TCE-PI

Ferramenta Web Para Gestão De Combustível E Manutenção De Frotas Públicas:

Otimização, Controle de Gastos e Tomada de Decisão

Web Tool for Fuel Management and Maintenance of Public Fleets: Optimization, Cost Control, and Decision-Making Support

Luciano Vieira de Araújo
Universidade de São Paulo (USP)

Liana de Castro Melo Campelo
Tribunal de Contas do Estado do Piauí (TCE-PI)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	33
2	TECNOLOGIA E GESTÃO DE FROTAS PÚBLICAS: IMPACTOS NA EFICIÊNCIA DOS GASTOS	36
3	FERRAMENTA TECNOLÓGICA PARA GESTÃO DE FROTA	43
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS		53

Resumo

Este artigo apresenta o processo de desenvolvimento e prototipagem de um modelo de ferramenta web para gestão de frotas públicas, com foco no controle de combustível e manutenção de veículos. O objetivo é identificar padrões de uso ineficiente e prevenindo irregularidades e, desse modo, criar uma solução tecnológica capaz de otimizar a operacionalização da gestão de frotas, reduzir gastos e fornecer informações seguras que subsidiem o processo de tomada de decisão do gestor público. A pesquisa justifica-se por contribuir com a literatura sobre o uso de ferramentas tecnológicas para a gestão pública, especialmente em municípios piauienses que, sem sistemas informatizados para o controle da frota, comprometem a transparência e a eficiência no uso de recursos. A metodologia empregada foi de natureza bibliográfica e documental, com análise de prestações

de contas disponibilizadas pelos gestores municipais, aliada à prototipagem da ferramenta, incluindo a elaboração de diagramas de casos de uso e classes. Os resultados mostraram que, ao integrar regras de validação, emissão de alertas e relatórios gerenciais, o modelo proposto contribui para promover a transparência, apoiar decisões fundamentadas em dados confiáveis, aumenta a integridade dos dados e torna as operações mais eficientes.

Palavras-chave: ferramenta web; gestão de frotas públicas; controle de gastos; tomada de decisão..

Abstract

This article presents the development and prototyping process of a web-based tool model for managing public vehicle fleets, focusing on fuel control and vehicle maintenance. The objective is to identify inefficient usage patterns and prevent irregularities, thereby creating a technological solution capable of optimizing fleet management operations, reducing costs, and providing reliable information to support public managers in the decision-making process. The research is justified by its contribution to the literature on the use of technological tools in public management, especially in municipalities in the state of Piauí, where the lack of computerized fleet control systems compromises transparency and efficiency in resource use. The methodology adopted was bibliographic and documentary in nature, based on the analysis of financial reports provided by municipal administrators, combined with the prototyping of the tool, including the development of use case and class diagrams. The results showed that, by integrating validation rules, alert systems, and management reports, the proposed model helps promote transparency, support data-driven decision-making, enhance data integrity, and improve operational efficiency.

Keywords: web tool; public fleet management; cost control; decision-making..

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Levantamento realizado pelo Tribunal de Contas do Estado do Piauí, dos 224 municípios do Estado, 187 não utilizam nenhum sistema informatizado para o gerenciamento da frota de veículos que possibilite, no mínimo, o acompanhamento do gasto com combustíveis e manutenção, além de fornecer dados periódicos referentes ao uso da frota necessários para o processo de tomada de decisão na gestão pública (Piauí, 2024b).

Além disso, é crescente o número de denúncias que tratam da malversação de recursos públicos destinados à aquisição de combustível para operacionalização da frota dos municípios do Estado do Piauí, sendo que os gastos com combustível e manutenção representam uma parte significativa das despesas dos municípios. Os valores empenhados e destinados para aquisição de combustível e manutenção nos 224 municípios do Piauí totalizaram R$ 779.635.932,50 e correspondem a 18% da despesa corrente executada no exercício de 2023 (excluídas as despesas com pessoal e encargos sociais) (Piauí, 2024b).

Nesse contexto, a inovação tecnológica na gestão pública, através da incorporação de ferramentas tecnológicas de frotas públicas, pode melhorar significativamente a eficiência operacional, reduzir custos e aumentar a transparência. Essas tecnologias permitem um monitoramento em tempo real, facilitam a manutenção preditiva e ajudam o gestor na tomada de decisões baseada em dados. Assim, a análise de dados históricos sobre consumo de combustível, manutenção e utilização dos veículos pode ajudar a identificar padrões de uso ineficiente ou irregularidades e subsidiar o processo de tomada de decisão do gestor público.

