

# DOCUMENTO DE PROJETO DE SOFTWARE: SISTEMA DE APOIO A GESTÃO DE AFERIÇÕES METROLÓGICAS EM CRONOTACÓGRAFOS

## 1. Introdução

**Propósito do Documento:** Este documento tem como objetivo descrever minuciosamente os detalhes técnicos, lógicos e logísticos inerentes ao desenvolvimento do Sistema de Apoio a Gestão de Aferições Metrológicas em Cronotacógrafos. A documentação visa fornecer um guia exaustivo para as partes interessadas, delineando desde a motivação do negócio até as escolhas arquiteturais que sustentam a aplicação.

**Contextualização e Problema:** A aferição metrológica periódica de cronotacógrafos é uma exigência legal rigorosa imposta a veículos de transporte de carga e passageiros, amparada por legislações como a Resolução Contran n.º 92/1999 e a Resolução n.º 993/2023. Os Postos Autorizados de Cronotacógrafos (PACs) carregam a responsabilidade técnica e legal por essas aferições, atuando como braço operacional da fiscalização. Contudo, a gestão estritamente manual desses prazos e certificações, amplamente praticada no setor, mostra-se ineficiente, morosa e altamente suscetível a erros humanos.

**Escopo do Projeto:** O projeto consiste em desenvolver, implantar e manter um sistema de software centralizado e especializado, projetado para automatizar e simplificar a gestão operacional dos PACs. O escopo engloba a engenharia de módulos dedicados à captação de dados oficiais via rotinas automatizadas, o processamento e armazenamento seguro dessas informações, a geração automática de documentação legal e a criação de um motor inteligente de mensageria para envio de alertas preventivos de vencimento aos clientes.

## 2. Descrição Geral

**Perspectiva do Produto:** O produto de software concebido atua como uma solução de modernização tecnológica para o ambiente dos postos de ensaio. Ele substitui os controles baseados em papel e planilhas descentralizadas por um ecossistema digital integrado. Ao assumir a execução de tarefas repetitivas e padronizadas, o sistema não apenas mitiga a carga cognitiva dos operadores, mas também otimiza exponencialmente a produtividade interna do PAC e fortalece a fidelização da base de clientes por meio de lembretes ativos.

**Funcionalidades do Produto:** O sistema é ancorado em três pilares funcionais principais. O primeiro é a automação da extração de dados do site governamental do INMETRO (web scraping), eliminando a digitação humana. O segundo pilar é a geração sistêmica e padronizada de fichas de ensaio metrológico diretamente em formato Word, agilizando o atendimento de balcão. O terceiro, e mais proativo, é o rastreamento diário do banco de dados para a notificação automatizada dos motoristas via WhatsApp, informando-os sobre a iminência do vencimento de suas calibrações.

### 3. Requisitos do Sistema

#### Requisitos Funcionais (RF):

**RF1 - Captação Automatizada (Web Scraping):** O sistema deve possuir um robô capaz de navegar no portal do INMETRO, realizar consultas baseadas na placa do veículo e extrair com precisão dados do proprietário, características do veículo e o histórico da última aferição registrada.

**RF2 - Persistência Relacional:** O sistema deve inserir, validar e armazenar os dados captados em um banco de dados relacional, garantindo a ausência de duplicidade e mantendo a integridade referencial entre proprietários e suas respectivas frotas.

**RF3 - Motor de Prazos Legais:** O sistema deve possuir uma rotina interna que, a partir da data da última aferição metrológica coletada, adicione o prazo legal de dois anos e gere automaticamente a data de vencimento da vigência.

**RF4 - Geração de Documentos Físicos:** O sistema deve mapear as variáveis do banco de dados para um template predefinido e exportar o Cadastro de Serviço (Ficha de Ensaio) preenchido em extensão .docx.

**RF5 - Agendador de Lembretes:** O sistema deve executar uma varredura periódica para filtrar veículos cuja data de vencimento se enquadre na janela de alerta configurada, disparando o envio da notificação via API do WhatsApp.

#### Requisitos Não Funcionais (RNF):

**RNF1 - Confiabilidade de Dados:** O SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) deve suportar transações ACID para garantir que não haja perda de histórico de clientes em casos de queda de energia ou falhas locais.

**RNF2 - Dependência de Rede:** Para o pleno funcionamento do módulo de scraping e do módulo de mensageria (EvolutionAPI), o ambiente deve prover conexão contínua, estável e banda larga com a internet.

