



VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo

Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

CLASSIFICAÇÃO DE ESTILO ARQUITETÔNICO VIA APLICATIVO MOBILE E AS CASAS DE MADEIRA NO NORTE DO PARANÁ¹

ARCHITECTURAL STYLE CLASSIFICATION VIA MOBILE APPLICATION AND THE WOODEN HOUSES IN THE NORTH OF PARANÁ

RODRIGUES, Ricardo Cesar (1); WEDEKIN, Gabriela Oliveira (2); HENNING, Priscila (3); DUARTE, Rovenir Bertola (4)

(1) Universidade Estadual de Londrina, ricardo.rodrigues@uel.br1

(2) Universidade Estadual de Londrina, gabriela.wedekin@uel.br

(3) Universidade Pitágoras & Universidade Norte do Paraná, prihenning1@gmail.com

(4) Universidade Estadual de Londrina, rovenir@uel.br

RESUMO

Nas últimas décadas os estudos acerca do patrimônio cultural têm interpretado o patrimônio como um fenômeno complexo e multifacetado, no qual ele não é mais entendido como apenas um setor isolado, mas sim como parte integrante da cidade. Nesse contexto, insere-se os ambientes físico-digitais das Smart Cities, que visam aumentar essa conectividade através de dados e interfaces, propondo soluções inovadoras. Nesse sentido, propomos um artefato como interface de interação entre homem-máquina-meio, que identifique as típicas casas de madeira da colonização na região Norte Paranaense, dentro de uma diversidade de estilos arquitetônicos, para que potencialize a percepção do usuário no quesito de continuidade entre a cidade e o patrimônio. Para isso, foi desenvolvido um estudo piloto no qual foi treinado um modelo de Inteligência Artificial para o reconhecimento de padrões dos edifícios com visão computacional. Por fim, os resultados mostram que o modelo do aplicativo obteve uma acurácia compatível com as apresentadas no estado da arte, e apresenta potencial de gerar engajamento dos usuários com o patrimônio, transferência tecnológica e futuro mapeamento de edificações históricas, dados que são potencialmente úteis para a delimitação de planos de intervenção na escala macro urbana.

Palavras-chave: *Inteligência artificial, estilo arquitetônico, patrimônio edificado, Norte do Paraná, Smart Campus.*

¹ RODRIGUES, Ricardo Cesar; WEDEKIN, Gabriela Oliveira; HENNING, Priscila; DUARTE, Rovenir Bertola. Classificação de Estilo Arquitetônico via Aplicativo Mobile e as Casas do Norte do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Anais...** Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p.1-10. DOI <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438098>

ABSTRACT

In the last decades, studies on cultural heritage have been interpreted as a complex and multifaceted phenomenon, in which heritage is no longer understood as just an isolated sector, but as an integral part of the city. In this context, the physical-digital environments of Smart Cities are inserted, which aim to increase this connectivity through data and interfaces, proposing innovative solutions. In this sense, we propose an artifact as an interaction interface between man-machine-medium, which identifies the typical wooden houses of the colonization in the North of Paraná, within a diversity of architectural styles, in order to enhance the user's perception in terms of continuity between the city and heritage. For this, a pilot study was developed in which an Artificial Intelligence model was trained for the recognition of building patterns with computer vision. Finally, the results show that the model obtained an accuracy compatible with those presented in the state of the art, and has the potential to generate user engagement with heritage, technological transfer and future mapping of historic buildings, data that is potentially useful for the delineation of intervention plans at the macro-urban scale.

Keywords: Artificial intelligence, architectural style, built heritage, North of Paraná, Smart Campus.

1 INTRODUÇÃO

Nas híbridas *Smart Cities*, resultantes de ecossistemas físico-digitais (KOUKOPOULOS; KOUKOPOULOS; JUNG, 2017), as interações entre pessoas, edifícios e ambientes urbanos têm se mostrado cada vez mais alteradas (RATTI; CLAUDEL, 2016; PICON, 2017). Contudo, nestas *Smart Cities* a questão do patrimônio histórico é pouco explorada (ANGELIDOU; STYLIANIDIS, 2020; BATCHELOR; SCHNABEL, 2021; DAMGAARD et al, 2015; DUTRA; PORTO, 2019). No campo específico do patrimônio cultural edificado, a tecnologia aplicada à questão da conservação é consolidada sobretudo em uma vertente de intervenção conhecida como Restauro Científico. Nesta abordagem, a aplicação das metodologias e técnicas oriundas das ciências duras nas diversas fases de conservação, da documentação ao tratamento de patologias, se tornou o principal direcionamento quanto à intervenção na matéria das edificações históricas, inclusive respaldado pelos órgãos internacionais como a UNESCO (VIÑAS, 2005).