Para a realização de uma gestão da frota eficiente, é recomendável a utilização de sistema informatizado que atenda aos requisitos mínimos de segurança da informação e que seja capaz de lidar com questões relacionadas ao acompanhamento periódico dos gastos com combustíveis, peças e manutenção por veículo, bem como informações referentes ao uso da frota (identificação do solicitante, percurso, identificação do usuário,

identificação do veículo, tipo de combustível, quilometragem no hodômetro na saída e na chegada, finalidade do uso etc.) (Piauí, 2024b). Além disso, o modelo também prevê o uso de Inteligência Artificial Generativa (IAG), como forma de proporcionar melhorias significativas em eficiência, segurança e tomada de decisão.

Nesses termos, o objetivo geral deste estudo foi propor um modelo de ferramenta tecnológica que viabilize o acompanhamento sistemático dos gastos com combustível e manutenção da frota pública, identificando padrões de uso ineficiente e prevenindo irregularidades, e que permita avaliar a operacionalização da gestão de frota e subsidie o processo de tomada de decisão pelo gestor público.

Como objetivos específicos, destacam-se: mapear os fluxos operacionais necessários ao cadastro e monitoramento dos veículos e motoristas; descrever regras de validação para controle do volume de combustível abastecido e quilometragem percorrida, para aferir a média de consumo de combustível por cada veículo da frota e para aferir a compatibilidade entre os gastos anuais com manutenção de determinado veículo em comparação com o valor de mercado do referido bem; e propor formatos para aferir a compatibilidade entre os gastos anuais com manutenção de determinado veículo em comparação com o valor de mercado do referido bem; e propor formatos de acompanhamento e gestão que apresente uma visão individual e consolidada dos gastos com combustível e manutenção da frota e que permita identificar padrões de uso ineficientes de modo a subsidiar o processo de tomada de decisão do gestor público na administração da frota pública.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo científico adota métodos qualitativos e prototipagem. A primeira etapa consistirá em uma pesquisa bibliográfica para fundamentar o referencial teórico. A revisão da literatura incluirá a análise de artigos científicos, livros, manuais técnicos e boas práticas relacionadas à gestão de frotas públicas e ao desenvolvimento de uma ferramenta web. Essa etapa é essencial para identificar conceitos já estabelecidos e identificar problemas que o sistema proposto pode solucionar.

Em seguida, será realizado um levantamento de requisitos para a criação de uma ferramenta de gestão de frotas que permita o controle de combustível, manutenção e a emissão de relatórios. O levantamento envolverá coleta de dados enviados pelos gestores em processos de presta-

ção de contas, visando a identificar as necessidades e os desafios específicos do setor público. As informações coletadas serão utilizadas para definir os principais requisitos e regras de validação da ferramenta.

A última etapa envolve o desenvolvimento de uma prototipagem da ferramenta, que será projetada para auxiliar na gestão dos dados de combustível e manutenção da frota pública. Para tanto, serão apresentadas propostas de modelo de dados, funcionalidade, regras de validação, alertas e sugestão de telas para funcionalidades principais.

A justificativa desse recorte temático está na importância de ampliar-se o conhecimento científico sobre a aplicação de ferramentas tecnológicas para a melhoria da gestão pública, especialmente em um contexto em que a eficiência no uso de recursos e a transparência são imperativos para a boa governança. A literatura especializada em administração pública e controle externo evidencia que a carência de sistemas informatizados para o gerenciamento da frota e a escassez de dados consolidados comprometem o planejamento e a fiscalização dos entes públicos (Soares *et al.*, 2022; Valente *et al.*, 2017). Entretanto, a maior parte das produções sobre o tema concentra-se em organizações privadas, existindo lacunas quanto ao estudo de soluções tecnológicas aplicáveis às especificidades da realidade municipal e às exigências dos órgãos de controle.

Além disso, o avanço da tecnologia e a disponibilidade crescente de dados operacionais criam oportunidades para o uso de sistemas informatizados e técnicas de análise, como a inteligência artificial, no sentido de detectar desvios, ineficiências e irregularidades (Piauí, 2024b). Dessa forma, a pesquisa contribui para o campo da gestão pública, pois propõe um modelo que une teoria e prática, alinhado às melhores práticas da Administração Gerencial e ao paradigma da transparência e *accountability* na aplicação dos recursos públicos.

Assim, o presente estudo oferece uma base empírica e teórica que pode subsidiar novos trabalhos acadêmicos e o desenvolvimento de outras soluções tecnológicas inovadoras para o controle externo e interno, além de fortalecer a produção científica nacional sobre tecnologia e gestão pública no âmbito municipal.

