

## SISTEMA DE APOIO A GESTÃO DE AFERIÇÕES METROLÓGICAS EM CRONOTACÓGRAFOS

Leonardo Tenshi Desidério Hatano <sup>1</sup>; Paulo Sergio Caetano de Oliveira <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade de Uberaba

[leonardotenshi@edu.uniube.br](mailto:leonardotenshi@edu.uniube.br) e [paulo.oliveira@uniube.br](mailto:paulo.oliveira@uniube.br)

### Resumo

A aferição metrológica periódica de cronotacógrafos é uma exigência legal para veículos de transporte, contudo, o controle manual desses prazos pelos Postos Autorizados de Cronotacógrafos (PACs) gera ineficiências operacionais e falhas de comunicação. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema centralizado para automatizar e simplificar a gestão operacional dos PACs, focando na criação de módulos de cadastro automatizado e envio de mensagens de alerta. A metodologia aplicada fundamentou-se em uma abordagem quali-quantitativa por meio de visitas técnicas e questionários para o levantamento de requisitos, seguida pelo desenvolvimento tecnológico da aplicação. A solução foi estruturada como um monolito modular utilizando a linguagem Python, banco de dados PostgreSQL, biblioteca Selenium para *web scraping* de dados oficiais do INMETRO e integração com a EvolutionAPI para comunicação via WhatsApp. Os resultados evidenciaram uma redução drástica da carga de trabalho em tarefas repetitivas e a minimização de erros humanos, viabilizando a extração imediata de dados, a geração padronizada de fichas de ensaio e a notificação proativa dos motoristas. Conclui-se que a centralização das informações otimiza a produtividade do posto, possibilita futuras expansões do sistema e contribui para a segurança nas rodovias ao combater a circulação de veículos com calibração irregular.

Palavras-chave: automação operacional; cronotacógrafo; aferição metrológica; web scraping; gestão de dados.

## INTRODUÇÃO

A aferição metrológica em cronotacógrafos é um procedimento fundamental para garantir a precisão dos registros de velocidade, tempo e distância em veículos de carga e transporte de passageiros. A legislação brasileira, que inclui a Resolução Contran n.º 92/1999 e a Resolução n.º 993/2023, determina que essas verificações sejam feitas regularmente, sob risco de multa e apreensão do veículo. No entanto, muitos proprietários e empresas de transporte se esquecem dos prazos, o que gera riscos à segurança viária e prejuízos financeiros.

Apesar dessa obrigatoriedade legal das aferições, os PAC ainda executam grande parte do controle dos vencimentos de forma manual, o que se torna inviável à medida que a demanda aumenta. A ausência de sistemas específicos dificulta a gestão eficiente, favorece erros humanos e reduz a competitividade dessas empresas. A automação surge, portanto, como uma oportunidade clara de melhoria operacional. Andrade e Falk (2001) destacam que a implementação de sistemas de informação traz benefícios tangíveis, como maior dinamização dos processos, melhoria no fluxo de trabalho e redução do tempo e dos procedimentos operacionais.

Além disso, estudos recentes reforçam o papel da automação na produtividade e na diminuição de falhas. Hyun et al. (2021, p. 3, tradução nossa) destacam que “os robôs são usados continuamente para tarefas padronizadas e repetitivas para aumentar a produtividade em todas as áreas”. Isso demonstra que a utilização de sistemas automatizados tende a otimizar processos que envolvem grande volume de dados, como o controle de aferições metrológicas. Portanto, criar um sistema que administre automaticamente os prazos de verificação, produza alertas e ajude na organização das tarefas internas dos PAC é importante não só para o setor de transporte, mas também para a sociedade. O projeto pode diminuir irregularidades, melhorar a segurança rodoviária, elevar a qualidade do serviço oferecido e ainda promover a inovação tecnológica em um setor que investe pouco em informatização.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Cronotacógrafos: definição, modelos e funcionamento

Conforme o artigo 105 do Código de Trânsito Brasileiro e a Resolução Contran nº 993, de 15 de junho 2023, o tacógrafo, também conhecido como cronotacógrafo, é um dispositivo obrigatório em veículos de transporte de carga e passageiros, cuja função é registrar de maneira simultânea, contínua e inalterável a velocidade, o tempo e a distância percorridos (Brasil, 2023). Do ponto de vista tecnológico e de segurança da informação, a evolução desses equipamentos divide-se entre modelos analógicos e digitais. Enquanto os analógicos dependem de mecanismos físicos de marcação em discos de papel — apresentando vulnerabilidades estruturais a fraudes e manipulações mecânicas (Demczuk, 2010) —, os modelos digitais gravam os dados em memória interna, o que eleva substancialmente a integridade das informações coletadas. Como aponta Demczuk (2010, p. 61), a transição e a fiscalização rigorosa de sistemas mais seguros são essenciais, pois as falhas e fraudes nos registros mecânicos muitas vezes só são detectadas em ensaios metrológicos especializados. Independentemente do modelo, o cronotacógrafo desempenha um papel central na gestão e fiscalização de frotas, exigindo um controle sistemático para assegurar sua validade jurídica e operacional.