**RNF3 - Resiliência a Falhas de Integração:** O sistema deve ser capaz de tratar exceções de forma amigável na interface caso o portal do INMETRO esteja temporariamente fora do ar.

**RNF4 - Segurança de Credenciais e Criptografia:** O sistema deve garantir a proteção rigorosa de credenciais de acesso a sistemas governamentais (como a senha de autenticação no portal do INMETRO).

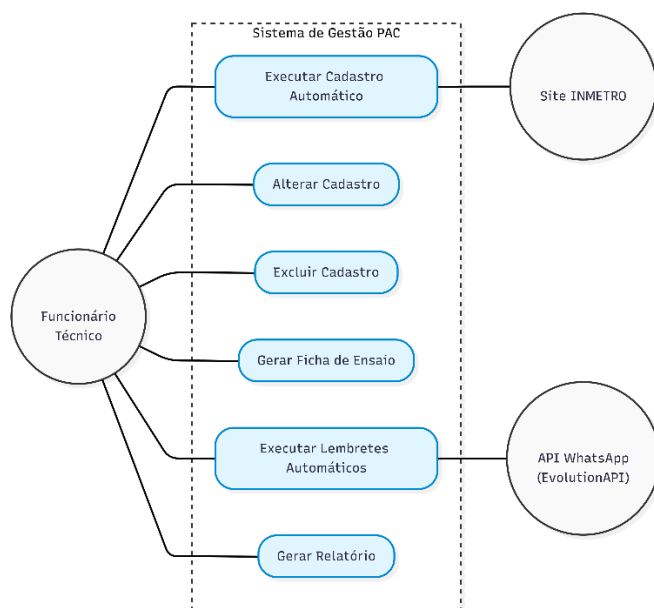
### 4. Especificações de Design

**Arquitetura do Sistema:** Visando reduzir a complexidade de implantação e facilitar a manutenção em pequenos postos, adotou-se o padrão arquitetural de monolito modular. As lógicas de web scraping, manipulação de interface, persistência de banco de dados e comunicação via API são separadas em módulos distintos dentro de uma mesma base de código.

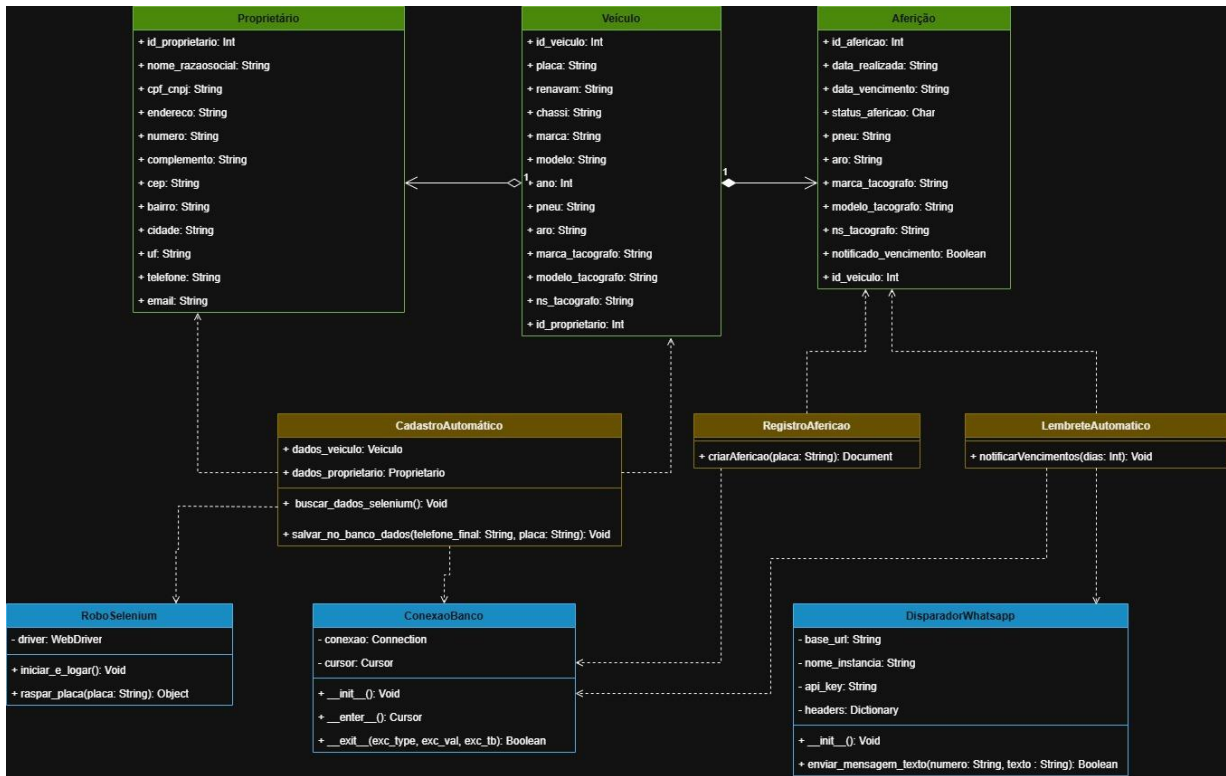
**Design de Interface:** O front-end foi projetado para maximizar a usabilidade por operadores que, em sua maioria, não possuem proficiência técnica avançada. A interface gráfica elimina menus confusos, focando em botões de ação clara (como "Buscar Dados via Robô") e campos de formulário autoexplicativos.