2 TECNOLOGIA E GESTÃO DE FROTAS PÚBLICAS: IMPACTOS NA EFICIÊNCIA DOS GASTOS

Este capítulo aborda os principais referenciais que embasam a proposta da ferramenta tecnológica, discutindo a relação entre a tecnologia e a gestão de frotas públicas e como essa combinação pode promover maior eficiência na aplicação dos recursos públicos. Inicialmente, são explorados os conceitos e desafios da gestão de frota no setor público, seguidos da relevância das soluções tecnológicas para potencializar essa gestão. Na sequência, analisam-se as contribuições da Inteligência Artificial Generativa e, por fim, os impactos que uma gestão de frotas qualificada pode proporcionar para a melhoria da qualidade do gasto público.

2.1 Gestão de frota pública

A gestão de frotas públicas é uma prática estratégica voltada para o controle, manutenção e otimização do uso de veículos pertencentes ao poder público. Sua principal finalidade é assegurar a eficiência operacional e a racionalização dos custos, além de garantir que os veículos estejam em condições ideais para o cumprimento de suas funções institucionais. No entanto, a gestão de frotas públicas enfrenta diversos desafios, sendo a escassez de dados precisos sobre a operação da frota e a falta de sistemas informatizados alguns dos obstáculos mais recorrentes.

Segundo Valente *et al.* (2017, p. 2), o termo "gestão de frotas" representa a atividade de reger, administrar ou gerenciar um conjunto de veículos pertencentes a uma mesma empresa. Essa tarefa tem uma abrangência bastante ampla e envolve diferentes serviços, como dimensionamento, especificação de equipamentos, roteirização, custos, manutenção, renovação de veículos, entre outros.

Em relação à gestão de frota para a administração pública, Soares *et al.* (2022, p. 104-105) apontam que "uma iniciativa necessária e relevante para conferir qualidade à gestão dos veículos oficiais" seria a "criação de um conjunto de indicadores de frota" e que essa iniciativa

> Na medida em que aperfeiçoa a gestão da frota oficial, tem o potencial de trazer uma economia significativa às contas públicas, uma vez que permite que o Estado efetue o desfazimento dos veículos antieconômicos, promova a realocação de veículos entre órgãos e entidades tendo em vista a ociosidade identificada em uns e a sobrecarga em outros, verifique o uso da frota de um órgão/entidade previamente à aprovação de aquisição ou locação de veículo evitando assim contratações desnecessárias.

A Figura 1, a seguir, reúne alguns conceitos relevantes trazidos por Lopes e Sá (2019, p. 32) para a compreensão da atividade de gestão de frotas nas organizações públicas.

Figura 1: Equipamento de transporte e frota pública

Equipamento de Transporte (ET)	É qualquer veículo, máquina ou equipamento a motor de propulsão utilizado para o transporte de pessoas ou coisas. São exemplos de ETs: automóveis, micro-ônibus, ônibus, motocicletas, motonetas, caminhonetes, reboques, caminhões, utilitários e tratores. O termo "veículos" também é empregado genericamente para se referir a qualquer veículo, máquina ou equipamento a motor de propulsão utilizado para o transporte de pessoas ou coisas, ou seja, **como sinônimo para ET**. Isso porque esse termo é muito amplo, possuindo várias classificações e sub-classificações, conforme disposto no art. 96 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) – Lei nº 9.503/1997.
Frota Pública	Ou simplesmente "frota", representa o conjunto de ETs de propriedade ou à disposição das Organizações Públicas para consecução de serviços públicos de interesse da sociedade. Neste sentido, também compõe a frota, além dos ETs próprios, aqueles utilizados por força de pactos colaborativos – Convênios, Termos de Cessão de Uso, Comodatos, etc. – e aqueles locados em caráter não eventual.

O objetivo da gestão de frotas é reunir os dados provenientes das atividades operacionais e de manutenção, convertendo-os em informações gerenciais que possibilitem o planejamento eficiente das ações da frota e a tomada de decisões estratégicas. Dessa forma, busca-se aprimorar os serviços oferecidos à sociedade.

Conforme destacado pelo Tribunal de Contas do Estado do Piauí (Piauí, 2024a), A função de operação visa a atender às necessidades de uso dos veículos, utilizando registros de controle que, por sua vez, geram informações essenciais para a construção de indicadores de gestão. Já a função de manutenção tem como propósito garantir que os veículos estejam em condições adequadas de uso para o transporte. Tal como na operação, na manutenção também é necessário registrar controles específicos, incluindo o histórico de manutenções e os custos associados a cada veículo, de forma a apoiar a gestão do sistema. Dessa maneira, tanto as funções de operação quanto de manutenção, além de seus objetivos específicos, contribuem com dados fundamentais para a gestão da frota, viabilizando o acompanhamento por meio de indicadores de desempenho e, assim, proporcionando condições para decisões estratégicas.

A importância da gestão de frotas públicas reside, portanto, em sua capacidade de assegurar a utilização eficaz dos recursos públicos, promovendo tanto a redução de custos quanto a continuidade e a qualidade dos serviços prestados à população.

