

## RESUMO EXPANDIDO NÃO ESTRUTURADO

(Estudo Original)

### Diogenes qLAMP suite: app Shiny para análise PCR LAMP colorimétrica

Diogenes qLAMP suite: Shiny app for colorimetric LAMP PCR analysis

Diogenes qLAMP suite: app Shiny para análise LAMP PCR colorimétrico

Yara Natércia Lima Faustino de Maria<sup>1</sup>, David Aciole Barbosa<sup>1,3</sup>, René Aduan Jr<sup>1,3</sup>, Daniela Leite Jabes<sup>1,3</sup>, Regina Costa de Oliveira<sup>1,3</sup>, Luiz R. Nunes<sup>1,2</sup>, Fabiano Bezerra Menegidio<sup>1,3\*</sup>

### INTRODUÇÃO

Dispositivos *mobile*, como os smartphones, são os aparelhos de computação mais populares do mundo, dominando o interesse de usuários acima de *tablets*, *notebooks* e computadores de mesa (*desktops*). O uso da internet, em conjunto com estes *gadgets*, tornou o dispositivo *mobile* como uma das máquinas mais importantes quando se pensa no conceito de Internet das Coisas (IoT, *Internet of Things*)<sup>1</sup>.

Visto que a análise de dados é um ponto extremamente fundamental e ubíquo em praticamente qualquer campo da ciência e tecnologia, sistemas para analisar informações biológicas tornaram-se parte inseparável dos profissionais e pesquisadores da área da Biotecnologia<sup>2</sup>. Diante disso, um avanço substancial que une análise de dados e recursos *online* se deu pela linguagem de programação R; uma das mais aplicadas para análises de dados biológicos e Bioinformática<sup>3</sup>. Esta linguagem com distribuição *open-source* (código-fonte aberto e gratuito) permitiu uma estrutura de programação de criação de ambientes web interativos para um número incontável de análises a partir da integração de linguagens HTML, CSS e *JavaScript* que só foi possível pelo desenvolvimento do pacote *Shiny* pela empresa mantenedora da linguagem R, a *RStudio*, em 2012<sup>4</sup>.

Neste sentido, o aplicativo (ou simplesmente “app”) qLAMP foi desenvolvido utilizando a biblioteca Shiny por NGUYEN e colaboradores (2020)<sup>5</sup> com o intuito de fornecer um sistema de análise de dados provenientes de experimentos de PCR isotérmico mediado por *loop*, ou PCR LAMP. Este aplicativo é fornecido como uma interface web, ou seja, funciona em navegador de internet. Entretanto, antes da análise propriamente dita do experimento, um *smartphone* é acoplado em um equipamento próprio para conduzir as reações LAMP que devem ser acompanhadas a fim de obter fotografias ou vídeos do experimento.

Apesar de o aplicativo possuir um módulo para a entrada das imagens obtidas, que serão então analisadas por um segundo módulo, a forma de obtenção das imagens não é fixa, o que implica na necessidade de etapas separadas do processo: primeiro, fora do aplicativo, coleta das imagens utilizando os sistemas nativos do dispositivo, o que automaticamente ocasiona uma limitação baseada nos recursos de

<sup>1</sup>Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes-SP-Brasil. \*E-mail: [fabianomenegidio@umc.br](mailto:fabianomenegidio@umc.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>EasyOmics, Mogi das Cruzes, SP

ORCID:0000-0003-3875-2307; 0000-0001-5249-1882;0000-0002-5816-2630; 0000-0001-7297-0784; 0000-0002-2446-5510; 0000-0001-9619-269X; 0000-0002-4705-8352.

fotografia ou vídeo do aparelho, pois um número padronizado de imagens e intervalo de obtenção são necessários; em seguida, o usuário deve encontrar as fotos do experimento no sistema de arquivos do *smartphone* para que sejam carregadas no aplicativo<sup>5</sup>. Desta forma, o usuário também precisará providenciar, inclusive, edições como corte da imagem para as dimensões (largura e altura) adequadas para o aplicativo, sem contar no caso de as imagens serem recuperadas como vídeo, que deve ser convertido em imagens separadas atendendo, novamente, quantidade e intervalo definidos.

Diante desses entraves, o *software* não possui otimização de uma das características essenciais, chamada de usabilidade. Para a Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization*, ISO), a usabilidade é definida como “até que ponto um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”, não se restringindo ao aspecto da experiência do usuário (*user experience*, UX), isto é, “percepções e respostas de um indivíduo resultantes do uso e/ou uso antecipado de um produto, sistema ou serviço”, que apresenta uma abordagem mais genérica e subjetiva, mas sim uma noção objetiva de como o usuário usa algo para completar uma tarefa com sucesso<sup>6,7</sup>.

