). Entretanto, nem todas as universidades possuem recursos para adotar a MV, pois o scanner para digitalizar as lâminas ainda tem um custo elevado, restringindo seu acesso. Atualmente, universidades como UNESP, USP, UFPR, UFMG, UFU, entre outras, já contam com esse equipamento. Seria valioso que essas universidades pudessem criar uma rede de bancos de imagens de lâminas digitalizadas ou estabelecessem parcerias com redes de instituições federais, tornando esse serviço mais acessível. Algumas universidades utilizam a MV, mas não possuem o scanner, o que torna essas colaborações ainda mais imprescindíveis. Além disso, é importante considerar o espaço de armazenamento exigido pelas lâminas digitais e os custos associados à manutenção de um banco de dados, redes de tecnologia da informação (TI), servidores e constante manutenção.

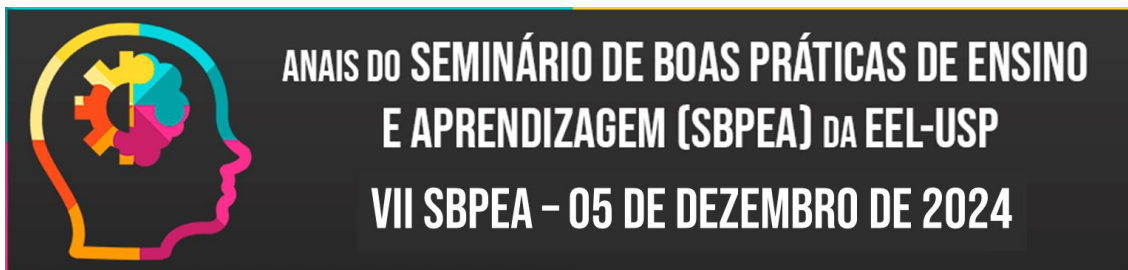


Apesar do programa de MV ser gratuito, de fácil acesso, instalação, e de não exigir computadores e tecnologias avançadas, nem todos os estudantes possuem acesso à internet e a computadores para visualizar as lâminas. Além disso, a limitação de espaço para o armazenamento das lâminas baixadas deve ser considerada. Portanto, seria fundamental que as bibliotecas universitárias oferecessem essa ferramenta em seus laboratórios de informática, transformando o uso do microscópio virtual em um programa institucional, e não somente vinculado a uma disciplina, projeto ou professor.

5.2 DIAGNÓSTICO

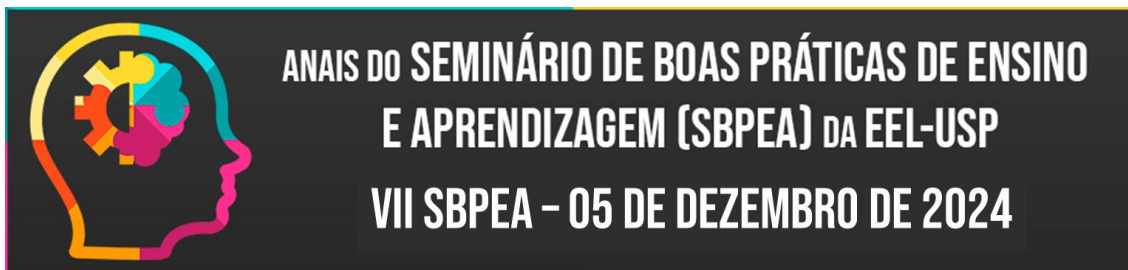
Para a área de diagnósticos, um estudo analisou a consistência do diagnóstico histopatológico ao comparar imagens obtidas por câmeras digitais com a tradicional microscopia óptica. A literatura revela a importância de validar e substituir as lâminas físicas pelas digitais durante o processo de diagnóstico histopatológico, especialmente em rotinas clínicas, a fim de garantir precisão e confiabilidade nos resultados (BERTRAM et al., 2021). Como mencionado por HORSTMANN (2021), a presença de médicos é imprescindível para a recepção e o laudo final das lâminas. Contudo, na prática, o papel do biomédico é fundamental no preparo técnico desse material, incluindo as histotécnicas do processamento histopatológico, tarefa menos comum na formação médica. Além disso, como citado em tópicos anteriores, se capacitado para o uso do MV, o biomédico pode contribuir ainda mais para os diagnósticos. Ele pode organizar o preparo, captura, processamento e envio das imagens digitalizadas, assegurando maior eficiência no uso da tecnologia e reduzindo equívocos ou problemas técnicos. Esse trabalho em sinergia com a atuação médica potencializa o diagnóstico, promovendo uma abordagem interprofissional e de cuidado colaborativo, em que as competências específicas de cada um se integram para resultados mais precisos.