2.2 A importância da utilização de soluções tecnológicas para a otimização da gestão da frota pública

O controle de abastecimentos e o monitoramento do consumo de combustível são questões relevantes, uma vez que o combustível representa um dos maiores custos associados à operação de frotas públicas. Sem um controle adequado, os gestores podem enfrentar dificuldades para identificar anomalias no consumo, o que impacta diretamente na eficiência

das operações. Esses desafios evidenciam a necessidade de adoção de tecnologias que integrem a gestão da frota em um único sistema, permitindo o monitoramento em tempo real e o registro preciso das atividades da frota.

Nesse contexto, Oliveira (2022, p. 19) destaca a importância das soluções tecnológicas:

> [. . .] são de vital importância no contexto de empresas ou órgãos públicos, uma vez que a demanda de dados é enorme, e tais dados precisam ser coletados, armazenados, manipulados e processados para se tornarem informações que venham a subsidiar a tomada de decisão e também possam estar acessíveis às pessoas que delas necessitam não necessariamente para tomar uma decisão. Esses dados e informações podem estar disponíveis sob a forma de um site ou sistema web.

O uso de tecnologias na operacionalização da gestão de frota favorece os processos de coleta de dados, processamento, análise, armazenamento e disponibilização das informações produzidas para subsidiar os processos de tomada de decisão. Diante desses desafios, a solução mais recomendada para a gestão de frotas públicas é a implementação de um sistema de gestão que integre todas as atividades relacionadas ao controle de veículos, desde o abastecimento até a manutenção preventiva e corretiva.

Um sistema de gestão eficiente oferece uma visão ampla e detalhada da operação, fornecendo dados que auxiliam os gestores na tomada de decisões mais assertivas, como a alocação de recursos e a priorização de manutenções. Assim, a utilização de uma ferramenta tecnológica robusta permite que as entidades públicas não apenas melhorem o controle de suas frotas, mas também otimizem a operação e os custos envolvidos na gestão dos veículos públicos.

A adoção de sistemas de gestão de frotas torna-se fundamental, proporcionando aos gestores públicos ferramentas que facilitam o monitoramento e o controle das atividades relacionadas à frota, contribuindo para a prestação de um serviço público mais eficiente.

2.3 A utilização da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na gestão de frota pública

Ao utilizar a Inteligência Artificial Generativa para subsidiar uma ferramenta de gerenciamento da frota pública, é possível analisar padrões de uso e sugerir maneiras de otimizar o consumo de combustível, reduzindo desperdícios e custos. A IA pode ajudar a identificar quando os veículos precisam de manutenção, com base no consumo de combustível e outros dados operacionais, evitando problemas maiores e custos adicionais e podem gerar relatórios detalhados e precisos sobre o uso de combustível, tornando a gestão mais eficiente e transparente.

De acordo com Badaró e Campos (2023), as inteligências artificiais generativas são sistemas treinados a partir de um vasto conjunto de dados obtidos de várias fontes da web e, com base em inferências e cálculos de probabilidades, são capazes de realizar tarefas como responder perguntas, traduzir e resumir textos, gerar códigos e até criar poemas. Essas IAs operam de maneira similar à produção humana, pois utilizam padrões e estruturas previamente aprendidos para criar novos dados e conteúdos, demonstrando sua capacidade de replicar comportamentos criativos com base em dados disponíveis.

Nesse vasto cenário de possibilidades da IAG, é importante enfatizar que no contexto das ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (IAG), é fundamental reconhecer que o potencial dessas tecnologias depende diretamente da atuação humana. Embora os algoritmos sejam capazes de processar grandes volumes de dados e identificar padrões complexos, é o conhecimento e a experiência dos profissionais em suas áreas específicas que dão sentido e utilidade prática aos resultados obtidos. Assim como escavadores que trazem à tona achados em meio a uma imensidão digital, os algoritmos precisam da análise crítica do ser humano para definir o que é relevante e como esses dados podem ser aplicados de forma estratégica.

A IA generativa pode potencializar a análise de dados relacionados aos gastos com combustíveis dos municípios. Seguem abaixo alguns exemplos de como podemos utilizá-la na gestão da frota pública:

1. **geração de relatórios automatizados:**
   a IA permite criar relatórios detalhados a partir dos dados de consumo de combustível, facilitando a identificação de padrões e possíveis anomalias de maneira clara e rápida;
2. **análise preditiva:**
   com modelos avançados de IA, é possível prever o consumo futuro de combustível com base em dados históricos, ajudando os gestores a alocar recursos de forma mais eficiente e estratégica;
3. **detecção de fraudes:**
   a IA pode identificar comportamentos fora do padrão, como abastecimentos em horários incomuns ou em locais não autorizados, auxiliando na prevenção e combate a fraudes;
4. **criação de dashboards interativos:**
   com ferramentas como o Microsoft Power BI integradas à IA, é possível criar dashboards interativos que facilitam uma análise visual dos dados de consumo, proporcionando uma visão mais abrangente.