### Papel e funções do PAC (Posto Autorizado de Cronotacógrafo)

Para assegurar a confiabilidade contínua dos dados gerados por esses instrumentos, a legislação estabelece a obrigatoriedade da aferição metrológica a cada dois anos, procedimento que deve ser conduzido exclusivamente por Postos Autorizados de Cronotacógrafos (Brasil, 1999). Mais do que meras oficinas de manutenção, os PACs atuam como entidades certificadas pela Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade (RBMLQ-I), assumindo a responsabilidade técnica e legal de realizar ensaios padronizados, aplicar lacres de segurança e gerenciar um vasto histórico de verificações. Segundo a Lei nº 9.933/1999, que define as competências do Inmetro e do Conmetro, essas atividades fiscalizatórias delegadas aos postos são vitais para a segurança viária nacional (Brasil, 1999). Dessa forma, sob a ótica da gestão, os PACs enfrentam o desafio contínuo de conciliar o rigor e a burocracia das exigências regulatórias com a eficiência operacional em suas rotinas de atendimento, evidenciando a necessidade de ferramentas de apoio administrativo.

### Automação logística e Sistemas de Informação como ferramentas de otimização

O alto volume de dados e a responsabilidade legal atrelados às atividades dos PACs tornam a gestão estritamente manual suscetível a falhas operacionais e ineficiências. Na literatura acadêmica, a automação de processos logísticos e administrativos é amplamente defendida como a solução estrutural para mitigar o erro humano e ampliar a rastreabilidade. Ferreira e Reis (2023) destacam que a automação nesses ambientes contribui diretamente para a redução de tarefas repetitivas, conferindo maior rapidez, previsibilidade e confiabilidade aos registros operacionais. Esse ganho de performance é corroborado por Hyun et al. (2021), cujos estudos sobre a automação de processos robotizados (RPA)

comprovam a diminuição do tempo de execução de tarefas padronizadas e a maximização da produtividade geral das equipes.

Para viabilizar essa automação de forma inteligente, a adoção de Sistemas de Informação (SI) torna-se o alicerce indispensável. Andrade e Falk (2001) elucidam que a implementação de sistemas estruturados padroniza processos, mitiga o retrabalho e promove uma comunicação organizacional mais ágil, apoiando diretamente a tomada de decisão. No mesmo sentido, Verdelho (2021) argumenta que a informatização da gestão em transportes resulta em uma integração de dados robusta e na redução drástica de inconsistências gerenciais. Trazendo essa base teórica para a realidade dos PACs, evidencia-se que a centralização de informações — englobando dados de clientes, especificações de veículos e histórico de certificados — em um sistema integrado não é apenas uma conveniência tecnológica, mas uma necessidade estratégica para sustentar a agilidade e a qualidade dos serviços metrológicos exigidos pelo Estado.

### **Notificações automáticas e gestão preditiva de prazos**

O ápice da otimização proporcionada pela integração entre sistemas de informação e automação reside na capacidade de o software atuar de forma preditiva. A literatura indica que procedimentos automatizados de comunicação transcendem a organização interna, passando a suportar o relacionamento direto com o público e mantendo os fluxos de trabalho organizados (Ferreira e Reis, 2023). Aplicando esse conceito à gestão de prazos nos PACs, o uso de alertas sistêmicos desponta como uma solução de alto valor agregado.

O disparo de avisos automáticos sobre a proximidade do vencimento das aferições, fundamentado nas evidências de que a tecnologia em rotinas repetitivas eleva a assertividade e reduz falhas (Hyun et al., 2021), atua como um mecanismo de prevenção ativa. Do ponto de vista teórico e prático, essa abordagem sistêmica garante a conformidade com os prazos legais, reduz o risco de circulação de veículos com calibração irregular, elimina a carga de retrabalho dos funcionários do posto com contatos manuais e fortalece a fidelização comercial do cliente. Assim, a literatura corrobora que o desenvolvimento de um sistema gerencial com notificações ativas é o modelo ideal para sanar os gargalos administrativos enfrentados pelos postos autorizados.

