

Uma proposta à gestão de estacionamentos para cidades inteligentes

Leandro Camargo* Ana Pernas* Adenauer Yamin* Luneri Silva**

* *Centro de Desenvolvimento Tecnológico – CDTEC, Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, RS,
(e-mail: leandro.camargo, marilza, adenauer@inf.ufpel.edu.br).*

** *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia sul-rio-grandense – IFSul, RS,
(e-mail: luneribg@hotmail.com).*

Abstract: Private vehicles play an important role in global urban transport. The constant vehicle fleet increase, in association with people's need looking for close spaces the desired destination, also the limited space in the central regions, this generates restrictions on parking spaces. These factors also contribute to a information lack about vacancies in different cities regions. In this perspective, the main work objective is to propose a technological solution that offers a friendly interface between smart cities sensors and citizens, contributing to the information dissemination regarding the vehicles spaces availability. The work additional contribution is the public spaces qualification. It allows users to make assessments of the environmental aspects region's, such as cleanliness, lighting, security and schedules with a high flow of vehicles.

Resumo: Os veículos particulares desempenham um papel importante no transporte urbano global. O constante aumento dessa frota, associado à necessidade das pessoas em procurarem espaços próximos ao destino pretendido, como também o espaço limitado nas regiões centrais, geram restrições de locais para estacionamento. Estes fatores também contribuem para a falta de informação sobre as vagas em diferentes regiões das cidades. Nessa perspectiva, o principal objetivo do trabalho é oferecer uma solução tecnológica com interface amigável entre os sensores das cidades inteligentes e os cidadãos, contribuindo para a disseminação de informações sobre a disponibilidade de vagas para os veículos. A contribuição adicional desta obra é a qualificação dos espaços públicos. Para tal, o aplicativo permite que os usuários avaliem os aspectos ambientais da região, como: limpeza, iluminação, segurança e horários com alto fluxo de veículos.

Keywords: sensors, infrastructure, environmental impact, traffic improvement.

Palavras-chaves: sensores, infraestrutura, impacto ambiental, melhoramento do tráfego.

1. INTRODUÇÃO

Os veículos particulares desempenham um papel importante no transporte urbano global, contudo, as demandas de estacionamento aumentam e geralmente são maiores do que a oferta, assim, a disponibilidade por vagas em áreas centrais tornou-se um problema em muitas cidades (Mei et al., 2020).

Um dos potenciais geradores do desequilíbrio na disposição das vagas de estacionamento está no hábito das pessoas em buscarem pontos próximos ao destino. A limitação de espaços nos centros comerciais também é um agravante, bem como, a ausência de informações referentes à posição destas vagas.

Na perspectiva ambiental, a busca pelo estacionamento causa emissões adicionais de dióxido de carbono, potencializando o prejuízo ao ecossistema ambiental das cidades. Já para o condutor, pode causar aumento da frustração, além de contribuir para o congestionamento nas regiões

centrais e, conseqüentemente, incrementando a incidência de acidentes de trânsito (Hilmani et al., 2020).

Em síntese, com o aumento da população urbana e o congestionamento do tráfego, a gestão e divulgação das informações sobre vagas de estacionamento se mostra uma solução estratégica, econômica e ecologicamente correta às cidades conectadas (Annansingh, 2021). Para suportar essa mudança disruptiva, as novas tecnologias e a diversidade de dispositivos ligados à Internet das Coisas - Internet of Things ou IoT - podem fornecer soluções às comunidades, otimizando a eficiência das operações e serviços urbanos ligados aos cidadãos, em uma perspectiva de tornar as cidades inteligentes (Lloret et al., 2018).

O objetivo central do presente trabalho é a proposição de uma solução tecnológica, através da qual seja oferecida uma interface amigável entre os sensores disponíveis nas cidades inteligentes e o cidadão. Já a principal contribuição está na disseminação de informações oportunas referentes à disposição das vagas em estacionamentos, como também a qualificação de outros aspectos ambientais destes espaços públicos.