**Modelagem da Parte Técnica:**

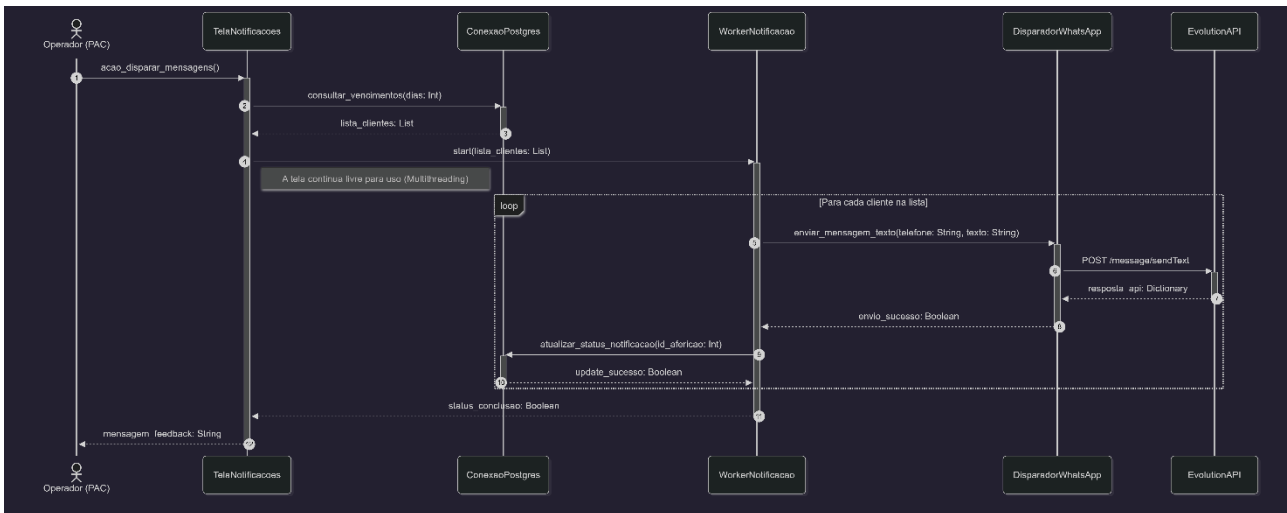
**Diagrama de Casos de Uso:** Mapeia as fronteiras do sistema e as interações diretas do ator principal (Operador do PAC) com as funcionalidades essenciais. O diagrama evidencia os casos de uso centrais, como a solicitação de extração automática de dados do portal do INMETRO, o cadastramento de veículos e proprietários, a emissão sistêmica da ficha de ensaio e o acionamento das rotinas de envio automático de mensagens via WhatsApp.



**Diagrama de Classes:** Define a abstração orientada a objetos do sistema, demonstrando as entidades principais e as classes de serviço especializadas, como o CadastroAutomático e o LembreteAutomatico.



**Diagrama de Sequência:** Detalha o fluxo temporal e a comunicação entre os componentes do sistema. O diagrama elaborado foca no módulo de notificações preditivas, ilustrando a rotina de avisos automáticos. O fluxo demonstra desde o momento em que o operador aciona a funcionalidade na interface gráfica, passando pela consulta no banco de dados para filtrar os veículos com vencimentos próximos, até o processamento em segundo plano (multithreading) que gerencia o disparo das mensagens via API do WhatsApp e a gravação da confirmação de notificação no banco de dados.