Em 2018, Nathan Montgomery e sua equipe relataram o êxito na implementação de um serviço inovador de telepatologia estática em Ruanda (África Oriental). Nesse projeto, imagens capturadas por câmeras digitais foram enviadas para centros diagnósticos nos EUA e Canadá, onde especialistas forneciam o diagnóstico inicial. Após um período de



treinamento para garantir a captura adequada das imagens (com 10 fotos por lâmina), os resultados digitais demonstraram uma impressionante taxa de concordância de 97% em comparação com as análises feitas nas lâminas físicas revisadas manualmente. Montgomery também destaca a relevância da telepatologia estática como uma solução promissora para a África, assim como em nações subdesenvolvidas ou em fase de desenvolvimento, onde há uma carência significativa de recursos financeiros, tecnológicos, de infraestrutura e de profissionais especializados. Já SCHETTINI et al. (2011) havia destacado a importância da telepatologia em comunidades ribeirinhas e áreas geograficamente distantes de centros de diagnóstico. Combinando essas informações com a ideia deste parágrafo, fica evidente que o microscópio virtual é uma ferramenta crucial em regiões subdesenvolvidas, onde faltam recursos essenciais, e a capacitação do biomédico supriria a necessidade de uma equipe médica nesses locais. Nos estudos citados, as imagens utilizadas foram capturadas em fotografias digitais, e não por meio de escaneamento de lâminas que é um processo muito mais preciso e confiável. Em relação aos custos, o telediagnóstico em comunidades ribeirinhas mostrou que o valor de um equipamento para um mês de atendimento pode chegar a aproximadamente R\$30.000,00, sugerindo a viabilidade do uso do microscópio virtual para reduzir outras despesas, como salários de profissionais, infraestrutura e alojamentos (MACHADO et al., 2010).

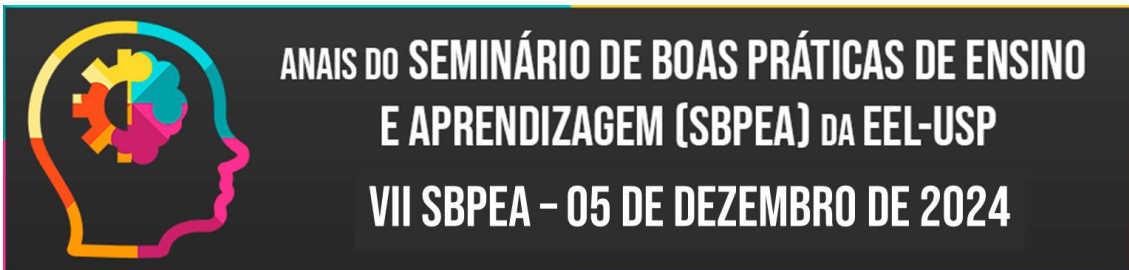
Apesar da MV ser uma opção viável para fins de ensino e diagnóstico ainda possui limitações no que diz respeito ao uso diário na triagem de citologia diagnóstica cervicovaginal. WRIGHT et al. (2013) destacaram que, em citologias, particularmente as vaginais, houve desafios na análise de lâminas com vaginite atrófica severa, resultando em uma precisão diagnóstica reduzida. Segundo os autores, isso ocorreu principalmente pela dificuldade em visualizar adequadamente os detalhes nucleares, especialmente em áreas de sobreposição de grupos celulares, que tendem a se apresentar mais escurecidas. Assim, para garantir uma maior acurácia, é fundamental que o médico patologista tenha uma formação técnica adequada para capturar imagens de alta qualidade, em diferentes ampliações, a fim de facilitar a análise por outros especialistas. Isso evidencia que ainda há áreas a serem exploradas e aprimoradas, nas quais o biomédico, bem treinado em sua



formação acadêmica, pode contribuir para aumentar a precisão dos diagnósticos, especialmente corrigindo falhas técnicas e aprimorando o uso do microscópio virtual. Um profissional capacitado não apenas realiza esses procedimentos, mas também trabalha em assistência colaborativa junto ao médico na captura de imagens digitais e no uso de outras ferramentas da MV.