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

A consequência desejada com a adoção desta ferramenta de *software* é a redução na circulação de veículos em áreas críticas. Além disto, a otimização do tempo gasto na localização das vagas e a exploração de novos espaços públicos, incentivando assim, a utilização de regiões alternativas, inclusive, permitindo a exploração turística fora do eixo central das cidades.

O restante do trabalho contempla a seguinte organização. A Seção 2 faz uma revisão de conceitos importantes ao entendimento da solução proposta. A Seção 3 aborda os trabalhos relacionados. A seção 4 apresenta como resultados as questões de modelagem da aplicação, o esboço do sistema proposto e os aspectos implementados na solução. Por fim, a Seção 5 trata das considerações finais quanto aos resultados atingidos, dificuldades enfrentadas e trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTOS BÁSICOS

Na perspectiva de contribuição à reprodutibilidade do trabalho desenvolvido, esta seção apresenta conceitos necessários para o melhor entendimento da abordagem de implementação. Além disso, também aponta aspectos tecnológicos que integram a solução proposta.

2.1 Internet das Coisas

A IoT é um esquema bem definido de objetos interconectados, dispositivos eletromecânicos que possuem a capacidade de processamento e transmissão autônoma dos dados, com o uso de tecnologias em comunicação, sem a necessidade do envolvimento humano (Atziori et al., 2010). Para tal, está apoiada por sensores e atuadores que interoperam com o ambiente ininterruptamente, de forma autônoma.

Mais especificamente, a IoT é constituída por sensores, máquinas, pessoas e coisas, visando atingir a conexão entre - pessoas e coisas, coisas e coisas ou entre pessoas (Bai et al., 2020). Projetada à oferta de informação oportuna, controle remoto e gerenciamento inteligente, assim, sua funcionalidade mais básica é a conectividade onipresente.

2.2 Cidades Inteligentes

A tentativa de se encontrar maneiras para adoção da tecnologia em prol da qualificação dos espaços urbanos, tornou-se um dos tópicos de pesquisa mais populares na área de aplicações da Internet das Coisas, nos últimos anos. A IoT tem potencial para otimizar as funções urbanas e impulsionar o crescimento econômico, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos, com a adoção de tecnologias inteligentes e análise de dados (Yin et al., 2015).

Nesse sentido, uma infraestrutura de rede associada a dispositivos móveis e a gestão de vagas de estacionamento, pode contribuir com o projeto das cidades inteligentes. Com isso é possível, dentre outros aspectos, a redução do congestionamento no tráfego urbano.

O estacionamento público está se tornando um recurso caro em quase todas as grandes cidades do mundo (Mufaḡih et al., 2020). A sua disponibilidade limitada também é uma causa concorrente para a poluição do ar e prejuízo à mobilidade urbana de qualidade.

2.3 Artefatos Tecnológicos

A infraestrutura de processamento que atua na retaguarda do sistema proposto, baseia-se na computação em nuvem. Para Unhelkar (2017), a computação em nuvem representa um conjunto de dispositivos de armazenamento interconectados - servidores - disponibilizados por meio da conectividade à Internet, onde os dados organizacionais são mantidos.

A computação em nuvem tem vantagens em relação ao modelo baseado em servidores tradicionais, dentre elas uma evidente redução inicial de custos de aquisição da infraestrutura, bem como dos esforços de manutenção terceirizados, além de oferecer melhores níveis de disponibilidade e escalabilidade sob demanda.

Em campo, a gestão do sistema proposto ocorre através de microcontroladores que atuam em conjunto com sensores. Nesse sentido, atualmente, para as soluções que requerem um sistema embarcado de monitoramento, há uma ampla comunidade de desenvolvedores, mas também acadêmicos, que lidam com o microcontrolador baseado no *chip* ESP32 (Babiuch et al., 2019).

O módulo do microcontrolador ESP32 oferece uma interface de comunicação e integração com periféricos, de baixo custo e de baixo consumo energético, além do *chip* com *Wi-Fi* e *Bluetooth* integrados (Rai and Rehman, 2019). Outro destaque é a capacidade de armazenamento interno para o código-fonte, que suporta a complexidade da solução proposta.