## 5. Detalhes de Implementação

**Ambiente de Desenvolvimento e Tecnologias:** O core do sistema, compreendendo o back-end e as regras de negócio, foi integralmente desenvolvido na linguagem de programação Python, escolhida por sua robustez e amplo ecossistema para automação de dados. A manipulação do navegador e a técnica de web scraping são

orquestradas pela biblioteca Selenium, que interpreta o Document Object Model (DOM) do site do INMETRO. A Interface Gráfica de Usuário (GUI) foi concebida utilizando a biblioteca PySide6, garantindo integração nativa com o sistema operacional do posto. O PostgreSQL foi selecionado como Sistema Gerenciador de Banco de Dados devido ao seu alto desempenho em ambientes corporativos e confiabilidade na garantia da integridade referencial. A geração dinâmica de documentos Word é realizada pela biblioteca docxmailmerge, enquanto a ponte de comunicação para os envios de mensagens instantâneas via WhatsApp é viabilizada pela solução EvolutionAPI.

## 6. Plano de Testes

**Validação Técnica e Testes de Integração:** Antes da implantação no ambiente de produção, o sistema foi submetido a baterias de testes unitários e de integração em um ambiente de desenvolvimento controlado. O desenvolvedor conduziu ensaios práticos para assegurar a precisão do módulo de *web scraping* (garantindo a extração correta no cadastro automático) e a perfeita injeção de variáveis na geração das fichas de ensaio. Adicionalmente, o módulo de notificações preditivas foi homologado de forma empírica através de disparos de mensagens via WhatsApp para uma base de contatos de teste (conhecidos). Esse procedimento garantiu a estabilidade da comunicação com a EvolutionAPI e a integridade da lógica de filtragem de vencimentos antes de envolver dados reais de clientes da oficina.

**Estratégia de Validação Prática:** Ao invés de um ambiente isolado de simulação, a validação principal ocorrerá sob o paradigma de Testes de Aceitação do Usuário (UAT) diretamente em ambiente de produção. Os operadores do posto de ensaio, sendo os usuários finais, utilizarão o sistema na rotina diária real para validar a estabilidade das funcionalidades, a ergonomia da interface gráfica e a eficácia do fluxo de trabalho. Essa abordagem empírica garante que o software suporte o estresse do fluxo real de atendimento e atenda perfeitamente à regra de negócio do PAC.

## 7. Plano de Implantação

**Estratégia de Implantação Operacional:** A implantação do sistema seguirá o modelo "on-premise" (instalação local). O software, assim como suas dependências e o banco de dados PostgreSQL, será instalado, configurado e parametrizado diretamente nos terminais e servidores locais do posto de aferição.

**Capacitação e Treinamento de Usuários:** Visando uma transição suave do processo manual para o automatizado, o plano de gestão de mudança inclui a distribuição de um Manual do Usuário abrangente. Este documento conterá tutoriais passo a passo e resolução de problemas comuns. Além disso, treinamentos práticos assistidos (hands-on) poderão ser conduzidos junto à equipe do PAC para nivelar o conhecimento e acelerar a curva de aprendizado em relação ao manuseio da interface PySide6 e aos gatilhos do robô.

## 8. Manutenção e Suporte

**Estratégias de Manutenção e Gestão de Riscos:** A manutenção contínua será necessária devido à arquitetura de captura de dados. Como a rotina do Selenium está acoplada à estrutura de tags HTML do portal do INMETRO, qualquer atualização governamental no layout ou políticas do site exigirá uma manutenção corretiva imediata nos seletores (XPath) do script. Adicionalmente, vislumbra-se um robusto plano de expansão (trabalhos futuros) que prevê a integração de APIs para busca automatizada de CEP,

comunicação via webservice para validação de CNPJ/CPF na Receita Federal, e módulos fiscais para a emissão de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e).

**Níveis de Suporte Técnico:** O suporte operacional será prestado com urgência e máxima prontidão possível. Contudo, é fundamental estabelecer um Acordo de Nível de Serviço (SLA) claro com o PAC, elucidando que indisponibilidades oriundas do sistema terceiro (portal do INMETRO fora do ar) fogem do controle da aplicação local. Nessas eventualidades, o sistema ficará temporariamente impedido de cadastrar novos clientes pelo robô até que o serviço do Estado seja restabelecido.