

# CitoFocus: Uma Plataforma para Colaboração e Aprendizado em Citopatologia

Breno Keller<sup>1</sup>, Thiago D. Guimarães<sup>1</sup>, Pedro Igor de S. Malaquias<sup>1</sup>,  
Gabriel M. dos S. Ferreira<sup>1</sup>, Mariana T. Resende<sup>2</sup>, Claudia M. Carneiro<sup>2</sup>,  
Andrea G. C. Bianchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Computação  
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)  
Ouro Preto, MG, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Análises Clínicas  
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)  
Ouro Preto, MG, Brasil

{kellerbrenons, thiagodutragui, pedrodel3souza, trevisanrezende}@gmail.com,  
gabriel.mace@aluno.ufop.edu.br, {carneirocm, andrea}@ufop.edu.br

**Abstract.** *The subjective and interpretative nature of the pap smear analysis requires a great deal of knowledge and experience from the responsible professional. Technology and the construction of tools to assist the cytopathologist can be useful in searching for excellence in diagnosis. Taking advantage of specialists' usual behavior, seeking support and discussion with other professionals, this work proposes the CitoFocus application as a collaborative environment aimed at discussing cases, with a focus on images and clinical information.*

**Resumo.** *A natureza subjetiva e interpretativa da análise do exame de Papanicolaou requer grande conhecimento e experiência do profissional responsável. A tecnologia e a construção de ferramentas de auxílio ao citopatologista podem ser úteis na busca pela excelência no diagnóstico. Usufruidos de um comportamento usual dos especialistas, de buscar apoio e discussão com outros profissionais, este trabalho propõe o aplicativo CitoFocus como um ambiente colaborativo voltado para a discussão de casos, com foco nas imagens e informações clínicas.*

## 1. Introdução

O câncer de colo de útero é uma das principais causas de óbito por câncer em mulheres no mundo. Contudo, as lesões pré-neoplásicas apresentam evolução lenta o que permite identificá-las em estágios iniciais, principalmente por meio do exame de Papanicolaou, método de rastreamento do câncer cervical globalmente adotado elevando as chances de tratamento e cura [Basu et al. 2018].

Durante a rotina dos laboratórios de citopatologia a identificação das lesões é realizada por especialistas por meio da análise do material coletado do colo uterino, em microscópio óptico, entretanto, essa atividade é afetada por fatores subjetivos. Os critérios

citomorfológicos avaliados possuem grande variação em diferentes amostras, a capacidade e a qualidade da análise do profissional estão diretamente relacionadas a experiência e ao treinamento [Baena et al. 2017]. Aliado a essas dificuldades é importante salientar que os profissionais encaram uma rotina de trabalho cansativa, repetitiva e de grande responsabilidade, que resulta em fadiga. Dessa forma, é importante que o especialista tenha acesso a ferramentas que permitam complementar, reforçar e auxiliar sua análise microscópica.

Uma alternativa para a melhoria do processo é a inserção de recursos digitais que ofereçam alternativas de interação e colaboração entre os profissionais e permita discussão dos casos encontrados na amostra. Sendo assim, este trabalho propõe uma aplicação móvel que oferece aos profissionais um ambiente colaborativo voltado para discussão interativa de casos clínicos por meio da análise de imagens de citologia do exame de Papanicolaou. O trabalho está estruturado da seguinte maneira: Seção 2 - Contextualização; Seção 3 - Trabalhos Relacionados; Seção 4 - Aplicativo CitoFocus; Seção 5 - Discussões e Seção 6 - Conclusões.

## **2. Contextualização**

Desde a década de oitenta, estudos avaliando o exame de Papanicolaou revelam altas taxas de resultados falso-negativos, podendo chegar a 62% [Gay et al. 1985, Bosch et al. 1992, Silva 2005, Koonmee et al. 2017], as causas dessa limitação ocorrem devido a erros de coleta, escrutínio e interpretação diagnóstica [Amaral et al. 2008, Siddegowda et al. 2016, Zhao et al. 2017]. Os erros relacionados a interpretação diagnóstica acontecem quando o citopatologista reconhece células alteradas, mas as classifica erroneamente. Esse fato é atribuído a falta de experiência do profissional, variação na qualidade/quantidade de características citomorfológicas, e extensa carga de trabalho [Siddegowda et al. 2016].