Nas últimas décadas, o conceito de patrimônio vem se ampliando consideravelmente. Enquanto no início do século XX se restringia, na maioria das vezes, ao edifício isolado (monumento), a partir de meados do séc. XX, o processo de patrimonialização levou a uma profusão de categorias: patrimônio material e imaterial, patrimônio urbano, patrimônio natural e cultural, paisagens culturais, e inúmeras subdivisões de cada uma (CHOAY, 2001; VIÑAS, 2005). No entanto, cada categoria muitas vezes era analisada de forma isolada e desconectada do contexto da cidade contemporânea; já nas últimas décadas, a compreensão do patrimônio contempla o fenômeno como complexo e multifacetado, resultando em abordagens que contemplem todas de forma interligada (SCIFONI, 2016).

Em 2012, o *International Comimittee of Monuments and Sites* (ICOMOS) e a UNESCO atualizaram as Cartas Patrimoniais² com a edição dos Princípios de La Valletta (ICOMOS, 2011), onde se problematiza a necessidade de se atualizar a

² Conjunto de documentos produzidos por um conjunto de especialistas de diversos países, reunidos em eventos e seminários promovidos pelos órgãos próprios de proteção ao patrimônio mundial ou regional, que indicam compromissos, estabelecem parâmetros e conceitos e embasam a prática e a criação de legislação própria em cada um dos países signatários da Convenção do Patrimônio Mundial.

compreensão do patrimônio considerando as profundas mudanças nos modos de vida e nos *habitats* humanos nas últimas décadas. O texto defende que o patrimônio urbano seja compreendido de forma integrada na gestão urbana e nos modos de vida contemporâneos, de modo a evitar o desenraizamento e a perda de identidade. Em 2013, a UNESCO editou uma cartilha intitulada “*New Life for Historic Cities*”, em que apresentava a *Historic Urban Landscape Approach* (abordagem da paisagem urbana histórica). Esta abordagem, segundo o caderno, considera que a cidade deve ser vista como um *continuum*, em que o patrimônio histórico não deve ser tratado como um setor museificado, à parte da cidade, mas integrado à vida cotidiana, à economia e ao desenvolvimento urbano. Assim, vê-se o patrimônio como um meio de incentivar a vitalidade e continuidade de áreas urbanas em um ambiente global de mudanças rápidas (UNESCO, 2013).

Este caderno ainda destaca o papel do uso de aplicativos para a difusão, mapeamento e apreensão do patrimônio urbano pelos usuários (UNESCO, 2013). Deste modo, o “*smart heritage*” (ADRIAN e KURNIAWAN, 2020), utiliza meios já onipresentes no cotidiano popular para a promoção, mediação, interpretação e apropriação do patrimônio de cada localidade, inclusive viabilizando ações participativas. Neste sentido, alguns autores vêm buscando integrar soluções tecnológicas de visão computacional no campo de patrimônio edificado, por exemplo, para o reconhecimento de monumentos (PALMA, 2019); elementos arquitetônicos como pilares, vigas, estátuas, domos etc (ABED, AL-ASFOOR, *et al.*, 2020); e para implementação de QR Codes em edifícios históricos (CHRISTÓFANI, HIRAO, 2020).

Devido aos avanços feitos no campo de visão computacional nos últimos anos, agora é factível o desenvolvimento de artefatos, como aplicativos de *smartphone*, para auxiliar a forma como percebemos e interagimos com a cidade. Como explicam Ratti e Claudel (2016), os smartphones podem ser vistos como ferramentas para perceber e processar a cidade. Koukopoulos, Koukopoulos e Jung (2017) observam que hoje temos a necessidade de desenvolver ferramentas, de fácil acesso, que despertem a curiosidade do usuário e ofereçam novas formas de interação com o meio urbano e o patrimônio cultural edificado.