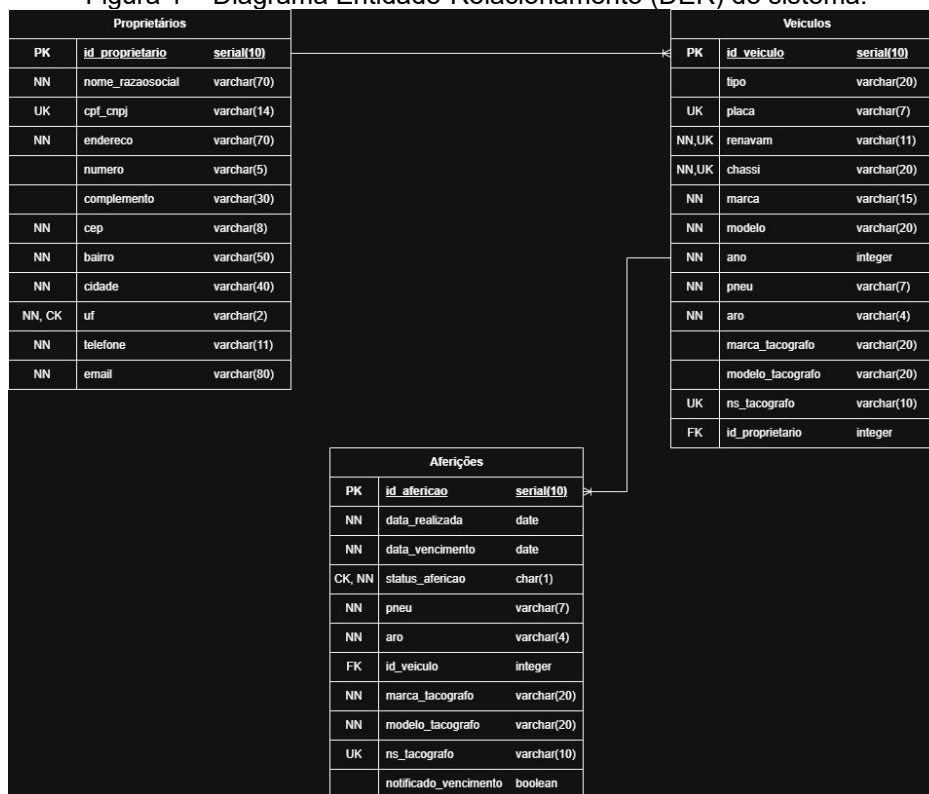
## METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho fundamenta-se em uma abordagem qualitativa e quantitativa, estruturada para compreender as necessidades operacionais dos Postos Autorizados de Cronotacógrafo (PAC). O processo de execução foi dividido em quatro fases principais: pesquisa de campo, levantamento e análise de requisitos, desenvolvimento do protótipo e avaliação dos resultados. Na fase inicial, visitas técnicas foram utilizadas para documentar a rotina dos postos e identificar falhas no controle manual dos prazos de aferição.

Para a construção da solução tecnológica, a linguagem Python foi utilizada como base para o desenvolvimento do *back-end* e de toda a lógica de automação do sistema. A coleta automatizada dos dados metrológicos é realizada por meio da biblioteca Selenium, que executa o *web scraping* necessário para alimentar o sistema com informações oficiais. Para a interface gráfica (*front-end*), foi utilizada a biblioteca PySide6, visando uma interação simples e objetiva para o operador do PAC. A comunicação para o envio de alertas automáticos foi viabilizada através da EvolutionAPI, conectando o sistema ao WhatsApp para a notificação direta dos clientes. Todo o volume de dados gerado é armazenado no banco de dados PostgreSQL, escolhido por sua segurança e desempenho em ambientes de gestão.

Em termos de arquitetura, o sistema foi modelado como um monolito modular. Essa escolha técnica visa reduzir a complexidade de manutenção e garantir a segurança dos dados, separando as funcionalidades de gestão, automação e notificação em módulos distintos no nível de código. Para guiar a implementação da persistência, foi elaborada a figura 1, que é um Diagrama Entidade-Relacionamento (DER), que estabelece as conexões e regras entre as tabelas do banco de dados.

