

Modelo de recomendações de diretrizes de interface para aplicativos móveis usando aprendizado de máquina

Jonathan C. Kuspil¹, Gislaine Camila L. Leal¹, Guilherme C. Guerino²,
Renato Balancieri^{1,2}, Thiago A. Coleti³

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Maringá – PR – Brasil

²Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) – Apucarana – PR – Brazil

³Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Bandeirantes – PR – Brasil

jonathankuspil@gmail.com, guilherme.guerino@ies.unespar.edu.br

gclleal@uem.br, renato.balancieri@unespar.edu.br

thiago.coleti@uenp.edu.br

Abstract. *With the increasingly competitive mobile application market, where elevated standards and development costs prevail, it becomes imperative to explore novel approaches that offer cost-effectiveness, efficiency, superior quality, and democratization of application design. Machine Learning (ML) emerges as a promising possibility, offering an objective alternative to conventional solutions. Therefore, this paper aims to demonstrate the development process of a data-based ML model capable of receiving a description of an application (under creation or that its use should be improved), processing and returning recommendations to the user for developing the graphical interface of their application in the form of visually structured guidelines. The Design Science Research Methodology should guide model development and evaluation.*

Resumo. *Com a ascendente competitividade do mercado de aplicativos móveis elevando os padrões e custos de desenvolvimento, novas alternativas para o barateamento, agilização, melhora da qualidade e democratização do design de aplicativos devem ser ponderadas. O aprendizado de máquina (AM) pode trazer uma solução objetiva, alternativa às tradicionais. Com isso, este artigo visa demonstrar o processo de desenvolvimento de um modelo de AM baseado em dados, capaz de receber uma descrição de aplicativo (em criação ou que seu uso deve ser aprimorado), processar e retornar ao usuário recomendações para o design da interface gráfica do aplicativo em forma de diretrizes visualmente estruturadas. O Design Science Research Methodology está sendo utilizado para a definição da problemática do modelo, seu desenvolvimento e avaliação.*

1. Introdução e Contextualização

Em uma era dominada pela tecnologia, os aplicativos móveis surgiram como base das interações digitais modernas. Com aproximadamente 67% da população global possuindo *smartphones*, os aplicativos se tornaram parte integrante da vida diária de bilhões de pessoas em todo o mundo. Com isso, o mercado desses programas evoluiu rapidamente para um cenário vasto e competitivo, no qual a Google Play Store¹ (GP), a principal loja de aplicativos, disponibiliza cerca de 2,6 milhões de aplicativos [Statista 2023].

¹<https://play.google.com/>

Os *smartphones* apresentam-se como uma evolução dos telefones celulares tradicionais e apresentam características específicas que devem ser consideradas em um projeto de Interação Humano-Computador (IHC), com diversos tamanhos de tela, conectividade limitada, interações por toque/gestos e comandos de voz, e interação com atenção compartilhada com o ambiente [Parente Da Costa et al. 2019]. Essas características, em conjunto com mecanismos que melhoram a experiência do usuário como sensores diversos, GPS e acelerômetro, câmeras com recursos para qualidade de imagem, dentre outros, são fatores determinantes para imersão das pessoas no mundo dos aplicativos móveis.

Nesse sentido, a usabilidade é um requisito de qualidade necessário para o sucesso dos aplicativos móveis, incitando os desenvolvedores a criarem produtos que não apenas solucionem um problema, mas que permitam realizar tarefas com eficácia, eficiência e satisfação. Ao mesmo tempo que o conceito de usabilidade engloba diversos aspectos, a qualidade da Interface Gráfica com o Usuário (GUI) destaca-se como uma característica primordial para cativar e encantar os usuários [Nielsen and Budiu 2015]. As GUIs consistem em um conjunto complexo de vários elementos gráficos que compõem a parte estética e navegacional de um *software* [Martinez 2011]. Nos *smartphones*, os elementos de GUI, podem compreender botões, formulários, menus de navegação, fontes, cores dentre outros elementos gráficos, sendo que o uso ou não de cada um desses elementos está fortemente ligado às necessidades e preferências dos usuários de cada domínio de aplicação [Clifton 2015, Nielsen and Budiu 2015].