Assim, considerando a crescente gama de possibilidades dos novos meios de interação com o patrimônio dentro das *Smart Cities* (DAMGAARD *et al.*, 2015), esta pesquisa visa explorar um método de Inteligência Artificial (IA), chamado de “redes neurais convolucionais”, para a tarefa de reconhecimento e classificação de estilos arquitetônicos, com específico interesse na inclusão da típica arquitetura de madeira da colonização na região Norte Paranaense.

Este trabalho se insere como um experimento no projeto de pesquisa do *Smart Campus* da Universidade Estadual de Londrina (UEL), que funciona como um “laboratório vivo” (EVANS, *et al.*, 2017), possibilitando o desenvolvimento e testagem de soluções inovadoras e artefatos tecnológicos. Devemos destacar que o Campus da UEL conta com 3 casas reconstruídas originárias de cerca de 1940 e uma réplica da primeira catedral de Londrina dos anos 1930 (Figura 1). Em 1940, algo como 98% das casas de Londrina eram de madeira (BONI, 2009), no entanto, atualmente estas edificações estão cada vez mais escassas, e são pouco reconhecidas como patrimônio arquitetônico pela população. Portanto, a proposta é desenvolver um artefato de reconhecimento de estilos como um modo de inserir tecnologias, fomentando a curiosidade, o engajamento e a participação da população em relação ao patrimônio arquitetônico nas *Smart Cities*.

Figura 1 – Mapa da região do campus da UEL com a reconstrução de 3 edifícios da época da colonização na região Norte Paranaense



Fonte: Imagem dos Autores

2 PRECISÃO E CONJUNTO DE DADOS

A tarefa de reconhecimento de padrões por estilo arquitetônico foi investigada de maneira ampla pela primeira vez por Xu *et al.* (2014), quando os autores criaram um conjunto de dados com aproximadamente cinco mil imagens, divididos em 25 estilos arquitetônicos e obtiveram uma acurácia de 46% para classificação dos 25 estilos e 69% para classificação de 10 estilos.

Experimentos mais recentes, como o de Danci (2019), utilizando cerca de dez mil imagens, alegam ter obtido uma acurácia de 95%. A diferença principal dos métodos empregados se dá pela aplicação da técnica e no aumento do conjunto de dados, pois o emprego de técnicas como espelhamento, zoom e rotação certamente podem aumentar a precisão do modelo.

Para nosso modelo utilizamos apenas 16 dos estilos históricos de arquitetura ocidental, recorrente na grade de ensino das escolas de arquitetura encontradas na região. Os estilos usados na etapa de treinamento foram: Art Déco, Art Nouveau, Arquitetura Barroca, Arquitetura Bizantina, Arquitetura Romântica, Arquitetura de Paládio, Arquitetura Neogrega, Arquitetura nova e / ou Estilo mimético, Arquitetura da Escola de Bauhaus, Arquitetura da Escola de Chicago, Arquitetura da Escola Belas Artes, Pós-modernismo, Desconstrutivismo e Estilo Internacional.

Como complemento da abordagem, foi realizado um levantamento de dados local, este levantamento criou um subconjunto com 341 imagens atuais e 53 imagens históricas de casas de madeira. A coleta de dados foi feita através de páginas de blogs, vídeos do Youtube ("José Carlos Farina", 2021a, 2021b) e do acervo digital do patrimônio histórico do Governo do Paraná (PARANÁ, 2009), além de imagens das casas reconstruídas na UEL.

Para visualizar a correlação entre os dados existentes e os coletados (cluster 13 da Figura 2), utilizamos a rede neural ResNet-18 para extrair vetores de características das imagens em 512 dimensões, estes vetores são como uma espécie de sequência numérica que define um objeto. Posteriormente aplicamos a técnica t-SNE, que é uma técnica recomendada para visualização de dados de alta dimensionalidade, a partir desta, podemos identificar padrões e dispersão nos dados, o que facilita a previsão de quais classes podem ter uma generalização mais fraca durante a etapa de treinamento. Inclusive estes agrupamentos não foram fortes o suficiente para serem demonstrados na mesma imagem, como nas classes: Art Déco, Paládio e Bellas Artes, já outros como Pós-modernismo e Estilo Internacional tiveram correlações de características tão fortes que ficaram quase que sobrepostos.