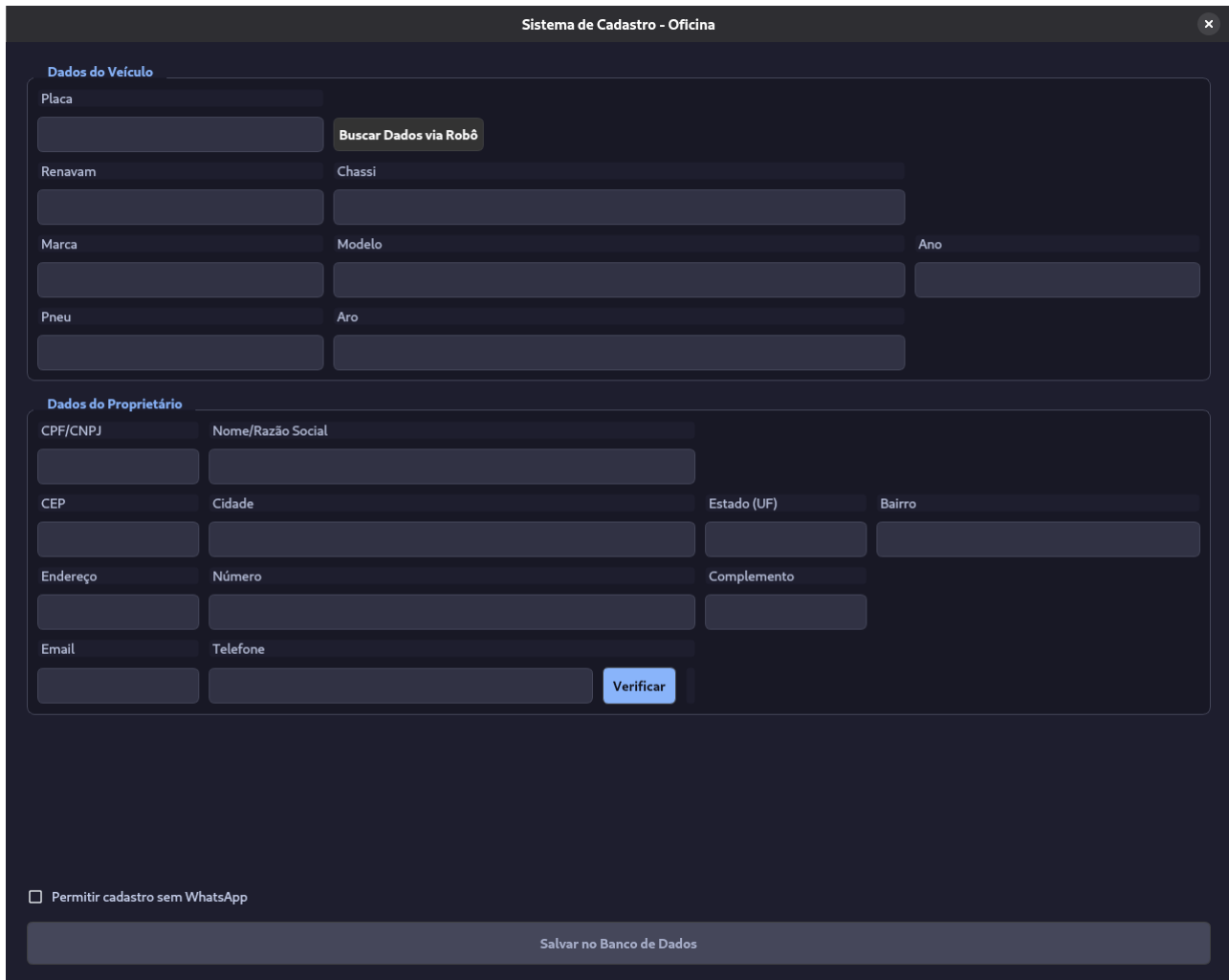
Figura 1 – Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A versão desenvolvida da aplicação contempla funcionalidades críticas. O módulo de cadastro automático via Selenium é totalmente funcional, realizando a extração de dados diretamente do site do INMETRO e a respectiva inserção no banco de dados PostgreSQL. A Figura 2 apresenta a interface da aplicação. Além disso, a rotina de geração da ficha de cadastro está operando com sucesso através da biblioteca docxmailmerge, permitindo que os dados coletados sejam automaticamente transpostos para documentos oficiais em formato Word.

