O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS

Suellen Elorde Ribeiro[(1)]
Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Pós Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental e em Engenharia de Custos e Orçamentos, ambas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas). Pós Graduada em Gerenciamento de Projetos pelo IBMEC. Engenheira de Planejamento e Controle da Unidade de Planejamento e Gestão da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Coordenadora do Núcleo de Gestão de Contratos.

Endereço[(1)]**:** Rua Mar de Espanha, nº 525 - Bairro Santo Antônio - Belo Horizonte - Minas Gerais - CEP: 30330-900 - Brasil - Tel: +55 (31) 3250-1409 - e-mail: suellen.ribeiro@copasa.com.br

RESUMO

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico impôs um ambiente de mais concorrência entre as empresas de prestação de serviços. Para garantir a sua permanência no mercado, as companhias de saneamento precisam melhorar os seus processos, introduzindo o uso de novas tecnologias, de forma a otimizar os seus recursos e aumentar a eficiência e qualidade na prestação de serviços. Neste contexto, esse trabalho visa avaliar a aplicabilidade do uso da inteligência artificial em atividades de fiscalização de serviços empregando técnicas de aprendizado de máquina. Através de um MVP foi possível comprovar a viabilidade técnica do uso da IA na classificação de registros fotográficos das ordens de serviços executadas, obtendo-se ótimos resultados de assertividade para os testes realizados.

PALAVRAS-CHAVE: Fiscalização de Serviços, Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina.

INTRODUÇÃO

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, assim chamada a Lei n° 14.026 de 15 de julho de 2020, alterou significativamente a forma de prestação dos serviços de saneamento básico, estabelecendo novos objetivos, princípios, metas, e exigindo competitividade no processo de seleção da prestadora de serviços.

A exigência de licitação prévia para a concessão dos serviços públicos de saneamento básico impôs uma nova lógica, segundo Valente e Vicente (2021), pois a competitividade está estimulando que as empresas estatais e privadas busquem ganhos de eficiência, reduzindo seus custos e, ao mesmo tempo, garantindo a qualidade dos serviços. Sendo assim, as empresas de saneamento precisam otimizar os seus processos, assegurando o equilíbrio econômico-financeiro, para garantir sua permanência no mercado.

Neste contexto, a automação de processos com a utilização da Inteligência Artificial (IA) pode ser crucial para a competitividade e sobrevivência das companhias. De acordo com Hijo e Nateli (2023), a IA, utilizando ferramentas de aprendizado de máquina, pode ser empregada no setor de saneamento para interpretar dados coletados por meio da automação e gerar informações para auxiliar na tomada de decisão. Essa tecnologia também pode ser utilizada na execução de tarefas, como fiscalização de serviços, tratamento de dados, elaboração de relatórios, verificação da utilização de equipamentos de proteção coletiva (EPC) e equipamentos de proteção individual (EPI), entre outros.

A fiscalização de serviços, principalmente dos serviços comerciais, é um procedimento rotineiro, muito repetitivo e exige pouco conhecimento técnico. Os fiscais de obras verificam por meio de fotos, se o serviço foi de fato executado ou não. A utilização da IA poderá auxiliar na verificação das fotos das Ordens de Serviço (OS), otimizando as horas de trabalho dos colaboradores e aumentando a capacidade de verificação das OSs executadas.

OBJETIVO

Avaliar a viabilidade do uso da Inteligência Artificial para fiscalização de serviços através de técnicas de

aprendizagem de máquina, a partir da qual será possível classificar as imagens das ordens de serviço executadas.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Os serviços executados pela Copasa, seja por equipe própria ou equipe terceirizada, são acompanhados pelo SIGOS - Sistema Integrado de Gestão de Ordem de Serviço, que é um sistema que faz a distribuição das OSs, cria as rotas das equipes, monitora a execução e realiza a gestão dos serviços.

Atualmente, a fiscalização dos serviços monitorados pelo SIGOS, e executados pelas empresas contratadas, é realizada por fiscais que extraem um relatório dos serviços encerrados e, em seguida, entram em cada OS para verificar as fotos, classificando a execução como "Conforme" ou "Não Conforme", definindo, assim, se o serviço deverá ser remunerado ou não à contratada. Em situações específicas, dada a complexidade do serviço, a fiscalização pode ser realizada *in loco*.