Figura 2 – Visualização t-SNE do conjunto de dados sem pré-processamento



Fonte: Dados coletados por Danci (2019); XU et al., (2014) e Dados Coletados pelo Autor

Ainda que a classe de arquitetura colonial do norte do Paraná tenha demonstrado um agrupamento significativo de suas características no t-SNE, as imagens históricas que estavam em preto e branco foram pré-processadas por um modelo de inteligência artificial que faz a colorização das imagens (ANTIC, 2019). Dessa forma melhoramos a linearidade dos dados que contribui beneficentemente para a generalização das informações, consequentemente acurácia do modelo. Por fim, sem considerar as imagens aumentadas por pré-processamento (*espelhadas, rotacionadas etc.*), utilizamos 6348 imagens no total.

3 APRENDIZADO DE MÁQUINA

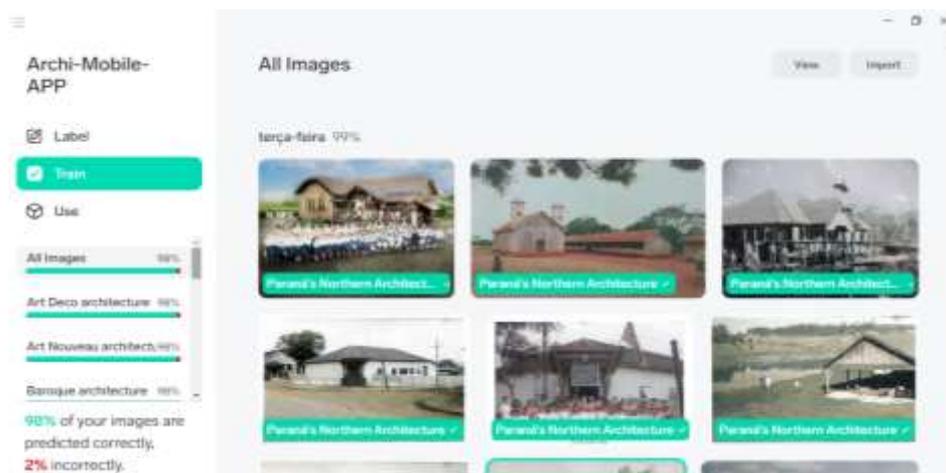
A etapa de treinamento do modelo foi realizada no *software* Lobe®, que ainda está em sua versão beta, e continua em fase de desenvolvimento pela Microsoft® (“Lobe”, 2021). Atualmente o programa oferece apenas o método de treinamento baseado em transferência de aprendizado com redes neurais convolucionais (CNNs).

No *software* a transferência de aprendizado com CNNs pode se utilizar de duas redes neurais pré-treinadas, ResNet-50V2 com ~25M de parâmetros e precisão genérica de 76% (HE, ZHANG, et al., 2016) e MobileNetV2 com ~3M de parâmetros e precisão de 71% (SANDLER, HOWARD, et al., 2018). No entanto, devido a capacidade de computação do celular, os desenvolvedores do *software* recomendam o uso da rede MobileNetV2 por ser mais leve e mais rápida.

O modelo de reconhecimento de estilos arquitetônicos foi otimizado uma vez para acurácia (ResNet-50V2), na qual obteve um resultado de 98% de precisão, como demonstrado na Figura 3, e também foi otimizado uma vez para velocidade (MobileNetV2), na qual obteve precisão média de 84%.

Importante explicarmos que, ao carregarmos imagens para treinamento, o *software* Lobe® recorta a imagem no quadrado central para dimensionar a mesma, em seguida são feitas cinco variações das imagens, para refletir o ruído dos dados do mundo real. Estas variações consistem em alterações aleatórias de brilho, contraste, saturação, matiz, rotação, espelhamento vertical, ampliação e ruído de codificação JPEG (“Lobe”, 2021). Esta técnica é conhecida como aumento de dados.