Figura 2 – Interface de cadastro automático



**Sistema de Cadastro - Oficina**

**Dados do Veículo**

Placa  **Buscar Dados via Robô**

Renavam  Chassi

Marca  Modelo  Ano

Pneu  Aro

**Dados do Proprietário**

CPF/CNPJ  Nome/Razão Social

CEP  Cidade  Estado (UF)  Bairro

Endereço  Número  Complemento

Email  Telefone  **Verificar**

Permitir cadastro sem WhatsApp

**Salvar no Banco de Dados**

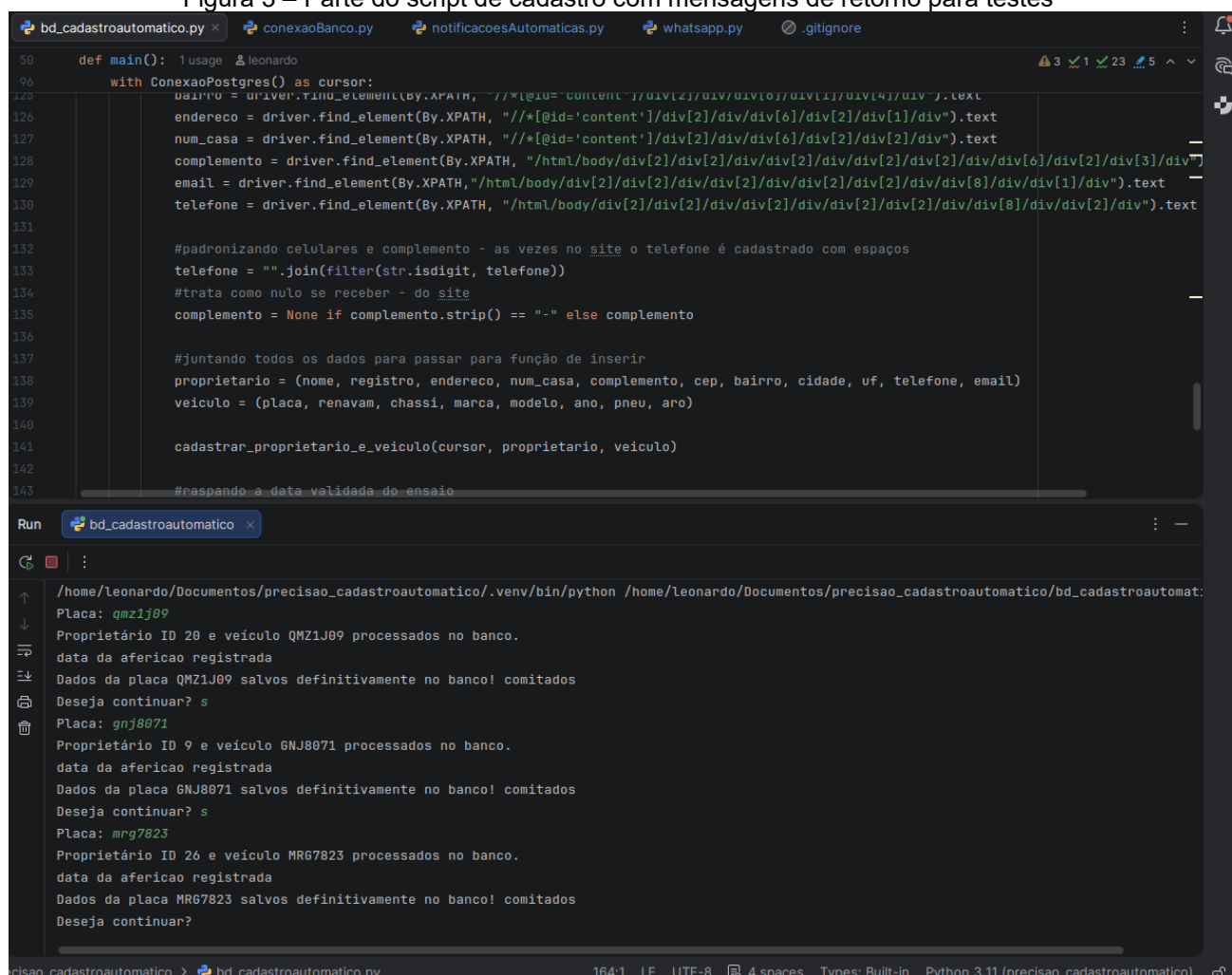
Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica e prática do sistema proposto para a otimização das rotinas dos Postos Autorizados de Cronotacógrafo (PAC). Foram implementadas com êxito as funcionalidades centrais de captação de dados, geração de documentos e o motor de notificações automáticas, atendendo às necessidades operacionais identificadas no escopo do trabalho.

O funcionamento do sistema inicia-se pelo módulo de cadastro automático, estruturado a partir da biblioteca Selenium. Esse módulo realiza o web scraping (raspagem de dados) diretamente no site oficial do INMETRO, coletando informações precisas do proprietário, do veículo e a data da última aferição realizada, conforme mostra a Figura 3. Essa abordagem automatizada resolve um dos maiores gargalos administrativos dos PACs: a digitação manual de dados, mitigando drasticamente a ocorrência de erros humanos e garantindo a integridade das informações inseridas no banco de dados PostgreSQL.