Quando os clientes da Copasa não realizam o pagamento de suas contas, após 45 dias da data de vencimento é gerada uma OS de Alerta de Corte, código 109. A execução desse serviço é denominada como Suspensão, e visa alertar o cliente que existe uma conta de água vencida, para a qual não foi identificado o pagamento. A execução desse serviço consiste no fechamento do registro e na colocação da fita lacre, conforme Figura 1. Na ocasião é entregue uma mala direta para o cliente, explicando porque foi colocado a fita em seu medidor e recomendando o pagamento da conta.

Figura 1: Padrão de água com registro fechado e fita lacre.



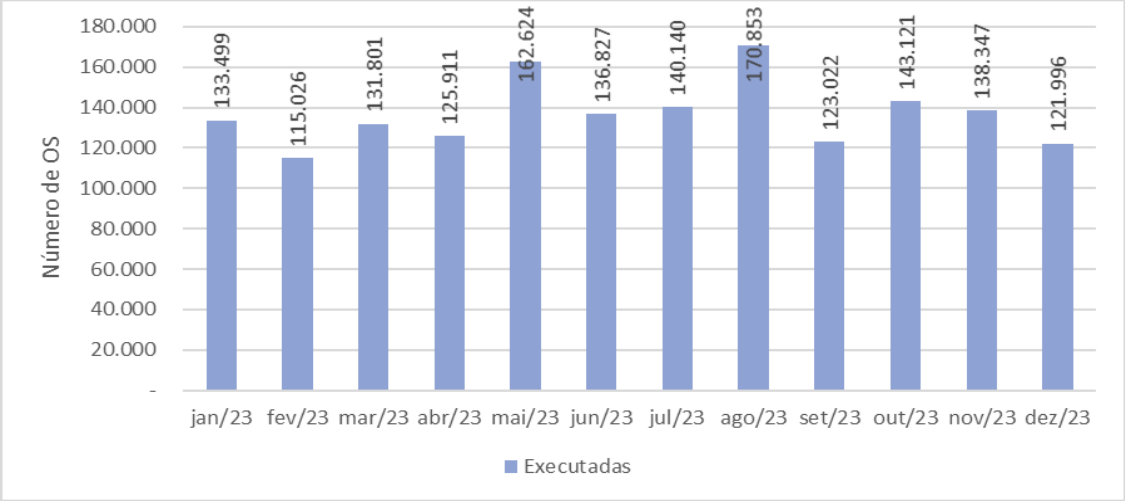
Fonte: SIGOS.

Os serviços comerciais são realizados comumente por equipes terceirizadas. A Copasa analisa as fotos das OSs baixadas como executadas e remunera a empreiteira quando o serviço foi realizado em conformidade. No caso das OSs do tipo 109, o serviço é considerado "Conforme" quando a fita lacre foi fixada no registro do padrão de água.

No ano de 2023, conforme Figura 2, no âmbito de atuação da Copasa, foram executadas, em média, 136.931 OSs por mês.

Cada fiscal de obra da Copasa consegue verificar, em média, 123 OSs de serviços comerciais por dia. Dessa forma, para se fiscalizar o volume de OSs de Alerta de Corte executadas por mês, são necessários uma grande quantidade de profissionais. Ressalta-se que a OS 109 é apenas um tipo das OSs de serviços comercias. Além do Alerta de Corte, vários outros tipos de OSs são geradas e executadas, como tamponamento, religação, substituição de hidrômetro, supressão, entre outros.

Figura 2: OSs de Alerta de Corte executadas na Copasa.



Fonte: Adaptado do SIGOS.

No cenário atual, onde o Novo Marco Legal do Saneamento Básico impôs um ambiente de mais concorrência entre as empresas de prestação de serviços, as companhias precisam inovar e buscar melhorias de seus processos. É necessário adotar tecnologias para se tornar mais eficiente, produtiva e ao mesmo tempo economizar tempo e recursos, sem que isso impacte negativamente na qualidade dos serviços prestados.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ser humano possui uma capacidade única de reconhecer padrões. Quando enxerga algo, faz a coleta de informações para identificar, isolar, associar e reconhecer formas, sons ou conceitos (CERA,2005). Entretanto, com o avanço da tecnologia, a inteligência artificial está adquirindo conhecimentos que possibilita que algoritmos treinados com um conjunto de dados, realize previsões, reconheça padrões e faça agrupamentos.