Essas aplicações tornam a IA uma importante ferramenta para otimizar a gestão das frotas públicas, promovendo eficiência e transparência na administração municipal.

2.4 O impacto da gestão de frota na qualidade do gasto público

A implementação da ferramenta tecnológica visa a fornecer informações que melhorem a gestão da frota e possam direcionar o gestor no processo de tomada de decisão. Além disso, impactam diretamente no gasto público,

considerando que, a partir de dados precisos e confiáveis, é possível melhorar a qualidade da despesa pública, conforme demonstrado no Quadro 1 abaixo:

Tabela 1: Benefícios da utilização de Ferramenta Tecnológica de Gestão de Frota no controle do gasto público

Problemas identificados na gestão da frota pública que repercutem na despesa pública	Benefícios da utilização de ferramenta tecnológica de gestão de frota no controle do gasto público
Ausência de padronização das informações	Fornecer dados estruturados que geram informações para o processo de tomada de decisão do gestor público
Dados incorretos que repercutem no cálculo da despesa pública	Aumentar a confiabilidade dos dados através de regras de validação
Gastos excessivos com combustível	Implementar regras de validação para o registro do abastecimento dos veículos que identifique possíveis comportamentos anômalos nos gastos com combustíveis
Gastos excessivos com manutenção	Implementar regras de validação para o registro da manutenção dos veículos que identifique possíveis comportamentos anômalos nos gastos com manutenção de veículos
Ausência de informações gerenciais da despesa pública	Propor formatos de acompanhamento que disponibilizem informações gerenciais para o processo de tomada de decisão
Dificuldade de fiscalização dos gastos públicos	Disponibilização de dados confiáveis em formato de dados estruturados que atendam às demandas externas dos órgãos de controle

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Conforme preceitua Pedroza (2021, p. 23), a gestão de custos no setor público não se destina à geração de lucro, como ocorre no ambiente empresarial privado. Em vez disso, seu foco está na entrega eficaz e eficiente de serviços que atendam às necessidades da população, garantindo que os recursos sejam aplicados com responsabilidade e transparência. O orçamento público é planejado e rigorosamente monitorado de forma anual, conforme um conjunto robusto de legislações que asseguram o controle financeiro e a correta aplicação dos recursos.

A gestão eficiente de frota impacta diretamente na qualidade do gasto público, promovendo economia de recursos, maior transparência e melhorias nos serviços prestados à população. Ao otimizar o uso de veículos e garantir que os recursos sejam aplicados de forma racional e transparente, a administração pública contribui para a criação de uma gestão mais eficiente e voltada para os interesses da sociedade.

Assim, investir em uma gestão de frota moderna e eficaz, inclusive mediante a utilização de ferramenta de controle, deve ser visto como um caminho estratégico para melhorar a qualidade do gasto público e atender às demandas crescentes por eficiência e responsabilidade no uso dos recursos.

3 FERRAMENTA TECNOLÓGICA PARA GESTÃO DE FROTA

Este capítulo apresenta o desenvolvimento e a estruturação da ferramenta tecnológica proposta para a melhoria da gestão da frota pública. Inicialmente, são descritos os requisitos funcionais que embasam o sistema e as regras de validação estabelecidas para garantir maior controle e transparência dos dados. Em seguida, discute-se o impacto dessas regras na redução de gastos e na qualificação da despesa pública, além da implementação de alertas que possibilitam a identificação precoce de desvios operacionais e padrões ineficientes. Por fim, analisam-se os benefícios que essas ferramentas tecnológicas oferecem para o processo decisório, contribuindo para uma gestão mais moderna, ágil e eficiente.