Um desafio importante que ocorre nos ambientes monitorados está na transmissão do volume de dados gerados pelos sensores, assim, se optou pela adoção do formato JSON. Embora o padrão XML seja amplamente utilizado como formato de serialização de mensagens em sistemas heterogêneos baseados na WEB.

Devido às restrições de recursos, normalmente observadas em nodos da IoT, eles nem sempre são capazes de executar o processamento XML completo, devido a tais limitações (Doi et al., 2012). Considerando estes aspectos restritivos, o formato JSON representa uma sintaxe de dados leve para a transmissão e o armazenamento destes valores, embora seja muito semelhante ao XML, é mais compacto, rápido e de fácil análise.

Quanto à persistência dos dados gerados pelos sensores, optou-se por um banco de dados NoSQL - abreviação de *Not Only SQL*. O banco de dados SQL - acrônimo para *Structured Query Language* - é uma linguagem de consulta para base de dados estruturadas, contendo tabelas relacionais, que apresenta limitações no processamento de grandes quantidades de dados desestruturados.

Para superar a restrição no processamento do volume massivo de dados, a tecnologia NoSQL é capaz de lidar com uma ampla variedade de dados, incluindo formatos de gráficos, documentos e chave-valor (Malik et al., 2020). Desta forma, para se trabalhar com uma expressiva quantidade de dados e, quando sua natureza não requer um modelo relacional, uma alternativa é a adoção do banco de dados MongoDB.

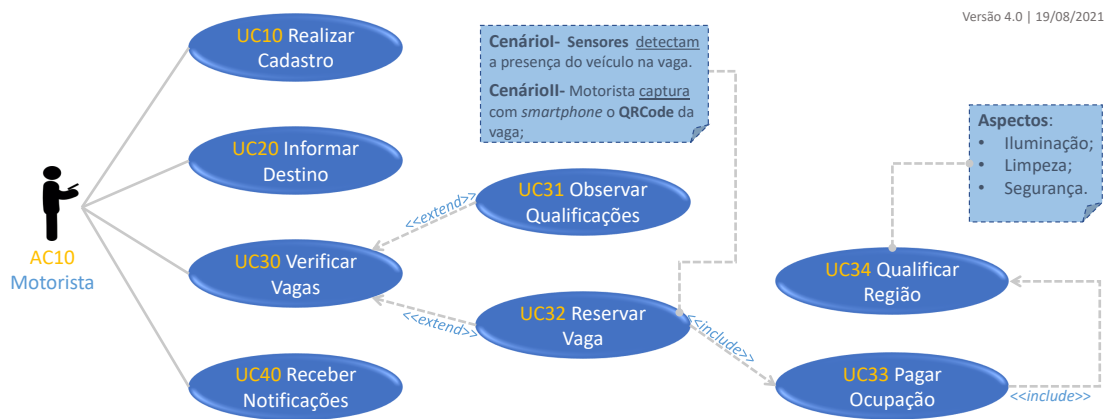


Figura 1. Modelagem dos Casos de Uso

O diferencial do MongoDB é que, ao invés de seguir o conceito tradicional de linhas em tabelas, uma marca registrada dos bancos de dados relacionais, o modelo do MongoDB é composto por documentos e coleções (Malik et al., 2020). Tais documentos são a unidade básica de dados neste banco, constituído pelos conjuntos de pares de chave - o identificador - e seu respectivo valor - o dado.

3. TRABALHOS CORRELATOS

Esta seção apresenta uma síntese das características presentes em trabalhos com objetivos similares ao desta proposta. A seleção de artigos pretende observar os pontos relevantes e possibilidades de melhoria que podem ser atendidas em uma nova solução.

Castro et al. (2017) projetou um serviço inteligente baseado em sensores para o gerenciamento das vagas em espaços públicos ou privados. Esta proposta implementou duas instâncias de sensores, uma responsável pela visualização da área onde há vagas e, um outro conjunto de sensores responsáveis pela captura de imagens e envio para o sistema inteligente que faz o tratamento em retaguarda.

Ronsani et al. (2018) desenvolveu um sistema para o gerenciamento de vagas em um estacionamento utilizando sensores que detectam a existência de veículos nas vagas. O modelo implementado possui alguns painéis espalhados pelo estacionamento indicando quantas vagas disponíveis ainda existem no corredor, além disso, o usuário consegue verificar pelo *smartphone* os locais com vagas disponíveis.