Figura 3 – Parte do script de cadastro com mensagens de retorno para testes



```
50 def main(): 1 usage leonardo
96 with ConexaoPostgres() as cursor:
126 endereco = driver.find_element(By.XPATH, "//*[@id='content']/div[2]/div/div[6]/div[2]/div[1]/div").text
127 num_casa = driver.find_element(By.XPATH, "//*[@id='content']/div[2]/div/div[6]/div[2]/div[2]/div").text
128 complemento = driver.find_element(By.XPATH, "/html/body/div[2]/div[2]/div/div[2]/div/div[2]/div/div[6]/div[2]/div[3]/div")
129 email = driver.find_element(By.XPATH, "/html/body/div[2]/div[2]/div/div[2]/div/div[2]/div/div[2]/div/div[8]/div/div[1]/div").text
130 telefone = driver.find_element(By.XPATH, "/html/body/div[2]/div[2]/div/div[2]/div/div[2]/div/div[2]/div/div[8]/div/div[2]/div").text
131
132 #padronizando celulares e complemento - as vezes no site o telefone é cadastrado com espaços
133 telefone = "".join(filter(str.isdigit, telefone))
134 #trata como nulo se receber - do site
135 complemento = None if complemento.strip() == "-" else complemento
136
137 #juntando todos os dados para passar para função de inserir
138 proprietario = (nome, registro, endereco, num_casa, complemento, cep, bairro, cidade, uf, telefone, email)
139 veiculo = (placa, renavam, chassi, marca, modelo, ano, pneu, aro)
140
141 cadastrar_proprietario_e_veiculo(cursor, proprietario, veiculo)
142
143 #raspando a data validada do ensaio

Run bd_cadastroautomatico x
/home/leonardo/Documents/precisao_cadastroautomatico/.venv/bin/python /home/leonardo/Documents/precisao_cadastroautomatico/bd_cadastroautomatico.py
Placa: qmz1j09
Proprietário ID 20 e veículo QMZ1J09 processados no banco.
data da afericao registrada
Dados da placa QMZ1J09 salvos definitivamente no banco! comitados
Deseja continuar? s
Placa: gnj8071
Proprietário ID 9 e veículo GNJ8071 processados no banco.
data da afericao registrada
Dados da placa GNJ8071 salvos definitivamente no banco! comitados
Deseja continuar? s
Placa: mrg7823
Proprietário ID 26 e veículo MRG7823 processados no banco.
data da afericao registrada
Dados da placa MRG7823 salvos definitivamente no banco! comitados
Deseja continuar?
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Com os dados devidamente encapsulados e persistidos, o sistema pode acionar a funcionalidade de geração de fichas de ensaio. Utilizando a biblioteca docxmailmerge na

linguagem Python, a aplicação transpõe os dados coletados para um template padronizado em formato Word. Esse recurso elimina o tempo gasto na confecção repetitiva de formulários documentais, agilizando o processo de recepção do motorista no posto. A Figura 4 ilustra o documento puro, preparado para receber os dados pelo sistema.

Figura 4 – Documento de ficha de ensaio.

GRU:				
OFICINA DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CRONOTACÓGRAFO CADASTRO DE SERVIÇO				
NOME DA OFICINA: PRECISAO COMERCIO DE AUTO SERVIÇO LTDA			FONE: (34) 3325-3596	
ENDEREÇO: RUA HAMLETO DALMASO, n° 422		CIDADE: UBERABA	UF: MG	
IDENTIFICAÇÃO DO VEÍCULO				
PROPRIETÁRIO: «nome»			CNPJ/CPF: «id»	
ENDEREÇO: «endereço», «num_casa»			BAIRRO: «bairro»	
CEP: «cep»	CIDADE: «cidade»		UF: «uf»	FONE:
PLACAS: «placa»	MARCA: «marca»	MODELO: «modelo»	ANO: «ano»	PNEU:
CHASSI: «chassi»		RENAVAM: «renavam»	COEFICIENTE W:	
IDENTIFICAÇÃO DO CRONOTACÓGRAFO				
MARCA: «marca_tco»	MODELO: «modelo_tco»	N° SÉRIE: «nserie»	CONSTANTE K: RED:	
N° SELO PLÁSTICO: K-03.662.		N° SELO ADESIVO: H-00.265. H-00.265.		

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

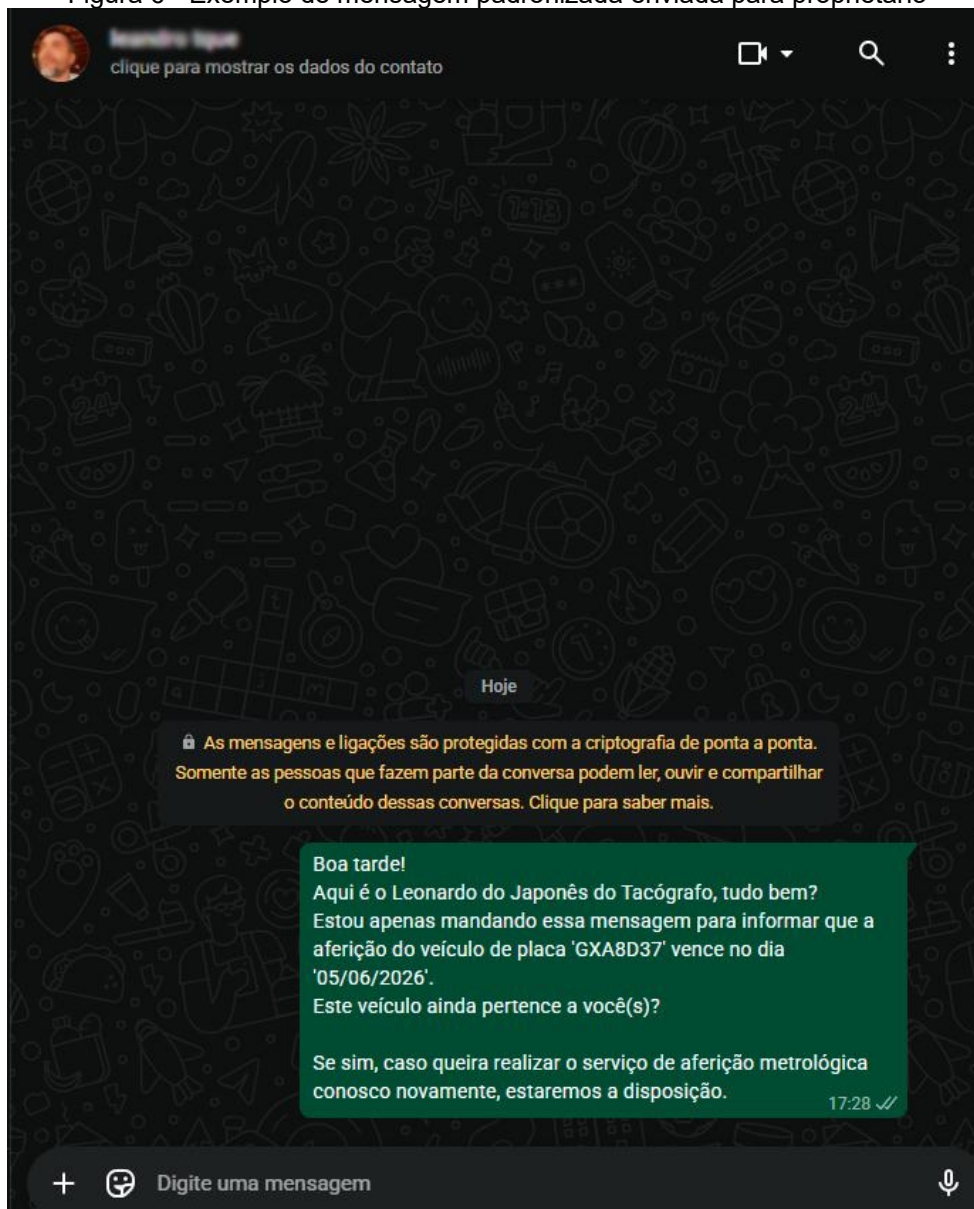
Além da otimização interna, o principal diferencial da solução, o módulo de avisos automáticos, também se encontra em pleno funcionamento. A partir da data de aferição coletada no INMETRO, o sistema calcula a vigência legal de dois anos e armazena a data de vencimento. Conforme esse prazo se aproxima, um algoritmo filtra os veículos que estão dentro do intervalo de alerta (um parâmetro flexível e ajustável conforme a necessidade do PAC), conforme ilustra a Figura 5. A partir desse filtro, a aplicação utiliza a EvolutionAPI para criar uma instância de conexão com o WhatsApp, disparando mensagens padronizadas aos proprietários para alertá-los sobre a proximidade do vencimento, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 5 – Parte do script de avisos e mensagens de retorno para testes.