Em outro estudo, em 2012, na Tanzânia (África Oriental), uma iniciativa inovadora foi realizada em quatro hospitais ao longo de mais de 3 anos. Nesse período, 109 casos foram analisados, cada um deles contendo 11 imagens. Essas imagens foram enviadas para um centro de referência em patologia nos Estados Unidos para a avaliação remota. Surpreendentemente, em 91,7% dos casos, as imagens foram suficientes para alcançar um diagnóstico completo ou parcial. Essa experiência revelou que a telepatologia estática é uma ferramenta acessível, confiável e eficiente, oferecendo um suporte diagnóstico e educacional valioso para patologistas em países em desenvolvimento (GIMBEL et al., 2012). Combinar esse suporte diagnóstico e educacional com parcerias entre centros de diagnóstico e instituições de ensino seria benéfico a oferta de materiais didáticos alinhados à prática real. Dessa forma, além das lâminas usadas em aula, os alunos poderiam visualizar lâminas de casos reais, ampliando a compreensão da realidade dos pacientes.

Outro tópico importante para o uso do microscópio virtual, é a inclusão de pessoas com deficiência auditiva ou dificuldade visual em diferenciar cores. Não foram encontrados ainda estudos na literatura que explorem o microscópio virtual e sua relação com a inclusão dessas pessoas, o que destaca a importância de se discutir e pesquisar o tema. A autora, junto com seu orientador, já tem desenvolvido projetos, estudos e pesquisas observacionais de casos que ainda não foram publicados. Através dessa ferramenta o professor pode ministrar o conteúdo presencialmente e/ou por videoconferência, com legendas, permitindo que o aluno com deficiência auditiva acompanhe a explicação simultaneamente à imagem no microscópio virtual. Em seguida, o aluno pode visualizar no MO a mesma lâmina observada no computador, minimizando as dificuldades na compreensão e acompanhamento dos casos patológicos. Diferente do microscópio convencional, que limita a observação ao momento após a explicação, o microscópio



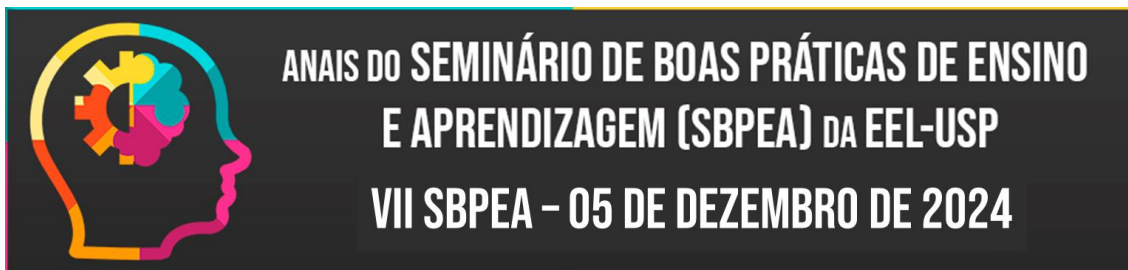
virtual oferece uma experiência mais acessível e integrada. Além disso, a ferramenta permite ajustes de tonalidade, facilitando a visualização para pessoas com dificuldade em distinguir certas cores, facilitando no diagnóstico e auxiliando na identificação de alterações patológicas. Isso é especialmente relevante, pois a maioria das lâminas de estudo é corada com hematoxilina e eosina (H&E), predominando tons avermelhados. No MV, a matriz de cores pode ser ajustada, tornando o uso mais acessível para estas pessoas. Esse recurso ressalta a importância do biomédico pois diferentemente de outros profissionais da saúde, cuja formação é voltada principalmente para o atendimento clínico e tratamento direto ao paciente, o biomédico foca na compreensão detalhada dos processos biológicos e no uso de tecnologias diagnósticas para prevenção e novos tratamentos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O microscópio virtual é uma ferramenta importante para o avanço da carreira e formação biomédica, proporcionando vantagens no ensino, na pesquisa e na prática profissional. Ela facilita o acesso a um vasto acervo de lâminas digitais, superando as limitações dos MO tradicionais e permitindo maior flexibilidade e autonomia nos estudos. No campo da pesquisa, o compartilhamento entre instituições nacionais e internacionais facilita o desenvolvimento de estudos multicêntricos e a colaboração entre cientistas, tornando o avanço científico mais rápido e acessível. Além disso, o microscópio virtual torna-se elemento estratégico para o preparo de profissionais capazes de atuar de forma inovadora, interprofissional, colaborativa e eficiente no campo da saúde, mercado esse que está se tornando cada vez mais digital e tecnológico.