Tekouabou et al. (2020) propôs um sistema IoT centrado em dados que possibilita a exploração de todos os objetos conectados a um estacionamento inteligente. Os dados são analisados e os resultados compartilhados com motoristas. O modelo de análise otimizou a previsão da disponibilidade de vagas em estacionamentos inteligentes.

Aoki et al. (2020) utiliza aprendizado de máquina para identificar a quantidade de vagas disponíveis a partir de fotos tiradas dos estacionamentos. O sistema inclui um totem na entrada do estacionamento, o qual informa aos motoristas o número de vagas disponíveis.

A seção seguinte revela um esboço da arquitetura, os requisitos funcionais da proposta, os elementos de modelagem e, ao final, a Tabela 2 oferece uma comparação das

características implementadas nesta solução de *software* proposta, frente às demais elencadas aqui como correlatas.

4. MODELAGEM DA PROPOSTA

A proposta deste trabalho visa a implementação de uma interface amigável, que interprete os dados oriundos de sensores instalados na área de estacionamento. No qual os dados ambientais capturados podem gerar informações convenientes ao usuário de uma determinada região.

O sistema possibilita a visualização das vagas disponíveis, bem como, eventuais custos, localização e reserva. A inovação deste sistema frente aos analisados durante o estudo, está presente na funcionalidade implementada de avaliação dos aspectos ambientais, que permite a qualificação do espaço em atenção a outras facetas da vaga, tais como a limpeza, a iluminação, a segurança e os horários de movimentação mais intensa na região.

Como primeira atividade da etapa de análise do sistema, foi realizado um mapeamento dos requisitos da aplicação. Fazem parte dos requisitos de um *software* todas as funcionalidades, características e restrições, demandadas para que ele cumpra com seu objetivo. Os requisitos expressam as necessidades e as restrições colocadas num produto de *software* que contribuem para a solução de algum problema do mundo real (Maitino Neto, 2016).

A Figura 1 utiliza o diagrama de casos de uso - UC acrônimo de *User Cases* - para trazer as funcionalidades que são acessíveis no papel do motorista - AC10. Esta modelagem foi baseada em soluções existentes e propõe inovação através da inserção dos aspectos ambientais do estacionamento.

Os casos de uso principais estão codificados com numeração múltipla de dez, já os secundários seguem uma numeração sequencial em relação a sua dependência. As funcionalidades relacionadas com *include* são de execução obrigatória, enquanto as sinalizadas com *extend*, o acesso fica a critério do usuário da aplicação.

A segunda atividade executada foi a modelagem de um ambiente fictício composto por dois cenários, conforme exposto na Figura 2, a qual demonstra uma infraestrutura básica à implantação do sistema proposto na gestão de estacionamentos. Embora a arquitetura do sistema seja flexível para a implementação com níveis de infraestrutura