Figura 3 – Interface de Treinamento do Lobe®



Fonte: Imagem dos Autores

Outro fator importante sobre a etapa de treinamento é a forma como se calcula a acurácia do modelo, todo o conjunto de dados é dividido em duas partes: 80% de dados para treinamento e 20% de dados para teste, as imagens de teste são selecionadas aleatoriamente. Então primeiramente é feito o treinamento, em seguida as imagens de teste são usadas para calcular a acurácia do modelo. Por fim, a opção de otimização reavalia todo o conjunto de dados, obtendo-se dois tipos de acurácia, uma geral (avaliação com 100% das imagens) e uma de teste (avaliação com 20% das imagens).

Tabela 1 – Acurácia e Número de Amostras por Estilo Arquitetônico

| Estilo Arquitetônico | Img. | Mobile | Mobile | ResNet- | ResNet- |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | NetV2 (100%) Geral | NetV2 (20%) Teste | 50V2 (100%) Geral | 50V2 (20%) Teste |
| Art Déco | 724 | 70%* | 67%* | 98% | 94% |
| Art Nouveau | 885 | 94% | 89% | 98% | 93% |
| Arquitetura Gótica | 210 | 100%** | 100%** | 100%** | 100%** |
| Arquitetura Barroca | 471 | 85% | 83% | 98% | 98% |
| Arquitetura Bizantina | 213 | 89% | 88% | 100%** | 100%** |
| Arquitetura Romântica | 208 | 91% | 90% | 95%* | 88%* |
| Arquitetura de Paládio | 220 | 84% | 70% | 95%* | 86%* |
| Arquitetura Neogrega | 622 | 96%** | 93%** | 99% | 97% |
| Arquitetura Nova / Estilo mimético | 418 | 95% | 93%** | 99% | 99% |
| Arquitetura da Escola de Bauhaus | 169 | 79% | 70% | 98% | 88%* |
| Arquitetura da Escola de Chicago | 292 | 89% | 79% | 99% | 97% |
| Arquitetura da Escola Bellas Artes | 376 | 47%* | 29%* | 98% | 93% |
| Pós-modernismo | 320 | 89% | 86% | 98% | 95% |
| Desconstrutivismo | 418 | 90% | 89% | 99% | 98% |
| Estilo Internacional | 408 | 46%* | 42%* | 100%** | 96%** |
| Arquitetura Colonial Norte do PR | 394 | 97%** | 91% | 99% | 96% |
| TOTAL DE IMAGENS / ACC% MÉDIA | 6348 | 84% | 79%* | 98%** | 95% |

Fonte: Dados do Autor, ** para os melhores resultados e * para os piores resultados

Após o treinamento com a máquina otimizado para velocidade, o modelo foi exportado no formato Tensorflow Lite e com a ajuda da ferramenta *Android-Bootstrap*, oferecida pelos próprios desenvolvedores Microsoft®, foi compilado o aplicativo *mobile*. Ressaltamos que a escolha do formato Tensorflow Lite é recomendada devido a limitação da capacidade de processamento dos smartphones. Por fim, a compilação do aplicativo foi feita no AndroidStudio 4.0 e exportado no formato padrão de aplicativos para android (apk).

Todas as etapas de treinamento do modelo e construção do artefato foram feitas em um único computador Intel(R) i5-9400F, 8GB RAM, GPU NVIDIA RTX-2060 6GB.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A discussão da pesquisa tem um enfoque nos resultados de treinamento voltados para velocidade (MobileNetV2), pois é dela que deriva o modelo de IA utilizado no aplicativo. Devemos observar que em comparação com as técnicas precedentes, como Regressão Logística Latente Multinomial, acc% de 46% (XU et al.2014) ou transferência de aprendizado pela rede neural convolucional ResNet-50 acc% de 95% (DANCI, 2019), ambos modelos não se encaixam na proposta de aplicativo devido poder computacional exigido para o processamento da rede neural no smartphone.

Observando os resultados de acurácia podemos afirmar que não houve uma forte relação entre a quantidade de dados em contraposição com a precisão das predições do modelo. Por exemplo, nos resultados de treinamento com o estilo Arte Déco, com 724 imagens, obtivemos apenas 70% de acurácia, enquanto o estilo de Arquitetura Gótica, com apenas 210 imagens, obtivemos 100% de precisão em todos os treinamentos. Os estilos com as piores predições, Estilo Internacional e Arquitetura da Escola de Belas Artes, em 8º e 10º lugar em quantidade de dados, sugerem que para este treinamento não houve forte evidência de correlação entre quantidade de amostras e acurácia de predição, restando apenas a justificativa de alta variância.