[Zhao et al. 2021] destacam que empresas de software empregam equipes substanciais para analisar conceitos da literatura e aplicativos semelhantes, em busca de ideias para o *design* das GUIs. Também são empregadas diversas técnicas de análise da experiência do usuário (UX) para medir a eficácia das interfaces e satisfação do usuário dos aplicativos. No entanto, esse processo é repleto de desafios, especialmente para pequenas empresas que operam com recursos limitados. Com isso, elaborar uma GUI que considere as complexidades de um domínio e expectativas do público específico é algo complexo. Essa dificuldade está atrelada a diversos fatores, dentre eles a falta de mão de obra com experiência no *design*, falta de tempo para análise dos concorrentes e falta de uma literatura focada em domínios específicos.

Neste sentido, como forma de melhorar a UX, o uso de Aprendizado de Máquina (AM) tem se tornando comum. Na IHC, o AM muitas vezes é usado para traçar relações entre dados de grandes bases e aspectos humanos e assim apresentar soluções relevantes a domínios específicos [Abbas et al. 2022]. Diante disso, este artigo procura desenvolver uma resposta para a seguinte questão de pesquisa: **Como o AM pode apoiar os profissionais da indústria de software para aprimorar a tomada de decisão durante a criação de interfaces de aplicativos móveis?**

Apesar de promissor, o uso de AM para o *design* de interfaces é visto como um desafio técnico por *designers* [Abbas et al. 2022]. Na literatura, muitas abordagens trabalham *wireframes* (protótipos de interfaces), tanto para a geração de código [Moran et al. 2018], como também na sugestão novas *features* [Chen et al. 2019]. No entanto, um desafio surge na análise de elementos da GUI a partir de *screenshots* dos aplicativos, uma vez que algoritmos de AM não são naturalmente preparados para lidar com esse tipo de dado [Liu et al. 2018]. Além disso, a grande diversidade no *design* e estilo de criação das GUIs dificulta a identificação de semelhanças entre aplicativos. Isso

é ilustrado, por exemplo, quando um algoritmo de AM erroneamente indica diferenças substanciais entre interfaces com pequenas variações de cores ou tamanhos, levando a potenciais erros na generalização [da Cruz Alves et al. 2022]. Alguns autores já utilizam *screenshots* como entrada de dados para Redes Neurais Convolucionais aprenderem a detectar elementos de GUI [Liu et al. 2018, da Cruz Alves et al. 2022], algo extremamente importante para detecção de interfaces similares. Contudo, o uso dessas ferramentas com AM, que normalmente trabalham com sugestões mais genéricas, exige uma maturidade no desenvolvimento dos aplicativos, no qual diversas características já estão definidas.

Nesse sentido, este artigo tem por objetivo apresentar o processo de desenvolvimento de um modelo de AM capaz de receber uma descrição de aplicativo e, com base em aplicativos semelhantes e processamento de linguagem natural, retornar para o usuário recomendações para o *design* da interface gráfica do aplicativo em forma de diretrizes. Para isso, está sendo utilizada a *Design Science Research Methodology* (DSRM), para possibilitar uma solução viável na forma deste modelo. A contribuição esperada é uma abordagem eficiente para a complexidade do *design* de interfaces de aplicativos, alinhada com as preferências dos usuários e que auxilie pequenas empresas com recursos limitados a obter interfaces com melhor usabilidade para seus usuários.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o método e a abordagem utilizada, detalhando a coleta de dados, desenvolvimento e avaliação do modelo. A Seção 3, apresenta os desafios, contribuições e considerações finais da proposta.

2. Método e Abordagem

O DSRM é um método cujo objetivo é prover um processo nominal para a consolidação do conhecimento relacionado ao projeto e desenvolvimento de artefatos. Esses artefatos, que podem ser métodos, *frameworks*, modelos entre outros, são orientados a resolução de uma classe de problemas e devem ser suficientemente adequados ao contexto, não necessariamente sendo a solução ótima [Peffer et al. 2007]. A adoção desse método concede legitimidade na condução da pesquisa, prezando pelo rigor científico e se baseando em conhecimentos já existentes. Sua escolha se deu pelo alinhamento ao caráter exploratório e empírico deste trabalho, fornecendo princípios, práticas e procedimentos para a criação do modelo. A Figura 1 apresenta como cada uma das seis etapas do método se relacionam com o desenvolvimento deste trabalho.