```
bd_cadastroautomatico.py conexaoBanco.py notificacoesAutomaticas.py x whatsapp.py .gitignore
7 def notificar_vencimentos(dias_avisos :int =30): 1 usage 1 leonardo*
23 with ConexaoPostgres() as cursor:
36 for linha in resultados:
37     placa = linha[0]
38     nome = linha[1]
39     data_venc = linha[2].strftime("%d/%m/%Y")
40     # Formata a data para o padrão brasileiro (DD/MM/AAAA)
41     telefone = "55"+linha[3]
42
43     # Monta a mensagem persuasiva
44     mensagem = (
45         "Boa tarde!\n"
46         "Aqui é o Leonardo do Japonês do Tacógrafo, tudo bem?\n"
47         f"Estou apenas mandando essa mensagem para informar que a aferição do veículo de placa '{placa}' vence no dia '{data_venc}'.\n"
48         "Este veículo ainda pertence a você(s)?\n\n"
49         "Se sim, caso queira realizar o serviço de aferição metrológica conosco novamente, estaremos a disposição."
50     )
51
52     print(f"Notificando {nome} (Placa: {placa})...")
53
Run notificacoesAutomaticas x
/home/Leonardo/Documents/precisao_cadastroautomatico/.venv/bin/python /home/Leonardo/Documents/precisao_cadastroautomatico/notificacoesAutomaticas.py
Buscando aferições que vencem nos próximos 30 dias...
Encontrados 2 veículos para notificar!
Notificando OLDAIR ANDRE MARQUES (Placa: 6NJ8071)...
Mensagem enviada com sucesso para 5534999827248!
Notificando WEMERSON ROSA DE ALMEIDA (Placa: 6XA8037)...
Mensagem enviada com sucesso para 553488133347!
✓ Todas as notificações do dia foram enviadas!
Process finished with exit code 0
38:28 LF UTF-8 4 spaces Types: Built-in Python 3.11 (precisao_cadastroautomatico)
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Figura 6 - Exemplo de mensagem padronizada enviada para proprietário



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Na análise dos resultados obtidos, a solução destacou-se por integrar diferentes tecnologias (automação web, manipulação de arquivos e APIs de mensageria) em um fluxo contínuo. A vantagem dessa abordagem é a drástica redução da carga de retrabalho administrativo, permitindo que os funcionários do PAC foquem em tarefas mais complexas.

Apesar do sucesso nas implementações, foi possível identificar algumas limitações tecnológicas inerentes ao modelo. Como a coleta inicial depende da estrutura HTML do portal do INMETRO, qualquer alteração futura no layout ou nas políticas de acesso do site oficial exigirá manutenções no script do Selenium. Além disso, o sistema demanda uma conexão estável e constante com a internet para manter a instância do WhatsApp ativa via EvolutionAPI.