Partindo de uma breve análise de qualidade de *software* pela perspectiva de usabilidade, as peculiaridades do *app* qLAMP aqui descritas podem ser depreendidas como pontos que podem ser melhorados com funcionalidades que busquem a otimização da experiência do usuário com intuito de gerar etapas com maior intuitividade, praticidade e padronização. Por conseguinte, tendo observado sobre as considerações anteriores tratando-se das características de robustez do sistema de desenvolvimento de aplicativos web usando o pacote *Shiny* da linguagem R e da possibilidade de aperfeiçoamento do *software* qLAMP, o presente trabalho tem por objetivo adaptar o *app* original para gerar uma nova funcionalidade com recursos para coleta programada de imagens das reações.

## OBJETIVOS

Adaptar o aplicativo qLAMP para coleta de imagens de forma programável usando o pacote *Shiny* da linguagem R.

## ESTUDO DE CASO

A adaptação do *software* qLAMP envolveu a criação completa de um novo módulo para adicionar a funcionalidade de captura programada de imagens do experimento. Inicialmente, estas modificações foram possíveis combinando a utilização de HTML tags (elementos de HTML; HyperText Markup Language) com a implementação de código em linguagem *javascript* utilizando o método

<sup>1</sup>Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes-SP-Brasil. \*E-mail: [fabianomenegidio@umc.br](mailto:fabianomenegidio@umc.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>EasyOmics, Mogi das Cruzes, SP

ORCID:0000-0003-3875-2307; 0000-0001-5249-1882;0000-0002-5816-2630; 0000-0001-7297-0784; 0000-0002-2446-5510; 0000-0001-9619-269X; 0000-0002-4705-8352.

`navigator.mediaDevices.getUserMedia` e a `constraint facingMode` do tipo `environment`, para requisitar acesso do navegador web ao dispositivo de câmera traseira do *smartphone* (<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/MediaDevices/getUserMedia>).

Este método cria, na página do aplicativo, um vídeo *blob (binary large object)* canvas, ou seja, uma moldura de saída de vídeo que mostra uma visualização em tempo real da câmera do dispositivo móvel, permitindo que o usuário acompanhe a captura das imagens e o andamento das reações no momento em que acontecem. Além disso, foi adicionado neste código, um sistema de controle deslizante para ampliação (*zoom*) da fonte de imagem, que reconhece o recurso de *zoom* máximo possível do aparelho usado, garantindo uma adequação ao dispositivo, sem limitações predefinidas.

Como apresentado na figura 1, o módulo de captura fornece campos para o usuário definir valores de *delay* e capturas e, posteriormente, iniciar a câmera (botão *Start!*). A partir daí, o vídeo em tempo real (ao vivo) é iniciado.. Após confirmar valores (botão *Confirm*) e iniciar a captura (botão *Capture!*), a imagem capturada é exibida abaixo do vídeo ao vivo. Ao final, alertas informam ao usuário sobre o término das capturas.

**Figura 1 - Front-end do módulo de captura na página web do aplicativo qLAMP em dispositivo *mobile*.**

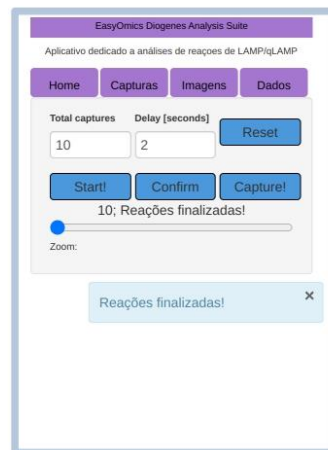
A) Usuário inicia a câmera no navegador web, abrindo o vídeo em tempo real.



B) Usuário confirma valores e inicia a captura, vendo também o vídeo ao vivo, acima.



C) Alertas sonoro e visual indicam término das capturas.