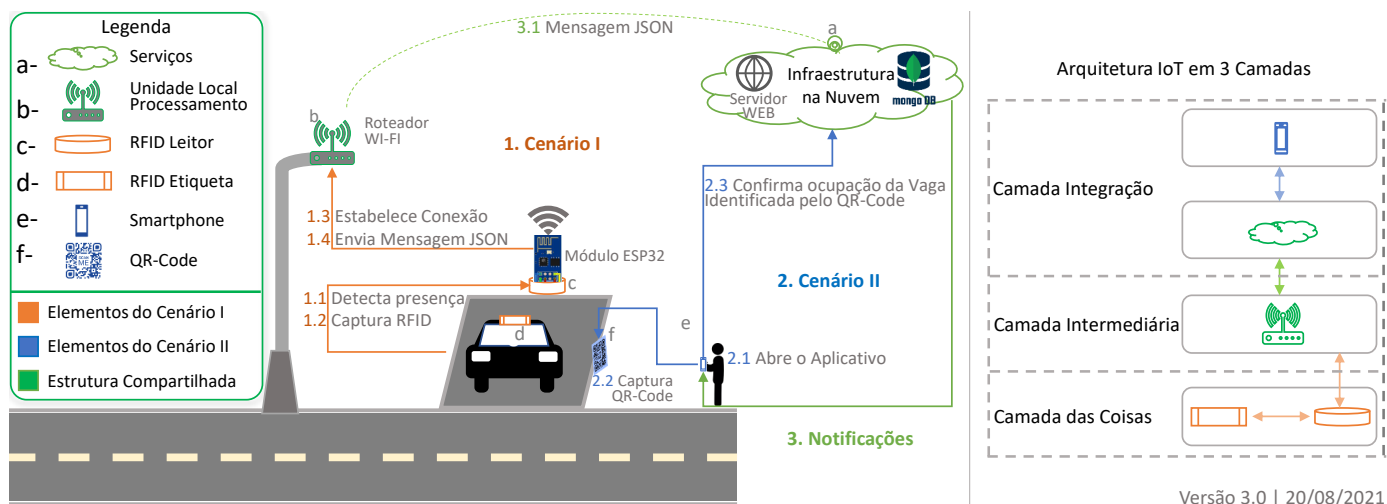


Figura 2. Cenários e Arquitetura da Aplicação

variáveis, se adequando a infraestrutura necessária, ao nível de controle demandado para as vagas, bem como a frequência de atualização dos dados coletados.

No cenário I, destacado na Figura 2, há necessidade de instalação dos leitores de radiofrequência - RFID, alternativamente, o cenário II oferece placas com QRCode - código QR, sigla do inglês *Quick Response*, resposta rápida - as quais trazem dados de identificação da região e localização neste espaço público.

Na primeira situação, os motoristas necessitam adquirir, previamente, uma etiqueta que fica vinculada ao veículo ou ao condutor. Na segunda alternativa, o motorista necessita de um dispositivo com câmera para capturar o QR-Code, que vincula o veículo à vaga através do *smartphone* do motorista.

O projeto requer uma unidade local de processamento, utilizando um *chip* ESP32, o qual responde pela gestão dos recursos no perímetro do estacionamento. Este dispositivo captura os dados de sensores e os transmite à infraestrutura remota de processamento, que está representada na Figura 2, como sendo a Nuvem, constituída por Servidores WEB e o banco de dados MongoDB.

Quanto ao aplicativo, a Figura 3 exibe um modelo conceitual da interface, em formato de *Wireframe*. Tal modelo aumenta a produtividade, simplifica o processo de *design* por meio de um alto grau de abstração, assim, a colaboração baseada em modelos conceituais pode gerar novos casos de uso, pois ocorre o envolvimento mais estreito do usuário desde as etapas iniciais de desenvolvimento dos artefatos de *software* (de Lange et al., 2020).

A Figura 3 - a, apresenta as principais funcionalidades da aplicação, desta forma, se percebe com poucas interações, que o usuário da aplicação acessa grande parte dos recursos mais utilizados, tais como:

- inclusão de veículo no cadastro;
- inserção de destinos frequentemente acessados;
- adição de um tempo extra para a alocação da vaga de estacionamento;
- marcação dos estacionamentos preferidos, priorizando regiões de interesse do usuário;

- adição de recargas na plataforma, para futuros pagamentos;
- pesquisa de localidade no mapa;
- busca por endereços através da descrição.