REFERÊNCIAS

AEFFNER, F; ADISSU, H. A.; BOYLE, M. C.; CADIFF, R. D.; HAGENDORN, E.; HOENERHOFF, M. J.; KLOPFLEISCH, R.; NEWBIGGING, S.; SCHAUDIEN, D.; TURNER, O.; WILSON, K. **Digital Microscopy, Image Analysis, and Virtual Slide**



Repository. ILAR Journal, ano 2018, v. 59, n. 1, p. 66-79, 7 dez. 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/ilarjournal/article/59/1/66/5233905>. Acesso em: 13 maio 2024.

AEFFNER, F.; WILSON. K.; BOLON, B. et al. **Comment: Roles of pathologists in a high-throughput image analysis team..** Toxicol Patol2016b;44(6):825–834.

AL-JANABI S.; HUISMAN A.; VAN DIEST P.J. **Digital Pathology: Current Status and Future Perspectives.** Histopatologia.2012;61(1):1–9.

AUBREVILLE M.; KRAPPMANN M.; BERTRAM C.; KLOPFLEISCH R.; MAIER A. **A network of guided spatial transformers for cellular differentiation in histology.** Artigo apresentado em: Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine;2017, 7 a 8 de setembro de 2017, Bremen.

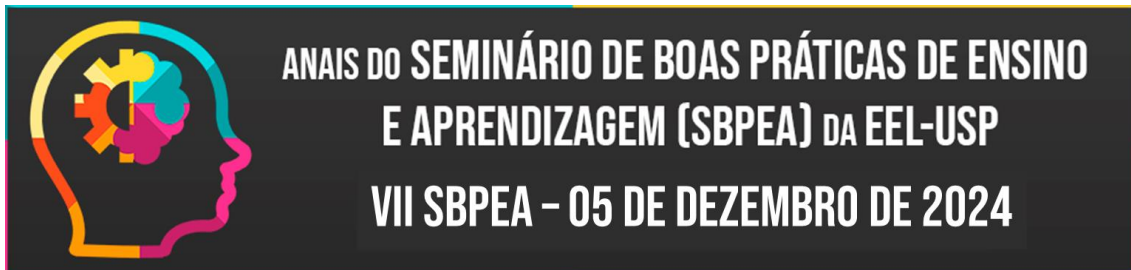
BAHIA, Natália Souto et al. **O uso das TDIC's como estratégia para aprendizagem em morfologia microscópica.** Informática na Educação: teoria & prática, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 110-124, maio./ago. 2019.

BASHSHUR, R.; SHANNON, G.; KRUPINSKI, E.; GRIGSBY, J. **The taxonomy of telemedicine.** Telemedicine and e-Health Journal, v. 17, n. 6, p. 484-494, 2011. 10.1089/tmj.2011.0103

BATSHAW, M. L.; PERRET E.; YVONNE M. **Criança com deficiência: uma orientação médica.** São Paulo, Santos Maltese, 1990.

BERETTA, D.C. **Ensino de patologia geral em tempos de distanciamento social: O presente futuro.** II Simpósio online de educação. Goiás, 2021

BERTRAM, C.A.; STATHONIKOS, N.; DONOVAN. T.A. et al. **Validation of digital**



microscopy: Review of validation methods and sources of bias. Veterinary Pathology. v. 59, p. 26-38, 2021.

BIOSYSTEMS, Leica. **ImageScope: User's Guide.** [S. l.: s. n.], 2015. 119 p. Disponível em: https://www.leicabiosystems.com/sites/default/files/media_document-file/2021-02/MAN-0001-Rev-P_12.3.pdf. Acesso em: 5 jun. 2024.