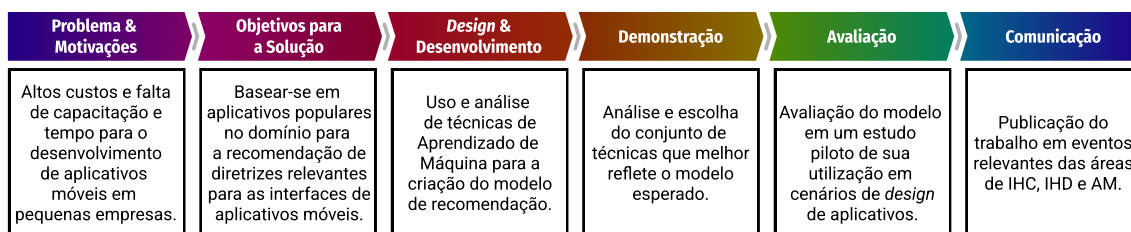


Figura 1. Modelo do processo do DSRM adaptado [Peffer et al. 2007].

A abordagem de pesquisa envolverá uma extração manual das características de aplicativos, que busca garantir uma maior qualidade dos dados apesar de limitar a diversidade. Portanto, o foco será nos aplicativos mais populares dos principais domínios. Para

obter esses dados, será utilizado o site AppBrain², sendo a única opção encontrada que oferece um *ranking* público e atualizado dos aplicativos mais baixados da GP. Especificamente, serão identificados os 20 aplicativos funcionais, com avaliação superior a 3,5 estrelas (que exclui aplicativos mal avaliados pela maioria dos usuários), interfaces em inglês, acesso gratuito e disponibilidade global, com maior número de *downloads* de cada uma das 32 categorias da GP. Posteriormente, serão realizados os *downloads* dos aplicativos em um emulador para a análise da construção de cada um, extraíndo suas características. Essa etapa, conforme a Figura 2(a), visa identificar os elementos das GUIs conforme o *Material Design*: tipos de menu, indicadores de progresso, elementos de contenção (*bottom sheets*, cartões, carrosséis, diálogos, dicas), cores predominantes, opções gráficas de acessibilidade, entre outros, que juntamente com a descrição dos aplicativos extraída da GP, farão parte do conjunto de dados utilizado. Além disso, serão tiradas *screenshots* dos aplicativos complementando a base.