Um resultado importante desta pesquisa é a comparação entre as predições feitas pela máquina em uma série de estilos arquitetônicos e as realizadas com as típicas casas de madeira da arquitetura colonial na Região Norte do Paraná. Para esta categoria obtivemos uma acurácia que varia entre 91 e 98%, reforçando a ideia de identidade local das edificações históricas da região, além é claro, de demonstrar a qualidade e consistência do conjunto de dados coletados.

A avaliação do artefato se baseou nas diretrizes propostas por Zhang e Adipat (2016). Conforme as diretrizes de avaliação propostas pelos autores, selecionamos sete atributos para os testes de usabilidade, sendo estes: Capacidade de aprendizado (quanto tempo se demora para fazer alguma tarefa pela primeira vez); Eficiência (quanto tempo se demora para realizar tarefas); Memorabilidade (número de *clicks* até se terminar uma tarefa); Número de erros; Efetividade; Simplicidade e / ou Complexidade e por fim Legibilidade.

Tanto o *software* onde foi treinado em suas ferramentas complementares como o Android-Bootstrap ainda estão em fase de desenvolvimento. Portanto, através de testes de usabilidade por simulação em dispositivos virtuais no Android Studio e em 3 diferentes dispositivos mobile (Xiaomi MI9SE, Samsung A70, Samsung Galaxy A1), foi possível identificar, por meio de observação direta, algumas potencialidades e limitações da solução proposta:

- O aplicativo é simples de usar, tendo apenas 2 botões, um que fecha o aplicativo e o outro que busca imagens na galeria, portanto, demonstra pontos positivos em Simplicidade, Capacidade de aprendizado, Eficiência e Memorabilidade;
- Os únicos textos apresentados no aplicativo são os nomes dos estilos que o modelo de inteligência artificial está "adivinhando", o que é um aspecto positivo para a legibilidade do artefato;
- Durante os testes, identificamos que o template oferecido pela Microsoft® apresentava erros quando se alternava entre as posições retrato e paisagem, portanto optamos por apenas utilizar a opção retrato (Figura 4);

- Outra característica negativa da solução é a sensibilidade de predições. Em outras palavras, o aplicativo faz os cálculos tão rápido que se a câmera estiver um pouco trêmula, as predições podem ficar variando entre dois ou três estilos diferentes, em contrapartida ainda é possível se alimentar como *input* uma imagem na galeria do celular, resolvendo-se então o problema de sensibilidade;
- Outro ponto que pode ser melhorado é a interoperabilidade entre a câmera e a galeria, pois, por mais que o aplicativo possa usar a câmera, ele não consegue salvar as imagens na galeria, aumentando o nível de clicks até se terminar uma tarefa no dispositivo;
- O aplicativo não exige conexão com a internet, o que é visto como um ponto positivo, já que muitas das casas de madeira que possuem esse caráter histórico se encontram em regiões que podem estar afastadas da cidade, lugares onde a conexão com a internet geralmente é mais precária;
- Outro ponto positivo da solução é a variedade de estilos com que o modelo foi treinado, tais estilos foram selecionados de forma com que facilite para o usuário buscar em sua memória referências similares para que façam uma comparação entre sua percepção e a predição do modelo de inteligência artificial;

Figura 4 – Interface do Aplicativo Mobile em Formatos Retrato



Fonte: Imagem dos Autores

Além destas considerações, foram analisados os registros de compilação do aplicativo no Android-Studio, onde não foram apresentadas falhas críticas de *debugging*, ou de incompatibilidades durante o procedimento de compilação do aplicativo.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa demonstra que embora o software Lobe© ainda esteja em fase de desenvolvimento e ofereça poucas opções de customização de hiper-parâmetros, como a escolha de outras redes neurais para transferência de aprendizado, este foi capaz de fazer generalizações equivalentes a experimentos anteriores como os de Danci (2019) e XU et al., (2014). O trade-off entre otimizações para acurácia e velocidade ficaram entre 14 e 16%, o que representa uma perda pequena em relação a drástica redução de parâmetros na rede neural (~22M de parâmetros a menos).