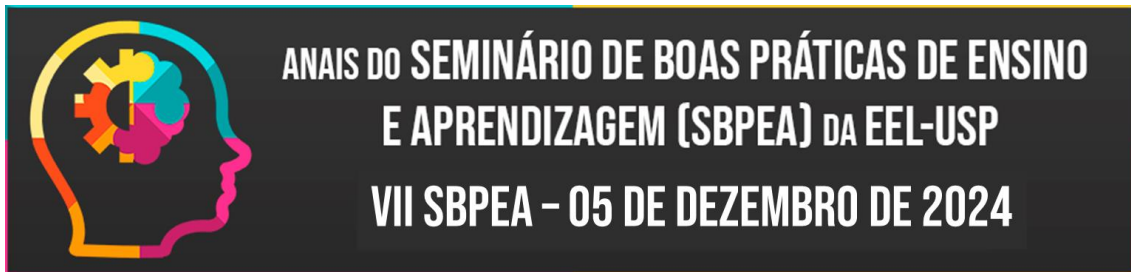
BROWNING, L.; COLLING, R.; RAKHA, E. et al. **Digital pathology and artificial intelligence will be key to supporting clinical and academic cellular pathology through COVID-19 and future crises: the Path LAKE consortium perspective.** Journal of Clinical Pathology. v. 74, p. 443–447, 2021.

BORGES M.R. Telepatologia. **Definição, histórico, modalidades, vantagens e desvantagens do uso da patologia digital como ferramenta diagnóstica de alta tecnologia.** Monografia (Especialização). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; 2004.

BORGES, M.R.; VALLE, H.A.; FIORELLI, R.K.A.; OLIVEIRA, C.A.B. **Telepatologia - Nova ferramenta diagnóstica para lesões do aparelho respiratório e importante elo tecnológico entre as áreas da Patologia, Clínica Cirúrgica e Pneumologia.** PULMÃO RJ, Rio de Janeiro, ano 2005, v. 14, n. 3, p. 246-250, 14 jul. 2005. Disponível em: https://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/_sopterj_redesign_2017/_revista/2005/n_03/10.pdf.

CORDEIRO, A. M.; RENTERÍA, J. M. **Revisão sistemática: uma revisão narrativa.** Rev. Col. Bras. Cir, [S. l.], v. 34, n. 6, p. 1-4, 11 dez. 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CORNISH, T.C.; SWAPP, R.E.; KAPLAN, K.J. **Whole-slide imaging: routine**



pathologic diagnosis. *Advances in Anatomic Pathology*. v. 19, p. 152-159, 2012.

DOMINGUES, D.A.M., MARTINEZ, I.B., CARDOSO, R.B., OLIVEIRA, H.W.
História da evolução da telemedicina no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul.
In: *Registros da História da Medicina*, 1ª Edição, p.209-218. Luminara Editorial, Porto Alegre, 2014.

DOMINICK, K.; McDANIEL, D.; TILTON, E.; FLORY, K.; KONDRASHOV, P.
(2018). **Introduction of a Combined Gastrointestinal Histopathology Laboratory Exercise into a Medical School Curriculum.** *Missouri Medicine* , 115 (1), 50.

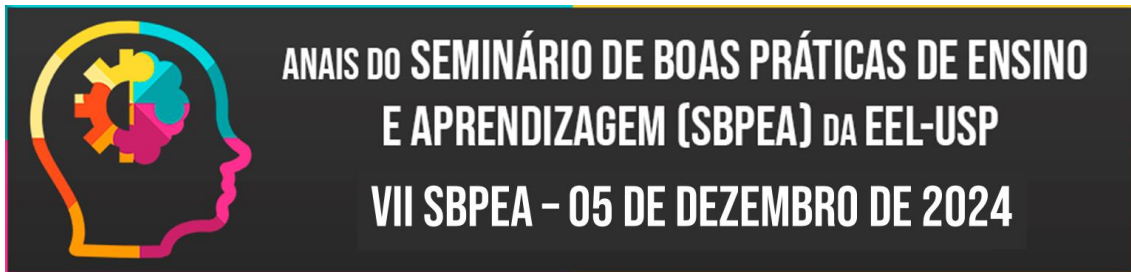
EVANS, A. J.; BAUER, T. W.; BUI, M. M.; CORNISH, T. C. et al. **US Food and Drug Administration Approval of Whole Slide Imaging for Primary Diagnosis: A Key Milestone Is Reached and New Questions Are Raised.** *Arch Pathol Lab Med*, v. 142, n. 11, p. 1383-1387, Nov 2018.

FARAHANI N.; PARWANI A.; PANTANOWITZ L. **Whole-Slide Imaging in Pathology: Advantages, Limitations, and Emerging Perspectives.** *Pathol Lab Med Int.* 2015;(7):23–33.

FARRIS A.B.; COHEN C.; ROGERS T.E.; SMITH G.H. **Whole-Slide Images for Analytical Anatomical Pathology and Telepathology: Current Practical Applications, Promises, and Risks.** *Laboratório Arch Pathol Med*. 2017;141(4):542–550.