Como o exame de Papanicolaou é preventivo, ou seja, de rastreio, então a maioria dos casos analisados pelos citopatologistas apresentam resultados normais, em torno de 90% a 97%, considerando que o índice de positividade deve estar entre 3 a 10% de acordo com o preconizado pelo Ministério da Saúde [Tobias et al. 2016]. Portanto, somente uma pequena parte da rotina dos esfregaços é direcionada para a observação de casos positivos, raros ou infecções incomuns e os profissionais muitas vezes têm contato muito esporádico com alguns tipos de lesão, o que gera insegurança na liberação do resultado e pode levar a uma classificação equivocada da lesão muitas vezes culminando em erro diagnóstico [Siddegowda et al. 2016, Zhao et al. 2017].

Outro aspecto importante é a grande variação de características citomorfológicas, dificultando uma classificação precisa, como o aumento da relação núcleo/citoplasma, a membrana nuclear irregular, a hipercromasia nuclear e a granularidade da cromatina, definidas pela terminologia mais comumente usada, o Sistema Bethesda [Nayar and Wilbur 2015]. Além disso, em um único esfregaço citológico estima-se que um citopatologista deve analisar até 300 mil células cervicais [Nayar and Wilbur 2015] e o volume de trabalho pode chegar a 100 esfregaços/dia [Miller et al. 2000, Mody et al. 2000].

Neste sentido, na rotina diagnóstica dos citopatologistas, a observação de imagens raras e desafiadoras leva a uma prática usual de buscar auxílio com outros colegas de

profissão via compartilhamento de imagens no intuito de coletar múltiplas opiniões e criar discussões que possam ajudar na elucidação do caso. Contudo, este tipo de abordagem pode gerar ruído e dificuldade para a conclusão de um diagnóstico, pois as respostas obtidas por meio desse processo podem ficar dispersas em meio à outras questões não pertinentes.

Dessa forma, para as áreas da saúde com especialidades que envolvem a informação visual como foco central, como é o caso da citopatologia do colo do útero, e exigem a avaliação de características citomorfológicas em esfregaços cervicais, o uso da tecnologia é extremamente relevante, pois essas informações visuais podem ser compartilhadas e apresentadas de maneiras inovadoras. Diante deste cenário, evidencia-se a importância do desenvolvimento de sistemas tecnológicos que possam ser inseridos no rastreamento do câncer cervical para auxiliar na análise microscópica realizada por citopatologistas, na busca pela qualidade do exame, visando a atualização, o estudo de eventos raros, a troca de experiências e a uniformização dos critérios citomorfológicos.

### **3. Trabalhos Relacionados**

Em seu artigo, [Ekong et al. 2017] apresentam uma avaliação sobre a utilização de *smartphones* Android como ferramentas para telepatologia. No trabalho foram utilizados dois celulares com câmeras de 8MP (megapixel) e 16MP, respectivamente. As imagens são obtidas diretamente na ocular do microscópio e foram avaliadas por dois patologistas em função dos seguintes critérios: qualidade da imagem, viabilidade de realizar diagnóstico utilizando a imagem, diagnóstico do material na imagem e confiança do profissional com o diagnóstico. Os resultados mostraram que o dispositivo com câmera de 8 MP teve melhores resultados nos quesitos: qualidade de imagem, adequações para fornecer um diagnóstico e concordância com o diagnóstico de referência. Do ponto de vista estatístico, a qualidade das imagens não apresentou diferença para a avaliação de referência.

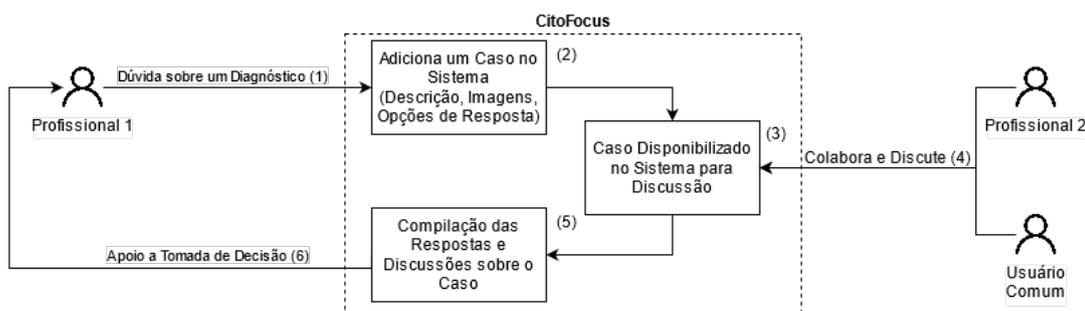
Ainda na linha de validação do uso de imagens digitais para diagnósticos, [Sahin et al. 2018] apresenta a análise da concordância entre diagnósticos feitos diretamente na ocular do microscópio e diagnósticos feitos por imagens digitais tiradas da ocular do microscópio. Utilizando um *smartphone*, um citopatologista captura imagens pela lente ocular do microscópio e as envia para o profissional que foi responsável pelo diagnóstico realizado inicialmente utilizando o mesmo tipo de microscópio em que as imagens foram capturadas. Posteriormente foi aplicado o teste de concordância sobre os diferentes diagnósticos, obtendo *Kappa* igual a 84,30%.