Além disso, destacamos a qualidade dos dados nas imagens de casas de madeira, a qual também é uma resultante desta pesquisa, pois obteve acurácias de 91 a 99%. A plotagem dos dados em t-SNE também pode demonstrar a distinção deste tipo de arquitetura entre os demais estilos, que às vezes ficam difusos entre si, como em alguns casos nos estilos clássicos desta pesquisa.

Não obstante aos resultados obtidos na etapa de treinamento, o artefato apresenta boas condições de usabilidade com pontos positivos em: Simplicidade, Capacidade de aprendizado, Eficiência, Memorabilidade e Legibilidade. Além do fato de não exigir conexão com a internet, que viabiliza ainda mais seu uso.

Esta pesquisa faz parte de um exercício do projeto de pesquisa do *Smart Campus* da Universidade Estadual de Londrina, englobando também uma pesquisa de mestrado que visa aprofundar os usos de interfaces digitais através da gamificação para engajar as pessoas e, assim, potencializar a percepção e a valorização do patrimônio edificado. Dessa maneira, a pesquisa aqui apresentada deverá ser continuada, buscando estimular a percepção de especificidades na arquitetura de madeira da colonização na região norte paranaense, pois como explicam Hoffmann e Piveta (2009), ainda que esses edifícios possam parecer semelhantes, existem importantes variações conforme tradição e origem de cada construtor.

Avaliações mais aprofundadas de usabilidade e de poder de engajamento necessitarão ser desenvolvidas na continuidade, assim como melhorias de interoperabilidade da câmera e integração com plataformas de mapeamento digital por *crowdsourcing*, pois o levantamento de tais dados podem ser úteis para a delimitação de planos de intervenção na escala macro urbana. Observamos ainda que o método aqui descrito também apresenta potencial para transferência tecnológica para outros problemas que envolvam reconhecimento de padrões em imagens, como por exemplo, para se realizar inspeções automatizadas de defeitos ou patologias construtivas em edifícios históricos.

Por fim, o patrimônio histórico e cultural, sobretudo em cidades novas, como é o caso de Londrina, tende a ser considerado incompatível com o progresso de uma cidade dinâmica. Com a mediação e compreensão propiciada por meio de aplicativos como este, é possível não apenas contribuir com o registro e documentação dos edifícios históricos que podem ir desaparecendo, aos poucos, devido à renovação urbana, mas também difundir e explicar aos usuários a arquitetura histórica presente na região e seu valor cultural de um modo lúdico e integrado às tecnologias atuais. Dessa forma, o patrimônio não é visto como um fragmento do passado, desconectado da cidade e da vida atual, mas algo presente, dinâmico, e parte da cidade contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ABED, M. H., AL-ASFOOR, M., HUSSAIN, Z. M. "Architectural heritage images classification using deep learning with CNN", **CEUR Workshop Proceedings**, v. 2602, n. May, p. 1–12, 2020.
- ADRIAN, S. M.; KURNIAWAN, K. R. "Smart Heritage: Media for Realizing Cultural Heritage Conservation in The Smart City Era", **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 452, p. 012058, 14 maio 2020. IOP Publishing.
- ANGELIDOU, M.; STYLIANIDIS, E. Cultural Heritage in Smart City Environments: The Update. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 2, p. 957-964, 2020.
- ANTIC, J. DeOldify - A deep learning based project for colorizing and restoring old images. Software Licença MIT, **GitHub**, 2019. Disponível em: <<https://github.com/jantic/DeOldify>>. Acesso em: 10 mai. 2021
- BATCHELOR, D., SCHNABEL, M. A. "Opportunities and Recommendations for Local Governments Delivering Smart Heritage". 2, 2021. **Anais [...]** Hong Kong, PROJECTIONS, Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, 2021. p. 749–758.
- BONI, P. C., "As transformações geográficas e populacionais de Londrina na década de 40". In: BONI, P. C. (Org.), **Ceridões de Nascimento da História: O surgimento dos municípios no eixo Londrina**, Londrina, Planográfica, 2009. p. 51–66.
- DANCI, M. D. **ArchitecturalStyle Recognition**. Disponível em: <<https://github.com/dumitru/architectural-style-recognition>>. Acesso em: 20 mai. 2021
- CHOAY, Françoise. **A Alegoria do Patrimônio**. São Paulo: Estação Liberdade/Ed. Unesp, 2001.