FENG Z.; PURI S.; MOUDGIL T.; et al. **Multispectral Imaging of Formalin-Fixed Tissue Predicts the Ability to Generate Tumor-Infiltrating Lymphocytes from Melanoma.** *J Immunother Câncer*. 2015;3:47.

FONSECA, L. C. M. da .; PRESTES, P. B. .; BORBA, M. C. C. .; CORRÊA, S. E. de A.



.; LASMAR, M. L. . **Evaluation of Virtual Microscopy as a tool for teaching histopathology to undergraduate health students.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 12, n. 5, p. e10612538550, 2023.

FÓNYAD, L.; KRENÁCS, T.; NAGY, P, et al. **Validation of diagnostic accuracy using digital slides in routine histopathology.** Diagnostic Pathology. v. 7, p. 35, 2012.

FURNESS P.N.; BAMFORD W.M.; **Telepathology.** Current Diagnostic Pathology. 2001;7:281-91.

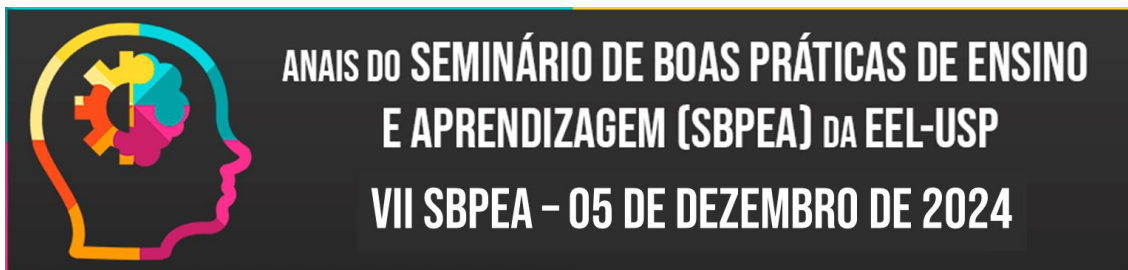
GEMEINHARDT O.; POCH F.G.; HIEBL B.; et al. **Comparison of Bipolar Radiofrequency Ablation Zones in an In Vivo Porcine Model: Correlation of Histology and Gross Pathological Findings.** Clin Hemorheol Microcirc.2016;64(3):491–499.

GIARETTO, S; RENNE, S.L.; RAHAL, D. et al. **Digital Pathology During the COVID19 Outbreak in Italy: Survey Study.** Journal of Medical Internet Research. v. 23, 2021.

GIMBEL, D. C.; SOHANI, A. R.; BUSARLA, S. V. P.; KIRIMI, J. M. et al. **A static image telepathology system for dermatopathology consultation in East Africa: The Massachusetts General Hospital Experience.** J Am Acad Dermatol, v. 67, n. 5, p. 997-1007, 2012.

GOACHER, E.; RANDELL, R.; WILLIAMS, B. et al. **The Diagnostic Concordance of Whole Slide Imaging and Light Microscopy: A Systematic Review.** Archives of Pathology e Laboratory Medicine. v. 141, p. 151-161, 2017.

GOOGLE acadêmico. **Sobre o Google Acadêmico.** 2009. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/intl/pt-BR/scholar/about.html>.



HAMILTON, P. W.; WANG, Y.; & McCULLOUGH, S. J. (2012). **Virtual Microscopy and Digital Pathology in Training and Education**. *Apmis* , 120 (4), 305-315.

HAMILTON P.W.; BANKHEAD P.; WANG Y.; et al. **Digital Pathology and Image Analysis in Tissue Biomarker Research**. *Métodos*. 2014;70(1):59–73.

HIGGINS, C. (2015). **Applications and Challenges of Digital Pathology and Whole-Slide Imaging**. *Biotechnic & Histochemistry* , 90 (5), 341-347.