A importância do reconhecimento de padrões está ligada à busca por métodos informatizados e automatizados para tarefas humanas repetitivas, exaustivas e muito sujeitas a falhas (SPÍNOLA,2004), o que possibilita a otimização de recursos, aumento da produtividade e eficiência na realização de determinadas atividades.

Segundo Ludermig (2021), estamos vivenciando uma nova revolução industrial, que tem sido impulsionada pelo desenvolvimento de tecnologias avançadas como o aprendizado de máquina. As máquinas estão sendo treinadas para realizar trabalhos racionais, sendo sua aplicação para a realização de diagnósticos cada vez mais ampla.

O aprendizado de máquina permite que o computador adquira novas habilidades. Essa técnica possibilita que o computador aprenda por exemplos, ou seja, por meio de dados, e faça previsões, agrupamentos ou classificações.

Existem três tipos principais de Aprendizado de Máquina: Supervisionado, Não Supervisionado e por Reforço.

No Aprendizado Supervisionado, para cada dado de entrada apresentado ao algoritmo, é necessário apresentar o dado de saída esperado. Desta forma, o algoritmo será capaz de determinar corretamente a classe de novos exemplos ainda não rotulados. Para rótulos de classe discretos, esse problema é chamado de classificação e para valores contínuos como regressão. Esse método de aprendizado é o mais utilizado (LUDERMIR, 2021).

No Aprendizado Não Supervisionado, são fornecidos apenas os dados de entrada e o algoritmo prevê os dados de saída. Depois de analisar a base de dados, o algoritmo encontra padrões e agrupa os dados de acordo com as similaridades dos seus atributos.

No Aprendizado por Reforço, o algoritmo escolhe uma ação e aprende por tentativa e erro. A cada escolha ele verifica se foi recompensado ou punido, decidindo a próxima ação de acordo com o resultado.

O uso de Aprendizagem de Máquina para solucionar problemas nem sempre é fácil e necessita de alguns pré-requisitos. É necessário um grande volume de dados para se compor um conjunto de exemplos. Muitas vezes a base de exemplos precisa ser construída e atualizada constantemente. Após o treinamento, precisa-se saber se o algoritmo está solucionando o problema e com que precisão o problema está sendo resolvido. Ludermir (2021) destaca que o sistema precisa sempre ser atualizado, porque mudanças nos dados podem fazer com que os sistemas deixem de funcionar.

A utilização da IA auxilia os profissionais de forma a aumentar sua eficiência, produtividade e assertividade. Além disso, o uso de robôs, para a realização de tarefas, permite que os profissionais se dediquem a execução de atividades mais estratégicas.

Os sistemas de visão computacional atualmente são bem eficientes. Uma rede neural, técnica da IA, consegue classificar uma imagem através do reconhecimento de diferentes classes com base em um banco de dados.

Para aferir a evolução dos algoritmos, o ImageNet[1] criou um sistema de competições que avalia a capacidade de reconhecimento de imagens em larga escala. Em 2016, o erro de classificação das imagens dos sistemas utilizando técnicas da IA e de aprendizagem de máquina foi de 3,6%, enquanto o resultado obtido para o desempenho humano foi de 5,1%.

METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos deste trabalho, que tem a finalidade de avaliar a aplicabilidade da IA na realização de tarefas relacionadas a fiscalização de serviços, focada a princípio em OS de Alerta de Corte, código 109, foi realizada uma reunião com a empresa parceira Sonda, juntamente com outros colaboradores da Copasa, dentre eles integrantes do Copatec e do NIO – Núcleo de Inteligência Operacional. Durante o encontro, foi proposto o desenvolvimento de um MVP (produto viável mínimo) que poderia comprovar a utilização da IA na inspeção de fotos provenientes do SIGOS.