- CHRISTÓFANI, M. P. H., HIRAO, H. "Uso de Tecnologias Digitais como Instrumentos nas Práticas de Preservação e Valorização do Patrimônio Urbano e Arquitetônico de Dracena – SP", **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 13, n. 29, p. 58–71, 2020.
- DAMGAARD, Mathias Lyneborg *et al.* "Preserving heritage through technology in a city undergoing change". 2015. **Anais** [...] 2015 International Conference on Culture and Computing (Culture Computing), 2015. p. 183–186.
- DUTRA, L. F., PORTO, R. M. A. B. "Alternativas inteligentes para a preservação do patrimônio cultural no contexto das smart cities", **Revista Ibero-Americana De Ciência Da Informação**, v. 1, n. 13, p. 72–390, 2019.
- EVANS, P., *et al.* **Living Lab Methodology Handbook**. Zenodo, 2017
- HE, K., ZHANG, X., REN, S., *et al.* "Identity Mappings in Deep Residual Networks", **arXiv**, p. 15, 2016. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1603.05027>> Acesso em: 10 mai. 2021
- HOFFMANN, M. L., PIVETA, P., "O nascimento de Londrina deu início ao processo de colonização do Norte do Paraná". In: BONI, P. C. (Org.), **Certidões de Nascimento da História: O surgimento dos municípios no eixo Londrina, Londrina, Planográfica**, 2009. p. 17–50.
- ICOMOS. **Princípios de La Valletta para a Salvaguarda e Gestão de Cidades e Conjuntos Urbanos Históricos**. 17ª Assembleia Geral do ICOMOS, Paris, 2011. Disponível em: <https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/Valletta_Principles_Portuguese.pdf> Acesso em: 12 jun. 2021.
- José Carlos Farina. 2021a. Blogspot. Disponível em: <<https://blogdojosecarlosfarina.blogspot.com/>> Acesso em: 5 mai. 2021
- José Carlos Farina. 2021b. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCy_v3LN7kAKk1HfGxrQ4pJA> Acesso em: 5 mai. 2021
- KOUKOPOULOS, Z., KOUKOPOULOS, D., JUNG, J. J. A trustworthy multimedia participatory platform for cultural heritage management in smart city environments. **Multimedia Tools and Applications**, 2017. v. 76.
- Lobe. Software Microsoft. 2021. Disponível em: <<https://github.com/lobe>> Acesso em: 25 mar. 2021
- PALMA, V. "TOWARDS DEEP LEARNING FOR ARCHITECTURE: A MONUMENT RECOGNITION MOBILE APP", **ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLII-2/W9, n. 2/W9, p. 551–556, 31 jan. 2019.
- PARANÁ, G. do. **MUSEUS PARANÁ**. Brasil, 2009 <<http://www.memoria.pr.gov.br>> Acesso em: 5 mai. 2021
- PICON, Antoine. Os limites da inteligência: sobre os desafios enfrentados por Cidades Inteligentes. **Revista ECO-Pós**, v. 20, n. 3, p. 39-48, 2017.
- RATTI, C., CLAUDEL, M. **The city of tomorrow: Sensors, networks, hackers, and the future of urban life**. Yale University Press, 2016.
- SANDLER, M., HOWARD, A., ZHU, M., *et al.* "MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks", **arXiv**, 12 jan. 2018. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1801.04381>> Acesso em: 10 mai. 2021
- SCIFONI, Simone. Paisagem cultural. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Orgs.). **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural**. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. (verbete). ISBN 978-85-7334-299-4.
- UNESCO. **New Life for Historic Cities: the historic urban landscape approach explained**. Paris: Unesco, 2013. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/news/1026>. Acesso em 12 jun 2021.
- VIÑAS, Salvador Muñoz. **Contemporary theory of conservation**. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
- ZHANG, D.; ADIPAT, B. Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. **International journal of human-computer interaction**, v. 18, n. 3, p. 293-308, 2005.
- XU, Z., TAO, D., ZHANG, Y., *et al.*, "Architectural Style Classification Using Multinomial Latent Logistic Regression". **Computer Vision – ECCV 2014**, [S.l.: s.n.], 2014. v. 8689. p. 600–615. DOI: 10.1007/978-3-319-10590-1_39. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-10590-1_39.