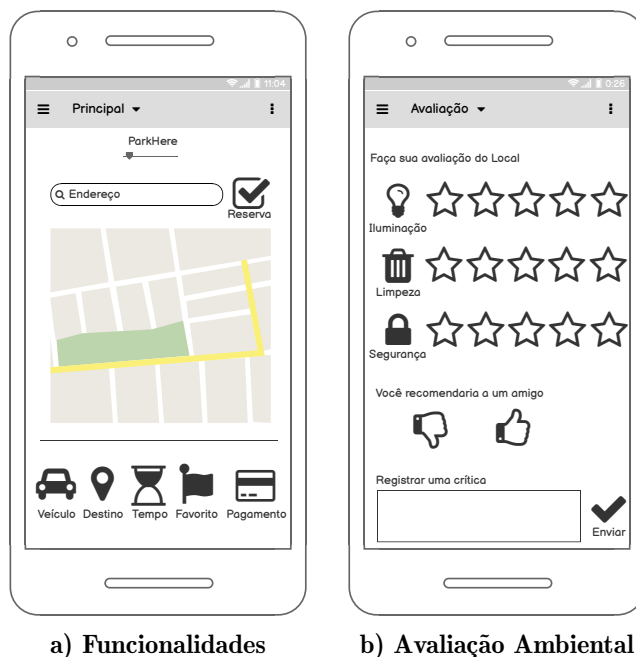


Figura 3. *Wireframe* das Telas do Aplicativo

Já a Figura 3 - b expõe uma funcionalidade que qualifica a região utilizada como estacionamento, onde permite que outras pessoas obtenham informações relevantes quanto aos seguintes aspectos:

- (1) iluminação da região;
- (2) limpeza da área do estacionamento;
- (3) segurança observada naquela área;
- (4) avaliação geral da região.

Além destes aspectos ambientais pontuados, a ferramenta também permite uma avaliação geral, sinalizando se o usuário recomenda ou não uma determinada região, bem como o registro de críticas, caso algum outro ponto relevante seja observado, isso incentiva a utilização de novas

áreas. Tal avaliação é acessível apenas após o pagamento da reserva, com isso, se pretende uma redução de comentários maliciosos.

As funcionalidades adicionais da ferramenta foram idealizadas tendo em vista que vários fatores desempenham papéis importantes e influenciam o comportamento do motorista na escolha e demanda por estacionamentos. Tais fatores vão desde características psicológicas até socioeconômicas destes condutores.

Uma variedade de aspectos dita a ocupação das áreas e também integram a cultura da comunidade, de forma que diferentes regiões possuem hábitos igualmente distintos. Assim, o aplicativo proposto consegue registrar estas peculiaridades e estimular outras pessoas a exploração de locais alternativos, isso ocorre através da qualificação das características ambientais valorizadas pelo motorista e previamente tabuladas no seu perfil junto a aplicação.

A literatura, por exemplo, sugere que a combinação de taxas de estacionamento, tempo de deslocamento e tempo de caminhada, estes fatores são mais importantes para os usuários, frente aos custos de combustível e tempo de viagem (Parmar et al., 2020). Tais aspectos também estão presentes na implementação das funcionalidades do sistema, considerando a menor distância entre a vaga e o destino alvo, contudo, esta intenção de proximidade é selecionada durante a solicitação de busca pela vaga.

Uma preocupação adicional na concepção do sistema diz respeito a garantia de robustez à medida que o escopo de usuários seja ampliado. Neste viés, a implementação suporta a escalabilidade, inclusive na troca de mensagens, permitindo a adição de novos atributos, visto que o banco de dados é orientado a documentos e, como tal, basta adicionar a nova chave e o respectivo valor.

A Tabela 1 demonstra a estrutura básica dos documentos e do formato das mensagens que são enviadas em formato JSON para o banco de dados MongoDB. Para tal, está destacada a composição das mensagens para: (i) requisição de vaga; (ii) qualificação do ambiente e; (iii) locação de vaga. Embora a aplicação possua outras mensagens que tratam de questões operacionais, como das formas de pagamento e das consultas realizadas ao banco de dados.

Tabela 1. Modelo das Principais Mensagens

Requisição de Vaga		
Descrição	Tamanho	Tipo
IMEI	15	Numérico
Placa	7	Alfanumérico
QRVaga	200	Texto Longo
Chegada	20	Data/Hora
Recarga	2	Numérico
Qualificação do Ambiente		
IMEI	15	Numérico
Iluminação	1	Numérico
Limpeza	1	Numérico
Seguro	1	Numérico
Recomenda	1	Numérico
Crítica	200	Texto Longo
Locação da Vaga		
idRequisição	8	Numérico
idPagamento	8	Numérico
Placa	7	Alfanumérico
Período	20	Data/Hora

Uma das virtudes na adoção do banco de dados orientado a documentos, por esta solução de *software* está na possibilidade de inclusão de imagens e outras mídias, à medida que a aplicação evolua, sem a necessidade de uma refatoração das estruturas que dão suporte.

