

ARQUITETURA TRUSTLESS PARA MONITORAMENTO DE BATERIAS DE EVTOL VIA APRENDIZADO DE MÁQUINA E BLOCKCHAIN

Matheus Cahú Monteiro dos Santos

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). (matheus.cahu@unifesp.br).

Resumo: Diante da crescente urbanização e demanda por modos de transporte sustentáveis, a mobilidade aérea urbana (UAM) surge como uma alternativa viável ao tráfego rodoviário. Ao integrar propulsão elétrica ao deslocamento tridimensional, o setor visa mitigar tanto congestionamentos como emissões de carbono. Este modal possui projeção de mercado de 170 bilhões de dólares até 2034; no entanto, sua viabilidade depende do monitoramento contínuo de aspectos como manutenção e, particularmente, o Estado de Saúde (SoH) das baterias Li-ion. Nesse sentido, embora a bibliografia explore métodos de estimativa do SoH, observa-se uma lacuna em termos de infraestrutura, segurança e privacidade. Para assegurar a integridade do modal, este trabalho propõe um procedimento operacional fundamentado em Espectroscopia de Impedância Eletroquímica Multissinoidal (EISMP), Aprendizado de Máquina (ML), Modelos Autorregressivos Variantes no Tempo (TVAR), Blockchain e Identidades Autossoberanas (SSI). Inicialmente, o veículo é autenticado por sua identidade digital junto ao servidor. A bateria é então submetida ao exame, resultando em um pulso de saída analisado por uma rede neural para estimativa da saúde do componente. Este registro é persistido em uma rede blockchain, na qual o servidor atua como nó, conferindo integridade ao sistema. Por fim, os dados históricos parametrizam um algoritmo de modelagem capaz de prever a vida útil remanescente e detectar taxas anômalas de degradação ou tentativas de adulteração. Conforme os parâmetros encontrados, o veículo recebe ou não uma certificação que lhe confere direito de seguir para a próxima missão. Uma versão preliminar do sistema foi implementada e validada utilizando-se *datasets* experimentais de baterias Li-ion, revelando sua capacidade de detectar inconformidades e registrar os dados de maneira imutável e segura. A abordagem proposta destaca-se ao apresentar um ecossistema integrado baseado em tecnologias de ponta, consolidando um ciclo de vida de dados seguro, privado e pautado na descentralização. O diferencial reside no estabelecimento de um modelo *trustless*, onde a segurança e a integridade das informações não dependem da idoneidade dos agentes, mas são garantidas por camadas de criptografia e consenso distribuído. Os mecanismos de identidades soberanas garantem que a governança permaneça sob controle do operador, enquanto a blockchain confere auditabilidade ao processo. Como resultados, tem-se a implementação do sistema de modelagem e um *middleware* de integração com a blockchain, o que fornece subsídios para futuros mecanismos de certificação e conformidade no setor de tráfego aéreo urbano. Espera-se que esta síntese técnica contribua para operações mais seguras, transparentes e alinhadas aos preceitos da soberania digital.

Palavras-chave: Aprendizado de Máquina, Tráfego Aéreo Urbano, Blockchain.