3.1 Requisitos

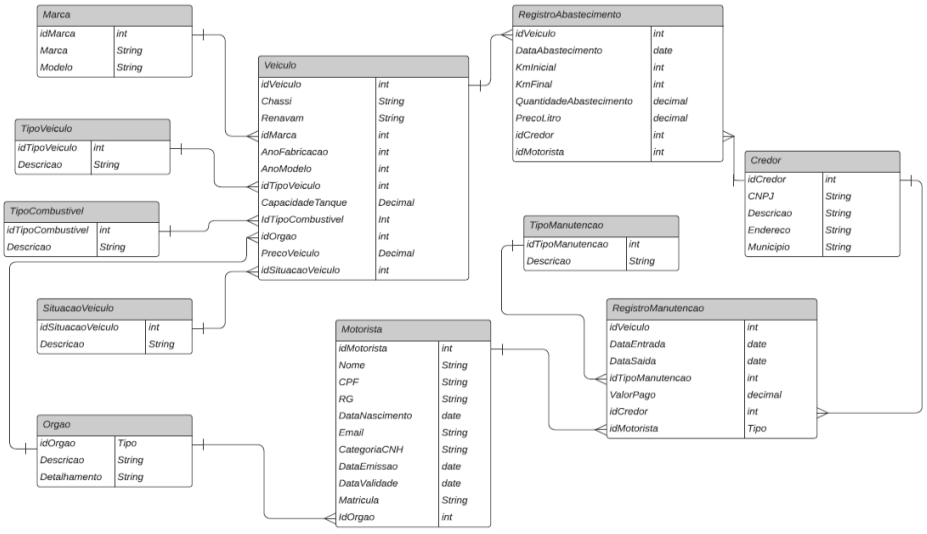
Os requisitos de um sistema representam a estrutura sobre a qual o sistema será construído, garantindo que as funcionalidades e os processos automatizados correspondam às demandas operacionais de uma gestão de frota. A definição de requisitos de forma clara e objetiva permite que os gestores obtenham um controle efetivo sobre o consumo de combustível, a manutenção e o uso dos veículos.

A importância da definição de requisitos também está relacionada à melhoria na qualidade do gasto público e no processo de tomada de decisão, já que os dados gerados pelo sistema irão subsidiar o processo

de tomada de decisão dos gestores. Os requisitos também devem incluir mecanismos de controle que permitam a validação de dados como o consumo de combustível e a quilometragem, permitindo que se identifiquem padrões de uso ineficientes ou desvios operacionais.

Para um melhor entendimento da ferramenta proposta, foi elaborado o diagrama de casos de uso (Diagrama 1) que é uma ferramenta essencial no desenvolvimento de sistemas. Esse diagrama é utilizado para representar de maneira visual as interações entre os usuários (atores) e o sistema, facilitando a compreensão de como as funcionalidades atendem às necessidades dos usuários finais. Para um sistema de gestão de frotas públicas, a implementação de casos de uso como "monitorar consumo de combustível em tempo real" ou "emitir alertas de manutenção preventiva" é fundamental para garantir que o sistema esteja adequado às demandas de eficiência operacional e controle de gastos.

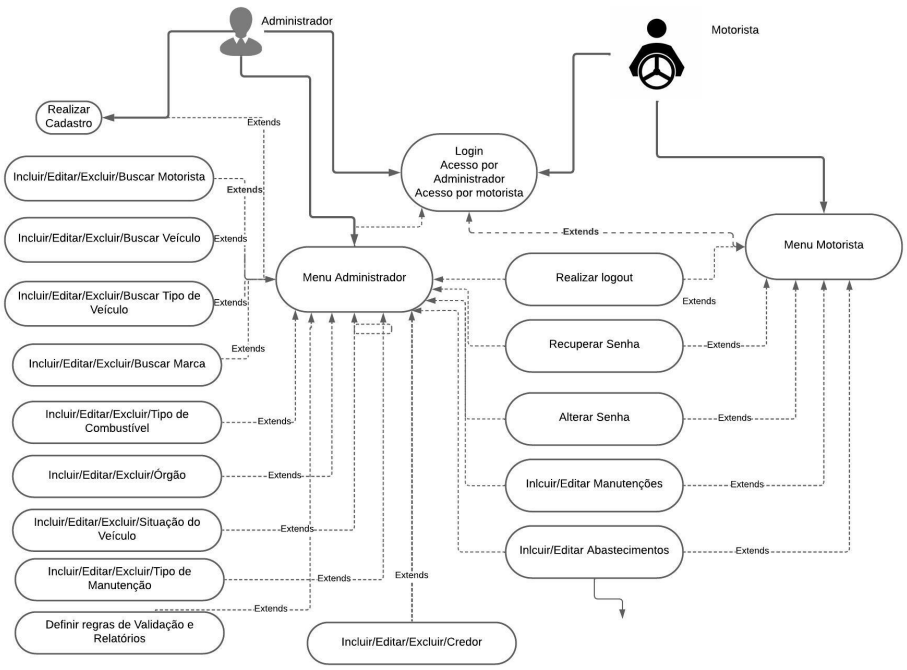
Figura 2: Casos de uso



Enquanto o diagrama de casos de uso demonstra a interação entre usuários e o sistema, o diagrama de classes (Diagrama 2) representa a estrutura interna do software. O diagrama de classes é utilizado para definir a arquitetura do sistema, representando as entidades principais (classes) bem

como as relações entre essas classes. No caso de uma ferramenta de gestão de frotas, as classes podem incluir "Veículo", "Motorista", "Manutenção", "Abastecimento", entre outras.