As mensagens no formato JSON, que integram a transmissão da unidade de processamento local com a infraestrutura em Nuvem, são acrescidas de um campo, o qual corresponde ao mecanismo de validação. Quando necessário, este elemento pode ser utilizado como um instrumento para a recuperação de algum valor corrompido durante a transmissão dos dados.

O campo empacotado junto a mensagem original gerada pelo sistema é identificado como *token*, o qual contém a junção dos valores referentes a um único documento, formando uma expressão que corresponde aos parâmetros transmitidos. Assim, o servidor Web pode desempacotar a mensagem e comparar o conteúdo com o valor de cada chave transmitida, antes de efetuar o registro no banco de dados.

A prova conceitual do sistema desenvolvido será aplicada no estacionamento privativo de uma instituição de ensino. Este cenário permite a aplicação em menor escala, com ambiente controlado, além de garantir a segurança do aparato tecnológico demandado à operacionalização do sistema.

Com o volume de dados gerados pelo sistema no ambiente de teste, mesmo ocorrendo em um curto espaço de tempo, viabiliza que usuários interajam com a aplicação e façam sugestões de aperfeiçoamento da interface e das funcionalidades disponibilizadas. Além disso, também é possível validar as mensagens e a qualidade das informações relacionadas ao melhor horário para uso do local, a previsão de ocupação e, do tempo de resposta do sistema em suas diferentes camadas.

Com o propósito de comparar as características descritas na modelagem da solução desenvolvida, frente às demais propostas analisadas neste estudo, a Tabela 2 destaca as seguintes funcionalidades: (i) a existência de interface na solução implementada pelo projeto; (ii) a observação dos aspectos ambientais do estacionamento; (iii) a geração de notificações para o usuário.

Tabela 2. Funcionalidades Destacadas nas Soluções de *Software* Analisadas

Projeto	Interface	Ambiental	Notifica
Castro et al. (2017)	Nenhuma	NÃO	NÃO
Ronsani et al. (2018)	Painéis	NÃO	SIM
Tekouabou et al. (2020)	<i>Smartphone</i>	NÃO	SIM
Aoki et al. (2020)	Totem	NÃO	NÃO
Sistema Proposto	<i>Smartphone</i>	SIM	SIM

Uma outra funcionalidade observada que não consta na Tabela 2, diz respeito ao controle de vagas, pois a totalidade dos trabalhos analisados neste estudo fazem esta gestão. A diferença básica entre as soluções elencadas está no nível de interatividade com o usuário, bem como a frequência de atualização e acesso à informação.

Frente aos trabalhos correlatos, se considera um diferencial da solução desenvolvida a qualificação dos aspectos de uma área, visto que podem oferecer informações úteis a turistas

e demais cidadãos que desconhecem determinada localidade e/ou região das cidades. Assim, o sistema também traz contribuições desde a redução no fluxo em áreas centrais, a exploração de novas regiões e atenção aos espaços públicos, fruto da análise constante do usuário através do uso desta solução de *software*.

A Seção 5 faz um fechamento deste estudo, o qual trouxe os aspectos arquiteturais e questões técnicas idealizadas na solução proposta para a gestão das vagas de estacionamento. Assim sendo, se pretende contribuir com o desenvolvimento do paradigma das cidades inteligentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

O estudo foi abrangente o suficiente para atender as especificações do projeto e propor alternativas tecnológicas adequadas, dentro do escopo definido. A implementação é simples e viável, tanto na perspectiva financeira quanto das funcionalidades demandadas pela comunidade.

A arquitetura projetada possibilita dois cenários distintos de implementação, onde a complexidade de infraestrutura é crescente:

- (1) placas fixas em cada vaga, com QRCode e o uso do *smartphone* para autenticação do usuário e controle do tempo de permanência;
- (2) sensores de RFID fixados nas vagas e etiquetas passivas de radiofrequência coladas ao veículo, num cenário de automação completa deste ecossistema.