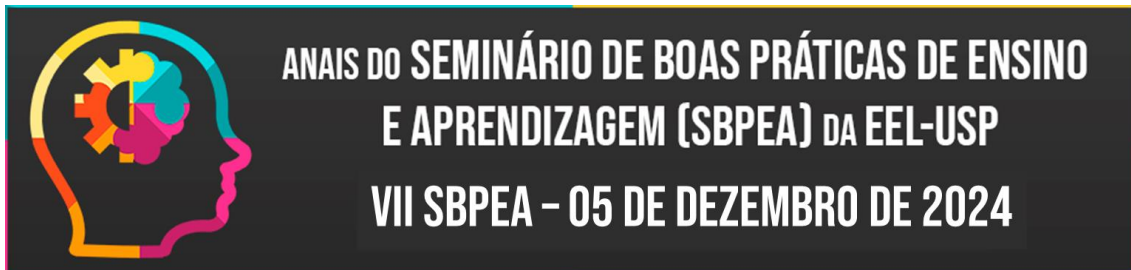
HORSTMANN, Bruno. **Telepatologia no Brasil: desenvolvimento de protótipo de aplicativo móvel para auxílio educacional do patologista**. 2021. 131 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Telemedicina e Telessaúde) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

KAYSER, K.; KAYSER, G.; RADZISZKOWSKI, D.; OEHMANN, A. **From telepathology to virtual pathology institution: the new world of digital pathology**. *Rom J Morphol Embryol*, v. 45, p. 3-9, 1994-2004.

KIELING, D.; DA SILVA, D.; WITT, F.; MAGNAGNO, O. **The Importance of Telemedicine in the Context of the COVID-19 Pandemic**. *Fag Journal of Health (fjh)*, v. 3, n. 1, p. 90-97, 2 mar. 2021.

LEE, B. C.; HSIEH, S. T.; CHANG, Y. L.; TSENG, F. Y. et al. **A Web-Based Virtual Microscopy Platform for Improving Academic Performance in Histology and Pathology Laboratory Courses: A Pilot Study**. *Anat Sci Educ*, v. 13, n. 6, p. 743-758, Nov 2020.

MACHADO, F. S. N. **Utilização da telemedicina como estratégia de promoção de**



saúde em comunidades ribeirinhas da Amazônia: experiência de trabalho interdisciplinar, integrando as diretrizes do SUS. Revista de Ciência & Saúde Coletiva, v. 15, n. 1, p. 247- 254, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000100030>.

MADABHUSHI A.; LEE G. **Image Analysis and Machine Learning in Digital Pathology: Challenges and Opportunities.** Imagem Médica Anal.2016;33:170–175.

MALDONADO, J. M.; MARQUES, A. B.; CRUZ, A. **Telemedicina: desafios à sua difusão no Brasil.** Caderno de Saúde Pública. v. 32, n. 2, Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00155615>

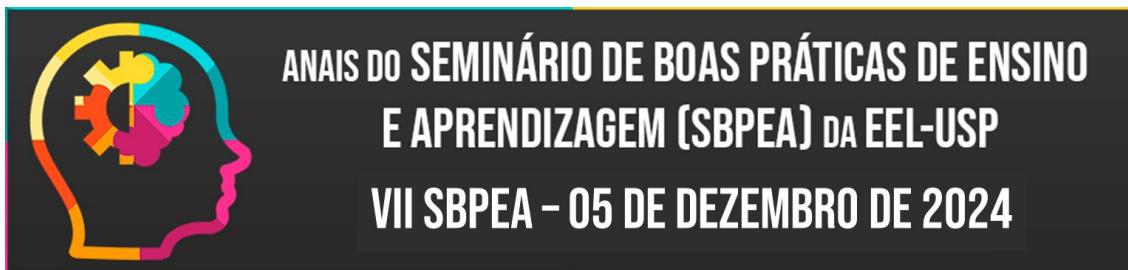
MENEZES, Daniele Costa Fonseca. **As tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) como mobilizadora de práticas ativas : um estudo no ensino remoto em uma disciplina de cálculo I.** 2022. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2022.

MENDES BRITO, L. B. et al., **Yellow Fever: A Literature Review.** Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research, [s. l.], v. 8, n. 3, 2014.

MONTGOMERY, N. D.; TOMOKA, T.; KRYSIK, R.; POWERS, E. et al. **Practical Successes in Telepathology Experiences in Africa.** Clin Lab Med, v. 38, n. 1, p. 141-150, Mar 2018.

MOURÃO, L., PORTO, J. B., & PUENTE-PALACIOS, K. (2014). **Construção e evidências de validade de duas escalas de percepção de desenvolvimento profissional.** Psico-USF, 19(1), 73-85. doi: 10.1590/S1413-82712014000100008

MUSSI, R. F. de F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. de. **Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico.** Práxis



Educacional, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021. DOI: 10.22481/praxisedu.v17i48.9010.