Uma vez que o uso do *smartphones* para aquisição das imagens mostrou-se uma opção viável, nossa proposta utiliza esses recursos como ferramenta para criar um ambiente de colaboração e discussão entre os citopatologistas, visando aprendizado e a melhoria na qualidade do exame.

### **4. CitoFocus**

O aplicativo proposto, denominado CitoFocus, tem como principal funcionalidade a colaboração remota entre citopatologistas para apoio ao diagnóstico citopatológico. Essa abordagem apresenta a vantagem de imersão em um ambiente de interação, como discussões sobre os critérios utilizados e outras informações relevantes.

A Figura 1 mostra o fluxo geral de interação. Os perfis de usuário na aplicação são divididos em dois: os profissionais e os usuários comuns. Os profissionais representam os especialistas em citopatologia e os usuários comuns são os interessados no conhecimento para participar da discussão, por exemplo alunos de cursos de citopatologia. Além disso, a interação do sistema gira em torno das discussões sobre os **casos clínicos**, caracterizados por uma coletânea de imagens e informações clínicas relevantes.



**Figura 1. Fluxo de Interação entre os Usuários e a Aplicação**

O fluxo apresentado na Figura 1 é oferecido aos usuários por meio de *smartphones*. Uma vez que essa abordagem não demanda a aquisição de nenhum equipamento ou adaptação do fluxo de trabalho atual dos profissionais, inclusive permite que a imagem/foto seja obtida com o próprio *smartphone* a partir da ocular do microscópio óptico. A Figura 2 apresenta as telas do aplicativo proposto.



**Figura 2. Telas da Aplicação**

A Figura 2a apresenta a tela de criação de um novo caso clínico no sistema, o que representa os passos 1 e 2 do fluxo de interação. Dessa forma, quando um profissional necessita de auxílio no diagnóstico, ele cria um novo caso clínico no sistema, informando imagens, contexto e opções de resposta, de forma a direcionar a discussão. Além disso, o sistema oferece também ambiente aberto para debate de pontos importantes da análise.

Após um caso ser criado, ele aparece para os usuários em uma listagem de todos os casos abertos no sistema, conforme Figura 2b. Caso um usuário se interesse em colaborar

na discussão de um caso clínico (passo 4 do fluxo), ele tem acesso a uma tela com o resumo das informações do caso e as opções de resposta disponíveis (selecionadas durante a criação do caso clínico). A disposição desses elementos é apresentada na Figura 2c.

Após finalizado o período de respostas, o usuário que cadastrou o caso tem acesso às respostas dos usuários e a gráficos que permitem uma sintetização dos resultados (Figura 2d). Tais informações e discussões permitem que ele tenha um apoio a tomada de decisão sobre o diagnóstico do caso, passo 6 do fluxo.

## 5. Discussões

Conforme descrito na Seção 2, o modelo de interação utilizado para auxiliar no diagnóstico dos citopatologistas não é um comportamento novo para eles. Porém, ele se baseia na adaptação de ambientes cujo objetivo não é oferecer esse tipo de interação entre os profissionais. Isso é, mesmo utilizando diferentes recursos para obter ajuda no diagnóstico, esses ambientes sofrem pela dispersão do foco dos usuários.

Dessa forma, a criação de um ambiente especializado para a interação se mostra uma solução promissora, uma vez que é possível evitar problemas consequentes da dispersão do foco dos usuários. Além disso, o modelo de interação é similar ao que os usuários já usam naturalmente, isso é, a utilização de mecanismos em *smartphones* para compartilhar imagens e coletar informações.

Além das funcionalidades bases da aplicação, os casos clínicos criados no sistema também podem ser utilizados como um reforço ao aprendizado e/ou material de referência futura. Pois as discussões feitas sobre os casos abordam diferentes tópicos úteis para o entendimento dos critérios citomorfológicos usados no diagnóstico, que essencialmente são subjetivos e dependentes da formação/experiência prévia do usuário.