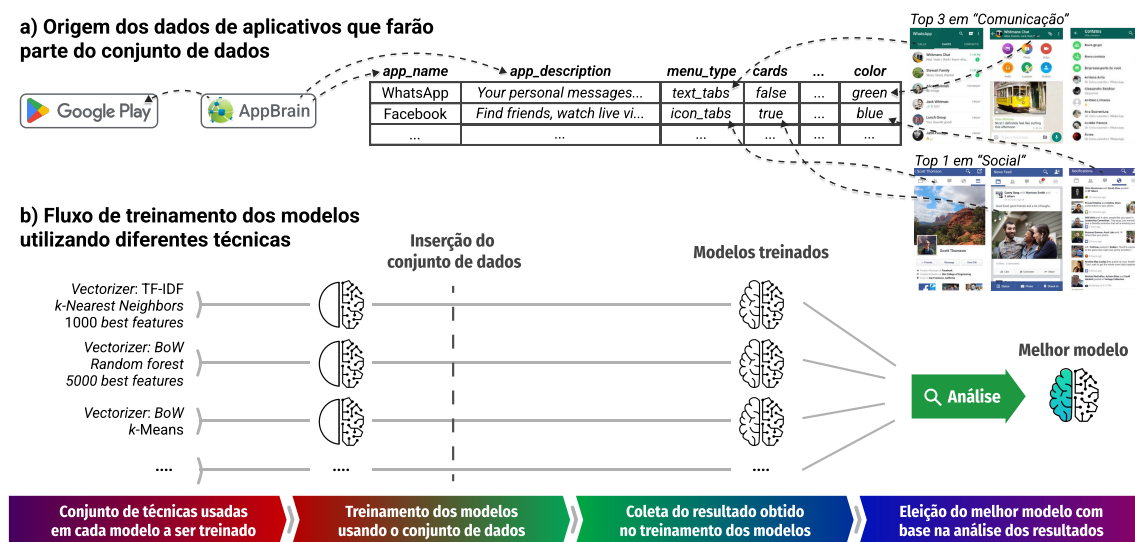


Figura 2. Construção da base de dados e seleção do melhor modelo.

Para o desenvolvimento do modelo, serão avaliadas técnicas de gerenciamento, pré-processamento e processamento do conjunto de dados. Essas técnicas devem envolver tanto a vetorização para o processamento de linguagem natural como também os algoritmos de AM e serão obtidas a partir de implementações disponíveis em bibliotecas do Python, sendo as principais delas: NumPY, TensorFlow e Scikit-Learn. Dentre os algoritmos de AM, espera-se testar abordagens não-supervisionadas e também supervisionadas, usando atributos como a categoria dos aplicativos para medir o desempenho desses modelos. A análise, conforme a Figura 2(b), focará em encontrar um conjunto de técnicas que tenha o melhor desempenho na sugestão de elementos para as GUIs de um determinado aplicativo descrito. Essas sugestões, conforme a Figura 3, devem ser formatadas em um texto compreensível, transformando-as em diretrizes para uma melhor compreensão do *feedback* do modelo conforme os conceitos de Interação Humano-Dados (IHD).

Para a avaliação do modelo, será realizado um estudo piloto que simulará cenários próximos à realidade. No estudo, alunos da disciplina de IHC, que estarão aprendendo sobre processos de *design* e avaliação de aplicativos, serão apresentados ao modelo, que

²<https://appbrain.com/>

disponibilizará diretrizes específicas para o *design* do aplicativo que desejam criar. Nesta interação, será coletada uma avaliação das diretrizes recomendadas pelo modelo que, posteriormente, será complementada com um questionário abordando os impactos de seu uso. Nisso, serão analisadas questões quantitativas e qualitativas do formulário disponibilizado e a relação com as recomendações do modelo. Essa análise determinará a viabilidade do uso do modelo, identificando o seu impacto na usabilidade dos aplicativos criados.