Figura 3: Classes



O diagrama de classes é essencial para garantir que o sistema tenha uma arquitetura bem definida, facilitando o desenvolvimento e a manutenção do software.

3.2 Definição das regras de validação

As regras de validação em uma ferramenta tecnológica de gestão de frotas são essenciais para garantir a integridade e qualidade dos dados inseridos no sistema. Essas regras funcionam como mecanismos que verificam e validam as informações fornecidas pelos usuários. No contexto da gestão de frotas,

essas validações são especialmente importantes, uma vez que o sistema trata de dados críticos como o consumo de combustível, manutenção veicular e desempenho dos veículos. A ausência ou inadequação dessas regras pode resultar em informações incorretas ou imprecisas, comprometendo a eficiência operacional e a tomada de decisões.

As regras de validação (Quadro 2) são implementadas em diversas etapas da operação do sistema, desde o cadastro de veículos e motoristas até os registros de abastecimentos e manutenções. Para que as regras de validação sejam eficazes, é essencial que elas sejam parametrizadas e personalizáveis, permitindo que o sistema seja ajustado conforme as necessidades específicas da organização. Essas regras precisam ser constantemente revisadas e aprimoradas à medida que novos padrões de operação e regulamentações são introduzidos. A validação adequada dos dados melhora a confiabilidade do sistema, minimiza erros, reduz custos e otimiza a tomada de decisão.

Tabela 2: Definição das regras de validação

Item	Regras de Validação
Veículos	Apenas veículos cadastrados no sistema devem ser autorizados a abastecer e realizar manutenção
	O combustível utilizado no abastecimento deve ser compatível com o tipo de combustível registrado para o veículo
	Cada veículo deve ter um limite máximo de combustível que pode ser abastecido com base em sua capacidade de tanque
	O sistema deve exigir que as quilometragens inicial e final sejam registradas a cada abastecimento
	O sistema deve ter um parâmetro que limite a quilometragem máxima aceitável para cada tipo de veículo. Ultrapassar essa quilometragem pode gerar um alerta, recomendando uma avaliação para desativação do veículo.
	O sistema deve validar se o veículo ultrapassou uma faixa de vida útil estimada para seu tipo
Motoristas	Somente motoristas com CNH válida podem conduzir os veículos
	Somente motoristas cadastrados e autorizados pelo ente público podem solicitar abastecimentos e manutenção nos veículos
Abastecimentos x Consumo	O sistema deve limitar a frequência dos abastecimentos estabelecendo uma determinada quantidade de quilômetros rodados ou um intervalo mínimo de tempo
	O sistema deve calcular o consumo médio de combustível por quilômetro para cada veículo
	O sistema deve comparar o desempenho do veículo em termos de consumo de combustível e quilometragem média com outros veículos similares na frota e apontar possíveis comportamento anômalos de consumo
	O sistema deve manter um histórico detalhado de todos os abastecimentos com data e hora e permitir a definição de um horário padrão para a realização de abastecimentos
Manutenção	A frequência das manutenções preventivas deve ser controlada. O sistema deve gerar alertas automáticos para manutenções fora dos intervalos recomendados
	A frequência das manutenções corretivas deve ser controlada. O sistema deve gerar alertas automáticos para uma quantidade de manutenções corretivas acima do estabelecido
	O sistema deve calcular o custo total de manutenção ao longo da vida útil do veículo e definir um limite para indicar quando os gastos ultrapassam um valor aceitável

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Impacto das regras de validação na gestão da despesa pública

A implementação das regras de validação através de uma ferramenta tecnológica de gestão de frotas públicas pode evitar desperdícios, fraudes e erros que podem gerar custos desnecessários ao erário público. Através da aplicação de regras de validação bem estruturadas, é possível monitorar

padrões de consumo e manutenção, gerando relatórios confiáveis que auxiliam os gestores na tomada de decisão e no processo da execução da despesa pública.

Outro ponto importante é a transparência e a *accountability*, que são elementos fundamentais na gestão da despesa pública. As regras de validação ajudam a garantir que todas as transações relacionadas à frota pública, desde o abastecimento até a manutenção, estejam em conformidade com as políticas e regulamentações estabelecidas. Isso facilita auditorias internas e externas, proporcionando maior visibilidade sobre o uso dos recursos públicos. Além disso, com a automatização do processo de gestão de frota é possível identificar de forma concomitante inconsistências ou práticas ineficientes possibilitando a correção de possíveis desvios que podem ocasionar prejuízos financeiros para o ente público.