## 6. Conclusões

Este trabalho apresenta uma proposta de aplicativo para apoiar o citopatologista em seus diagnósticos por meio de um ambiente de interação e colaboração com outros profissionais e pessoas com conhecimento da área. Também foram discutidos os ganhos que essa abordagem traz tanto ao usuário quanto a comunidade colaboradora. Porém, ainda é necessário inserir essa aplicação na rotina dos profissionais e avaliar como os usuários interagem com o aplicativo e como eles percebem essa solução.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à CAPES, CNPq, CNPq Fellowship (305895/2019-2), PPSUS/FAPEMIG (APQ-03740-17), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) processos no 23109.000929/2020-88, 23109.000928/2020-33 pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

Amaral, R. G., Manrique, E. J. C., Guimarães, J. V., Sousa, P. J. d., Mignoli, J. R. Q., Xavier, A. d. F., and Oliveira, A. (2008). Influência da adequabilidade da amostra sobre a detecção das lesões precursoras do câncer cervical. *Revista brasileira de ginecologia e obstetrícia*, 30(11):556–560.

- Baena, A., Guevara, E., Almonte, M., Arias-Stella, J., Sasieni, P., and Sanchez, G. (2017). Factors related to inter-observer reproducibility of conventional pap smear cytology: a multilevel analysis of smear and laboratory characteristics. *Cytopathology*, 28(3):192–202.
- Basu, P., Mittal, S., Vale, D. B., and Kharaji, Y. C. (2018). Secondary prevention of cervical cancer. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 47:73–85.
- Bosch, M., Rietveld-Scheffers, P., and Boon, M. (1992). Characteristics of false-negative smears tested in the normal screening situation. *Acta cytologica*, 36(5):711–716.
- Ekong, D., Liu, F., Brown, G. T., Ghosh, A., and Fontelo, P. (2017). Evaluation of android smartphones for telepathology. *Journal of pathology informatics*, 8.
- Gay, J., Donaldson, L., and Goellner, J. (1985). False-negative results in cervical cytologic studies. *Acta Cytologica*, 29(6):1043–1046.
- Koonmee, S., Bychkov, A., Shuangshoti, S., Bhummichitra, K., Himakhun, W., Karalak, A., and Rangaeng, S. (2017). False-negative rate of papanicolaou testing: a national survey from the thai society of cytology. *Acta cytologica*, 61(6):434–440.
- Miller, A. B., Nazeer, S., Fonn, S., Brandup-Lukanow, A., Rehman, R., Cronje, H., Sankaranarayanan, R., Koroltchouk, V., Syrjänen, K., Singer, A., et al. (2000). Report on consensus conference on cervical cancer screening and management. *International Journal of Cancer*, 86(3):440–447.
- Mody, D. R., Davey, D. D., Branca, M., Raab, S. S., Schenck, U. G., Stanley, M. W., Wright, R., Arbyn, M., Beccati, D., Bishop, J. W., et al. (2000). Quality assurance and risk reduction guidelines. *Acta cytologica*, 44(4):496–507.
- Nayar, R. and Wilbur, D. C. (2015). *The Bethesda system for reporting cervical cytology: definitions, criteria, and explanatory notes*. Springer.
- Sahin, D., Hacisalihoglu, U. P., and Kirimlioglu, S. H. (2018). Telecytology: Is it possible with smartphone images? *Diagnostic cytopathology*, 46(1):40–46.
- Siddegowda, R. B., DivyaRani, M., Natarajan, M., and Biligi, D. S. (2016). Inter-observer variation in reporting of pap smears. 5(3):PO22–PO25.
- Silva, P. R. (2005). Principais causas que limitam ou tornam as amostras insatisfatórias que podem comprometer a análise dos exames citopatológicos no rastreamento do câncer do colo do útero. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 2(2):190–193.
- Tobias, A. H. G., Amaral, R. G., Diniz, E. M., and Carneiro, C. M. (2016). Indicadores de qualidade dos exames citopatológicos da rede pública em minas gerais, brasil. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 38(2):65–70.
- Zhao, C., Crothers, B. A., Tabatabai, Z. L., Li, Z., Ghofrani, M., Souers, R. J., Husain, M., Fan, F., Shen, R., Ocal, I. T., et al. (2017). False-negative interpretation of adenocarcinoma in situ in the college of american pathologists gynecologic pap education program. *Archives of pathology & laboratory medicine*, 141(5):666–670.