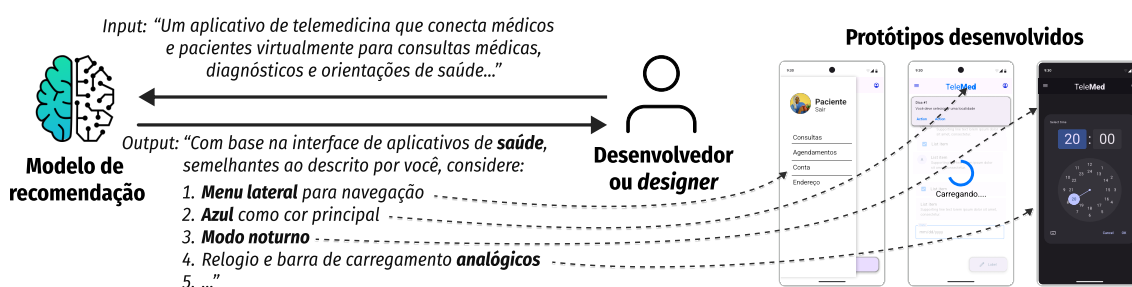


Figura 3. *Input e output de dados esperado para o auxílio no design.*

3. Discussão e Considerações Finais

Por se tratar de um trabalho em desenvolvimento, há certos desafios e incertezas quanto a sua execução. A amplitude das características a serem coletadas manualmente de cada aplicativo impõe limites no desenvolvimento, pluralidade e utilidade da base de dados. Adotando uma abordagem baseada em dados, com 640 aplicativos, não é possível saber com antecedência o conjunto de características ideais para caracterizar todos esses aplicativos; sendo assim, testes devem ser realizados antes da coleta do conjunto total. Além disso, o uso de diferentes técnicas e algoritmos para processamento dos dados está altamente ligado às suas implementações em bibliotecas públicas, bem como a complexidade do conjunto de dados, que influenciará diretamente na viabilidade das soluções. Ainda assim, apesar das incertezas, espera-se que ao explorá-las, esse trabalho contribua na construção do conhecimento nesse tópico relevante e ainda pouco estudado, a recomendação de diretrizes baseadas em domínio para o *design* de interface de aplicativos usando AM, visando com isso, a produção de aplicativos com melhor usabilidade.

Caso os resultados obtidos no estudo piloto sejam favoráveis ao uso do modelo, este trabalho pode contribuir com o desenvolvimento de GUIs, destacando-se como uma opção para empresas e indivíduos com limitações de tempo, conhecimento, experiência ou recursos, e que seja acessível, eficiente e sintonizada com as necessidades dos usuários dos aplicativos. Visando automatizar processos custosos já existentes, este trabalho espera trazer benefícios tanto para quem quer se especializar no desenvolvimento de aplicativos como também para quem já é especialista, promovendo *insights* de quais direções o *design* de um aplicativo pode tomar. Contudo, caso o estudo piloto mostre uma perspectiva desfavorável para seu uso, uma análise profunda permitirá compreender quais pontos devem ser melhorados para uma futura versão. Além disso, ao avaliar o modelo, também será possível entender a dinâmica da utilização de ferramentas baseadas em dados para automação do processo de *design* e seus impactos no desenvolvimento, um conhecimento relevante para quem busca desenvolver ferramentas desse tipo.

Como trabalho futuro, o modelo poderá ser refinado de diversas formas, aprendendo com o *feedback* do seu uso, aumentando a sua base de dados e/ou gerando su-

gestões em forma de *wireframes*, que podem ser submetidos a outros modelos, assim automatizando totalmente a criação de aplicativos [Moran et al. 2018]. Espera-se que este trabalho também contribua significativamente para áreas como IHD, AM e IHC. O conjunto de dados criado deve permitir que outros pesquisadores o utilizem como base para o desenvolvimento de outros trabalhos que irão muito além desta proposta inicial.

4. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- Abbas, A. M., Ghauth, K. I., and Ting, C.-Y. (2022). User experience design using machine learning: A systematic review. *IEEE Access*.
- Chen, X., Zou, Q., Fan, B., Zheng, Z., and Luo, X. (2019). Recommending software features for mobile applications based on user interface comparison. *Requirements Engineering*, 24:545–559.
- Clifton, I. G. (2015). *Android user interface design: Implementing material design for developers*. Addison-Wesley Professional.
- da Cruz Alves, N., Kreuch, L., and von Wangenheim, C. G. (2022). Analyzing structural similarity of user interface layouts of android apps using deep learning. In *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Liu, T. F., Craft, M., Situ, J., Yumer, E., Mech, R., and Kumar, R. (2018). Learning design semantics for mobile apps. In *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pages 569–579.
- Martinez, W. L. (2011). Graphical user interfaces. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 3(2):119–133.
- Moran, K., Bernal-Cárdenas, C., Curcio, M., Bonett, R., and Poshyvanyk, D. (2018). Machine learning-based prototyping of graphical user interfaces for mobile apps. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 46(2):196–221.
- Nielsen, J. and Budiu, R. (2015). User experience for mobile applications and websites. *Design Guidelines*, 506.
- Parente Da Costa, R., Canedo, E. D., De Sousa, R. T., De Oliveira Albuquerque, R., and Garcia Villalba, L. J. (2019). Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones. *IEEE Access*, 7:116145–116161.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., and Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77.
- Statista (2023). Statista - global smartphone penetration rate as share of population from 2016 to 2021. [Acessado 01-Ago-2023].
- Zhao, T., Chen, C., Liu, Y., and Zhu, X. (2021). Guigan: Learning to generate gui designs using generative adversarial networks. In *2021 IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering (ICSE)*, pages 748–760.