Para criação do modelo inicial, a Copasa selecionou no SIGOS fotos de OSs de Alerta de Corte executadas por equipes terceirizadas para treinamento e testes da IA. Foram selecionadas cerca de 75 fotos de cada um dos seguintes tipos: padrão de água com fita lacre, padrão de água sem fita lacre, fachada do imóvel e mala direta.

A empresa Sonda escolheu o modelo de Deep Learning para treinamento da IA, uma vez que possui capacidade de extrair características das imagens automaticamente e apresentar resultados eficientes na classificação de imagens.

O Deep Learning, a partir de uma grande quantidade de dados e após inúmeras camadas de processamento com algoritmos, consegue desenvolver ferramentas que executam tarefas semelhantes às dos seres humanos, tais como a identificação de imagens, o reconhecimento de voz ou a realização de predições, de forma progressiva.

O tipo de aprendizagem utilizado nesse projeto foi o supervisionado, uma vez que as fotos que alimentaram o algoritmo foram rotuladas previamente.

Das imagens extraídas no SIGOS, algumas foram selecionadas aleatoriamente para treinamento do modelo. Posteriormente, as imagens não utilizadas no treinamento, foram usadas nos testes.

O MVP foi desenvolvido para verificar se a fita lacre foi instalada no padrão de água. Além disso, o modelo foi treinado para identificar se as fotos da fachada do imóvel, da entrega da mala direta e do padrão antes da execução do serviço foram registradas. Assim, a ferramenta é capaz de classificar a execução como "Conforme" ou "Não Conforme", definindo se o serviço deverá ser remunerado ou não à contratada.

[1] Imagenet database. Disponível em: < https://www.image-net.org/>. Acesso em 10/02/2024.