O mecanismo de captura das imagens foi conduzido com a introdução de funções preparadas com o auxílio do pacote *shinyscreenshot* (<https://cran.r-project.org/web/packages/shinyscreenshot/index.html>). Além disso, o módulo de aquisição de imagens foi configurado para reconhecer não apenas câmeras de dispositivos como celulares, mas também outros dispositivos, como *webcams* conectadas a computadores

<sup>1</sup>Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes-SP-Brasil. \*E-mail: [fabianomenegidio@umc.br](mailto:fabianomenegidio@umc.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>EasyOmics, Mogi das Cruzes, SP

ORCID:0000-0003-3875-2307; 0000-0001-5249-1882;0000-0002-5816-2630; 0000-0001-7297-0784; 0000-0002-2446-5510; 0000-0001-9619-269X; 0000-0002-4705-8352.

desktop e laptops, possibilitando a criação de estações de trabalho escalonáveis que usem não apenas de smartphones para as análises de qLAMP.

A lógica de *back-end* necessária para adequar o número de imagens capturadas (capturas) e também um intervalo de obtenção das imagens (*delay*) foi possível pelo uso de funções baseadas no sistema de criação de objetos do tipo “valores reativos” do pacote *shiny* (*reactive values*, disponível em <https://shiny.posit.co/r/reference/shiny/0.11/reactivevalues>) implementado com programação em linguagem javascript pelo uso da função *runjs* do pacote *shinyjs* (<https://deanattali.com/shinyjs/>) para criação de laços de repetição (*loop repetition*) baseado nos valores de capturas e delay armazenados que são definidos pelo usuário nos campos de configuração.

Outro sistema importante adicionado ao programa original foi a inclusão de funções de acesso ao sistema de arquivos com o uso do pacote *shinyFiles*, que fornece uma integração direta de carregamento (*upload*) das capturas para o módulo de análise de imagens. Ao incorporar estas funções ao aplicativo, os processos de entrada e análise de dados se tornaram automatizados, garantindo praticidade ao usuário que não precisa mais se preocupar em buscar as capturas no sistema de arquivos do dispositivo.

Todo o módulo adicional foi incorporado ao código original integrando tanto *back-end* quanto *front-end*, com o uso das funções padrão da biblioteca *shiny* e também melhorias tanto nos aspectos de apresentação quanto nos de funcionamento da interface, garantidos pelo uso da linguagem de folhas de estilos CSS (*Cascading Style Sheets*, <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/CSS>).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As modificações realizadas para otimizar a usabilidade do qLAMP app resultaram em profundas alterações no aplicativo através da incorporação de mais de 300 novas linhas de código ao seu *script* original (um aumento de ~67% nas funcionalidades inseridas).

---

## REFERÊNCIAS

- 1) SARKER, Iqbal H. *et al.* Mobile data science and intelligent apps: concepts, ai-based modeling and research directions. *Mobile Networks and Applications*, v. 26, p. 285-303, 2021.
- 2) GAUTHIER, Jeff *et al.* A brief history of bioinformatics. *Briefings in bioinformatics*, v. 20, n. 6, p. 1981-1996, 2019.
- 3) GIORGI, Federico M.; CERAOLO, Carmine; MERCATELLI, Daniele. The R language: an engine for bioinformatics and data science. *Life*, v. 12, n. 5, p. 648, 2022.
- 4) JIA, Lihua *et al.* Development of interactive biological web applications with R/Shiny. *Briefings in Bioinformatics*, v. 23, n. 1, p. 415, 2022.

---

<sup>1</sup>Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes-SP-Brasil. \*E-mail: [fabianomenegidio@umc.br](mailto:fabianomenegidio@umc.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>EasyOmics, Mogi das Cruzes, SP

ORCID:0000-0003-3875-2307; 0000-0001-5249-1882;0000-0002-5816-2630; 0000-0001-7297-0784; 0000-0002-2446-5510; 0000-0001-9619-269X; 0000-0002-4705-8352.

- 5) NGUYEN, Huynh Q *et al.* Quantification of colorimetric isothermal amplification on the smartphone and its open-source app for point-of-care pathogen detection. *Scientific Reports*, v. 10, n. 1, p. 15123, 2020.
- 6) JURISTO *et al.* Analysing the impact of usability on software design. *The Journal of Systems and Software*, v.80, n. 2, p 1506–1516, 2007.
- 7) CURCIO, Karina *et al.* Usability in agile software development: A tertiary study. *Computer Standards & Interfaces*, v. 64, p. 61-77, 2019.

---

<sup>1</sup>Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes-SP-Brasil. \*E-mail: [fabianomenegidio@umc.br](mailto:fabianomenegidio@umc.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>EasyOmics, Mogi das Cruzes, SP

ORCID:0000-0003-3875-2307; 0000-0001-5249-1882;0000-0002-5816-2630; 0000-0001-7297-0784;  
0000-0002-2446-5510; 0000-0001-9619-269X; 0000-0002-4705-8352.