Há ainda, uma terceira possibilidade, mais simplificada, que traz apenas o controle de ocupação de uma área, com a instalação de sensores de presença nas vagas. Além disso, a flexibilidade do sistema proposto permite a adoção tanto em estacionamentos privativos quanto em espaços públicos, também proporciona o controle de vagas tarifadas, com a gestão de tempo e custos, ou ainda, para a simples supervisão do fluxo de ocupação local.

Em função das restrições impostas pelo cenário pandêmico, a validação da ferramenta ficou na previsão de atividades futuras, bem como a instalação dos sensores em campo, a adequação das estruturas físicas exigidas contra intempéries e os testes com os dispositivos adotados. Na perspectiva do *software* será realizada avaliação da usabilidade, da escalabilidade e da integração entre as camadas arquiteturais.

REFERÊNCIAS

Annansingh, F. (2021). Smart parking: The cornerstone of a smart city. In *Examining the Socio-Technical Impact of Smart Cities*, 138–154. IGI Global.

Aoki, V., Gonzalez, L., Borin, J., Técnico-IC-PFG, R., and de Graduação, P.F. (2020). Smart parking app-um aplicativo móvel para visualização de vagas em estacionamento inteligente. *Universidade Federal de Campinas*.

Atziori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey computer networks.

Babiuch, M., Foltýnek, P., and Smutný, P. (2019). Using the esp32 microcontroller for data processing. In *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 1–6. IEEE.

Bai, L., Yang, D., Wang, X., Tong, L., Zhu, X., Bai, C., and Powell, C.A. (2020). Chinese experts' consensus on the internet of things-aided diagnosis and treatment of coronavirus disease 2019. *Clinical eHealth*.

Castro, M.R., Teixeira, M.A., Nakamura, L.H., and Menequette, R.I. (2017). Gerenciamento automático de vagas em estacionamentos baseado em redes de sensores sem fio para its. In *Anais do I Workshop de Computação Urbana*. SBC.

de Lange, P., Nicolaescu, P., Rosenstengel, M., and Klamma, R. (2020). Collaborative wireframing for model-driven web engineering. In *International Conference on Web Information Systems Engineering*, 373–388. Springer.

Doi, Y., Sato, Y., Ishiyama, M., Ohba, Y., and Teramoto, K. (2012). Xml-less exi with code generation for integration of embedded devices in web based systems. In *2012 3rd IEEE International Conference on the Internet of Things*, 76–83. IEEE.

Hilmani, A., Maizate, A., and Hassoumi, L. (2020). Automated real-time intelligent traffic control system for smart cities using wireless sensor networks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020.

Lloret, J., Ahmed, S.H., Rawat, D.B., Ejaz, W., and Yu, W. (2018). Editorial on wireless networking technologies for smart cities.

Maitino Neto, R. (2016). *Engenharia de software*. 1 ed. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Malik, A., Burney, A., and Ahmed, F. (2020). A comparative study of unstructured data with sql and no-sql database management systems. *Journal of Computer and Communications*, 8(4), 59–71.

Mei, Z., Zhang, W., Zhang, L., and Wang, D. (2020). Optimization of reservation parking space configurations in city centers through an agent-based simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 99, 102020.

Mufaqih, M.S., Kaburuan, E.R., and Wang, G. (2020). Applying smart parking system with internet of things (iot) design. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012095. IOP Publishing.

Parmar, J., Das, P., and Dave, S.M. (2020). Study on demand and characteristics of parking system in urban areas: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(1), 111–124.

Rai, P. and Rehman, M. (2019). Esp32 based smart surveillance system. In *2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*, 1–3. IEEE.

Ronsani, L.A.K. et al. (2018). Um protótipo de sistema inteligente para monitoramento de vagas de estacionamentos-uma aplicação baseada em internet das coisas. *Universidade Federal de Santa Catarina*.

Tekouabou, S.C.K., Cherif, W., Silkan, H., et al. (2020). Improving parking availability prediction in smart cities with iot and ensemble-based model. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*.

Unhelkar, B. (2017). *Software engineering with uml*. CRC Press.

Yin, C., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J., Cooper, D., and David, B. (2015). A literature survey on smart cities. *Science China Information Sciences*, 58(10), 1–18.