NOGUEIRA, P.; R.; A. **Habilidade diagnóstica na leitura de lâminas histopatológicas digitais e físicas na patologia veterinária.** Orientador: Tatiane Alves da Paixão. 2022. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - ESCOLA DE VETERINÁRIA, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/44035/7/Dissertação%20patologia%20digital.pdf>.

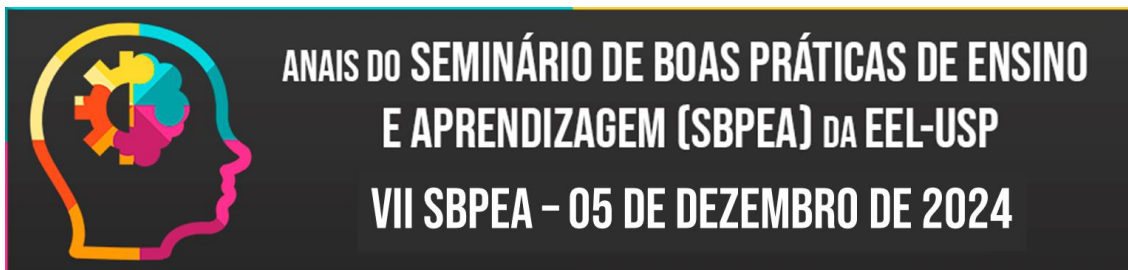
OLIVEIRA J.; et al. **Diretriz de Telecardiologia no Cuidado de Pacientes com Síndrome Coronariana Aguda e Outras Doenças Cardíacas.** Arquivo Brasileiro de Cardiologia, v. 104, n.5 p. 1 -26, 2015.

PANTANOWITZ, L. **Digital images and the future of digital pathology.** Journal pathology informatics. v. 9, 2010. 40.

PANTANOWITZ, L.; SHARMA, A.; CARTER, A.B. et al. **Twenty Years of Digital Pathology: An Overview of the Road Travelled, What is on the Horizon, and the Emergence of Vendor-Neutral Archives.** Journal of pathology informatics. v. 9, 2018.

PAULSEN, F. P.; EICHHORN, M.; BRÄUER, L. (2010). **Virtual microscopy—The future of histology education in the medical curriculum?**. Annals of Anatomy Anatomischer Anzeiger , 192 (6), 378-382.

REZEK NETO, C. **Educação superior a distância: criação de um sistema avaliativo exclusivo de EaD para o avanço tecnológico e educacional do país.** 2008. 166f. Tese - Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba. Disponível em: http://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/2006/OUQSJNHOICIU.pdf.



ROJO, M. G. **History of Telepathology in Latin America**. Revista de la AITT, v. n. 2, p. 1- 8, 2015.

SCHETTINI, F. A.; FERREIRA, L. C. L.; SCHETTINI, A. P. M.; CAMELO, R. T. **Reprodutibilidade do diagnóstico histopatológico de dermatoses por fotomicrografias digitais versus microscopia óptica convencional**. An Bras Dermatol, Manaus, ano 2011, v. 3, p. 491-496, 22 jun. 2011.

SIVAMALAI, S.; MURTHY, S. V.; GUPTA, T. S.; WOOLLEY, T. **Teaching pathology via online digital microscopy: positive learning outcomes for rurally based medical students**. Aus J Rural Health, v. 19, n. 1, p. 45-51, Feb 2011.

WEINSTEIN R.S.; DESCOUR M.R; LIANG C. et al. **Telepathology overview: from concept to implementation**. Hum Pathol 2001;32:1283-99.

WEINSTEIN R.S.; GRAHAM A.R.; LIAN F. et al. **Reconciliation of diverse telepathology system designs. Historic issues and implications for emerging markets and new applications**. Apmis. 2012;120(4):256-75. 53.

WEINSTEIN, R. S.; HOLCOMB, M. J.; KRUPINSKI, E. A. **Invention and Early History of Telepathology (1985-2000)**. J Pathol Inform, v. 10, p. 1, 2019.

WRIGHT, A. M.; SMITH, D.; DHURANDHAR, B. et al. **Digital slide imaging in cervicovaginal cytology: a pilot study**. Arch Pathol Lab Med, v. 137, n. 5, p. 618- 624, May 2013.

XAVIER , C. G.; FARIA, J. B. de; SOUZA, F. R. et al. **Use of digital microscopy images in the teaching of biological sciences: assessment of the motivation and proficiency of high school students**. SciELO Preprints, 2023. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.6604.