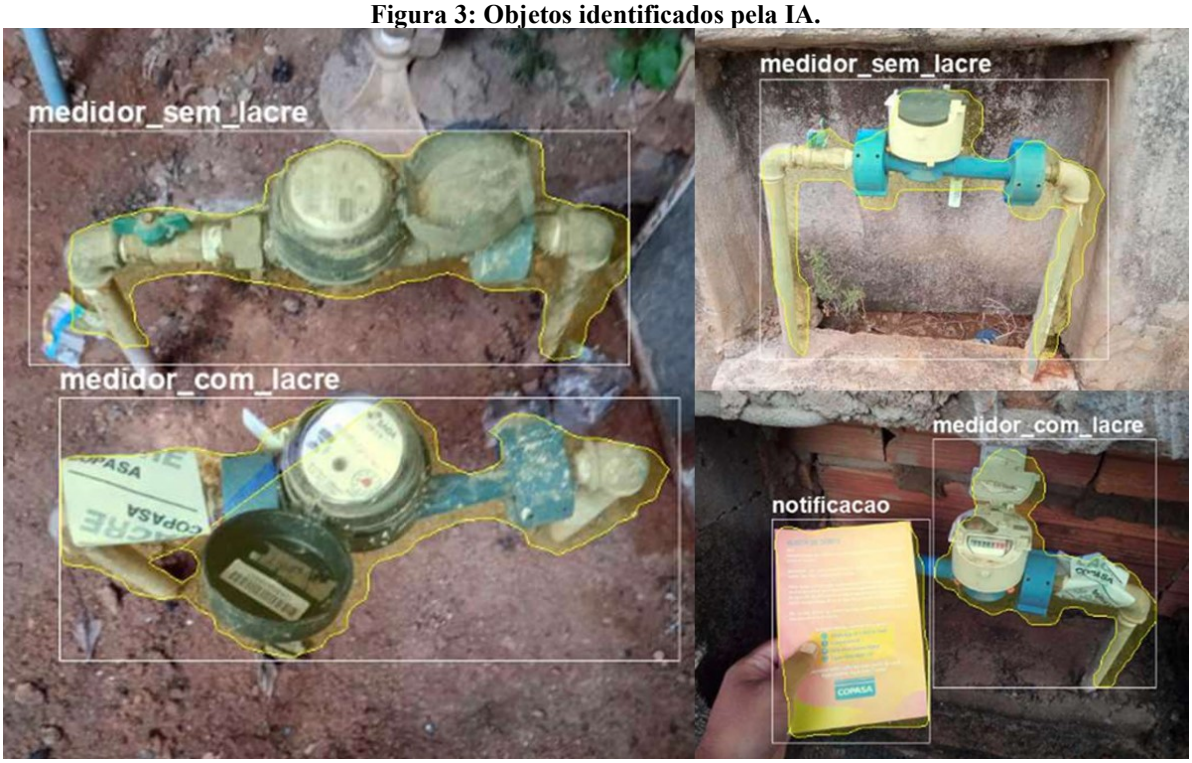
RESULTADOS OBTIDOS

O modelo inicial foi elaborado a partir de cerca de 300 imagens de OSs do tipo 109, executadas por empresas contratadas da Copasa. A solução de Inteligência Artificial *AI Operations*, utilizada pela empresa parceira Sonda, foi capaz de identificar e marcar nas fotos os seguintes objetos alvos: fachada do imóvel, mala direta, padrão de água sem o lacre e padrão de água com o lacre.

Conforme apresentado na Figura 3, as áreas destacadas em amarelo são as detecções da IA e o objeto identificado está descrito na parte superior esquerda da caixa de identificação.

Após rotulagem, e aplicando-se técnica de aumento de dados, com rotação e inversão, para a IA entender imagens de diferentes ângulos, obteve-se precisão geral, a partir do primeiro treinamento do modelo, de 98,57%.

Figura 3: Objetos identificados pela IA.



Fonte: *AI Operations* - Sonda.

Em um segundo momento, foram submetidas 116 imagens, que não foram utilizadas no treinamento, para novas inferências no modelo criado, obtendo-se excelentes resultados, conforme apresentado abaixo, relacionando a quantidade de acertos para quantidade total de imagens submetidas à ferramenta de IA:
-Padrão de água com lacre: 29/30 (97% assertividade)
-Padrão de água sem lacre: 27/27 (100% assertividade)
-Fachada: 34/34 (100% assertividade)
-Mala direta: 25/25 (100% assertividade)

Soluções que utilizam IA possuem metas definidas de assertividade, normalmente maiores que 90%. Nos resultados obtidos para o MVP, chegou-se a uma assertividade média de 99,25%, o que indica um ótimo resultado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de Inteligência Artificial demonstrou avanços extraordinários nos últimos anos e, atualmente, graças a técnicas de aprendizado de máquina, possui capacidade de se adaptar e de aprender a realizar tarefas, analisar dados, classificar imagens e fazer previsões.

No setor de saneamento, a inovação e melhoria contínua dos processos se tornaram indispensáveis e ainda mais evidentes com as condições impostas pela Lei n° 14.026 de 15 de julho de 2020, que estabeleceu um ambiente de mais concorrência entre as empresas de prestação de serviços. Desta maneira, as companhias de saneamento precisam otimizar os seus processos, automatizando a realização de tarefas rotineiras e que demandem muito esforço humano, como a fiscalização de serviços.

O projeto proposto apresentou viabilidade técnica para a utilização da IA na verificação de fotos das OSs executadas e acompanhadas pelo SIGOS. A assertividade obtida para o modelo inicial foi bastante satisfatória. Além disso, a precisão da ferramenta poderá aumentar caso o treinamento seja realizado com um volume maior de imagens e sejam estabelecidos padrões de captura para os registros fotográficos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CERA, M. C. Uso de redes neurais para o reconhecimento de padrões. 2005. Disponível em: <https://www.inf.ufrgs.br/procpar/disc/cmp135/mccera/padroes>. Acesso em 20/01/2024.

2. HIJO, A.A. e NATALI, E.F. Automação de processos e IA – Inteligência Artificial no Setor de Saneamento Básico. 32º Congresso da ABES. 2023.

3. LUDERMIR, T.B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. Estudos Avançados 35 (101), 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.007>. Acesso em 09/02/2024.

4. SPÍNOLA, C.M. Correlação iridológica entre cérebro e intestino. São Paulo: FACIS-IBEHE. 2004. Monografia.

5. VALENTE, P.P. e VICENTE, L.R. Plataforma Fórum de Conhecimento Jurídico. 2021. Disponível em: < https://editoraforum.com.br/noticias/concorrencia-e-competicao-no-novo-marco-legal-do-saneamento-basico-coluna-saneamento-novo-marco-legal/>. Acesso em 02/02/2024.