Ainda assim, a solução desenvolvida contribui de forma direta e efetiva para resolver o problema inicial apresentado neste projeto. Ao automatizar o controle de prazos e garantir

o aviso prévio via WhatsApp, o sistema não apenas melhora a eficiência e a lucratividade do PAC por meio da fidelização de clientes, mas também cumpre um importante papel social: evitar que veículos pesados circulem de forma irregular nas rodovias por mero esquecimento dos prazos legais de calibração de seus cronotacógrafos.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho foi motivado pela necessidade de otimizar o controle das aferições metrológicas em cronotacógrafos, um processo manual e suscetível a falhas humanas que pode gerar prejuízos financeiros e legais para motoristas e empresas de transporte. Como resposta a esse cenário, foi proposta e desenvolvida uma solução tecnológica capaz de automatizar o cadastro de veículos e gerenciar o envio de alertas de vencimento, centralizando as operações dos Postos Autorizados de Cronotacógrafo (PAC).

Pode-se afirmar que o objetivo geral do projeto foi plenamente alcançado. O sistema desenvolvido demonstrou viabilidade técnica ao automatizar rotinas repetitivas, transformando processos que antes dependiam de digitação manual e planilhas descentralizadas em um fluxo de dados contínuo e estruturado. A aplicação comprovou sua eficácia não apenas na gestão interna do PAC, mas também na melhoria direta da comunicação com o cliente final.

Entre os principais resultados obtidos, destacam-se o sucesso na captação automatizada de dados oficiais via web scraping com a biblioteca Selenium e a confiabilidade na persistência dessas informações em um banco de dados PostgreSQL. Adicionalmente, a geração automatizada de fichas de ensaio e a integração com a ferramenta EvolutionAPI para o disparo de notificações via WhatsApp conferiram agilidade e um alto nível de profissionalismo à prestação do serviço.

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações técnicas foram identificadas durante o desenvolvimento. A principal delas reside na dependência estrutural do portal do INMETRO, onde eventuais mudanças no layout do site oficial exigirão manutenções no algoritmo de extração de dados. Da mesma forma, a estabilidade das notificações depende de uma conexão ininterrupta com a internet para manter a instância de mensageria ativa.

Como propostas para trabalhos futuros, sugere-se a expansão funcional do sistema e o aprimoramento contínuo de sua interface gráfica, projetada com a biblioteca PySide, visando uma usabilidade mais fluida. Para agregar maior valor operacional ao PAC, vislumbra-se a integração com APIs de serviços externos, como a consulta automatizada de códigos postais (CEP), a validação de dados cadastrais junto à base da Receita Federal e a comunicação direta para a emissão de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e). Paralelamente, o amadurecimento do software demandará a implementação de camadas adicionais de segurança de dados e um refinamento avançado no tratamento de exceções e erros, garantindo maior resiliência e estabilidade à aplicação em cenários críticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Daniela Gomes de; FALK, João Alberto. **Eficácia de sistemas de informação e percepção de mudança organizacional: um estudo de caso.** Revista de Administração Contemporânea, v. 5, n. 2, p. 55-74, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/GWsTCZxhZMKskWdpMLSGbKG/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 26 out. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999. **Dispõe sobre as competências do Conmetro e do Inmetro, institui a Taxa de Serviços Metroológicos, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9933.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9933.htm). Acesso em: 26 out. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução nº 92, de 4 de maio de 1999. **Dispõe sobre requisitos técnicos mínimos do registrador instantâneo e inalterável de velocidade e tempo, conforme o Código de Trânsito Brasileiro.** Brasília, DF: PRF, 27 jan. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/concurso-2021/resolucoes/R92-99>. Acesso em: 26 out. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução nº 993, de 15 de junho de 2023. **Estabelece os equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação e relaciona o índice de regulamentações sobre segurança veicular aplicáveis.** Brasília, DF: Ministério dos Transportes, 22 jun. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9932023.pdf>. Acesso em: 26 out. 2025.

DEMCZUK, Thiago. **A Rede Brasileira de Metrologia Legal e seu papel na verificação de cronotacógrafos.** Monografia (Tecnologia em Automação Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010, p.64 . Disponível em: <[https://www.ipem.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/migrados/File/producao\\_cientifica/Monografia\\_Thiago\\_Demczuk.pdf](https://www.ipem.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/producao_cientifica/Monografia_Thiago_Demczuk.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2025.

FERREIRA, Bárbara; REIS, João. **A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics.** Machines, v. 11, n. 4, p. 80, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6290/7/4/80>. Acesso em: 26 out. 2025.

HYUN, Younggeun; LEE, Dongseop; CHAE, Uri; KO, Jindeuk; LEE, Jooyeoun. **Improvement of Business Productivity by Applying Robotic Process Automation.** Applied Sciences, v. 11, n. 22, p. 3, 2021. DOI: 10.3390/app112210656. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/22/10656>. Acesso em: 26 out. 2025.

INMETRO. PAM 000505 – Portaria de Aprovação de Modelo - Brasília: INMETRO, 2000. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/pam/pdf/PAM000505.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2025.

VERDELHO, Ana. **Benefícios da Implementação de um Sistema de Gestão de Transporte AX4**. Dissertação – Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2021. Disponível em: <[https://run.unl.pt/bitstream/10362/143934/1/Verdelho\\_2021.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/143934/1/Verdelho_2021.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2025.