3.4 Implementação de alertas para identificação de desvios operacionais e padrões ineficientes

A utilização de ferramentas tecnológicas permite a identificação de forma concomitante de operações que foram realizadas fora dos parâmetros normais estabelecidos para a operacionalização da gestão de frota. Esses desvios podem se manifestar de várias formas, como o consumo excessivo de combustível, manutenção não programada ou uso inadequado dos veículos. Ao configurar alertas para diferentes variáveis de desempenho (Quadro 3), como quilometragem, consumo de combustível e frequência de manutenção, é possível identificar os problemas de forma mais célere minimizando o impacto financeiro e operacional. Quando o sistema identifica desvios recorrentes ele pode gerar relatórios detalhados que ajudam os gestores a identificarem tendências negativas e tomar decisões baseadas em dados concretos (Imagem 1). Dessa forma, os alertas não são apenas ferramentas de resposta a problemas imediatos, mas também instrumentos estratégicos de longo prazo para otimizar a gestão da frota. Um exemplo disso seria a configuração de alertas para manutenções periódicas que

ajudam a evitar que veículos ultrapassem os intervalos recomendados de serviço, reduzindo assim o risco de falhas inesperadas e prolongando a vida útil da frota.

Tabela 3: Casos de emissão de alertas

Item	Emissão de Alertas para Comportamentos Anômalos
Veículos	Registro de Abastecimentos e manutenções em veículos não cadastrados
	Registro de abastecimentos com combustível incompatível com o tipo de veículo
	Registros de abastecimentos com quantidade de litros superior a capacidade do veículo
	Registros de abastecimento com quilometragem final menor ou igual a inicial
	Veículos com quilômetros rodados acima do padrão estabelecido
	Registro de abastecimento em veículos cujo tempo de vida útil ultrapassou o limite estabelecido
Motoristas	Registro de motoristas não autorizados solicitando abastecimento e manutenções
Abastecimentos x Consumo	Registros sucessivos de abastecimentos em um curto período de tempo ou registro de abastecimentos sem uma quantidade mínima de quilômetros rodados
	Veículo com consumo fora do padrão aceitável para seu tipo
	Veículos com desempenho fora do padrão se comparado com outros veículos similares
	Registros de abastecimentos fora do horário padrão
Manutenção	Registros das quantidades de manutenções preventivas fora do padrão aceitável
	Registros das quantidades de manutenções corretivas acima do padrão aceitável
	Gastos com manutenção acima do padrão aceitável

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 4: Modelo de mensagem de alerta

Capacidade de mensagem	A quantidade de litros abastecidos deve ser menor ou igual à capacidade do tanque do veículo
Mensagem de erro de combustível	O Km inicial não pode ser maior que o Km final
Mensagem de horario	Horário de abastecimento fora do limite permitido
idVeículo	JKL8901 Número do chassi: 7CRZZZ377VT004253 Renavam: 11223344556
idUnidade	3 Nome do Órgão/Secretaria: Unidade B Descrição: Unidade de teste B
Mês	9
Ano	2024
Dados do Abastecimento	23/9/2024 00:00
Km Inicial	500,0

Com a automatização desse processo, as ações tomadas com base nos alertas gerados são registradas, o que facilita auditorias e relatórios de desempenho. Isso gera uma cultura de conformidade, uma vez que os operadores da frota e os gestores sabem que suas atividades estão sendo monitoradas e que qualquer desvio será rapidamente identificado e corrigido. Ao introduzir sistemas de alerta, o gestor pode garantir que o uso dos veículos públicos seja eficiente e alinhado com as políticas e metas organizacionais. Além disso, em caso de desvios que apontem para mau uso ou desperdício de recursos, esses alertas fornecem uma trilha de dados que pode ser utilizada para implementar melhorias contínuas.

3.5 Benefícios das ferramentas tecnológicas no processo de tomada de decisão

De acordo com Nogueira (2017, p. 20), a gestão de frotas compreende uma área estratégica na administração de uma organização, visto que abrange todo o aspecto de gerenciamento dos veículos no âmbito econômico, administrativo, contratual, estrutural e contábil. Dessa forma, é composto de diversas tarefas agrupadas ao encargo de monitorar, avaliar e na tomada de decisões sobre a frota de veículos.

A partir das informações recebidas através da ferramenta, é possível criar um *dashboard* utilizando a ferramenta Power BI para melhor visualização das informações obtidas, permitindo a tomada de decisão de forma célere. O *dashboard* possibilita a visualização dos dados, tabelas e planilhas e permite realizar filtros por tipo de veículo, placa, marca/modelo, órgão/entidade responsável, dentre outros (Imagens 2 e 3). Ademais, considerando que será possível identificar de forma tempestiva comportamentos que estejam fora dos padrões preestabelecidos, será possível implementar medidas que podem evitar danos operacionais e financeiros para a gestão pública.

Figura 5: Modelo de painel de monitoramento de abastecimentos

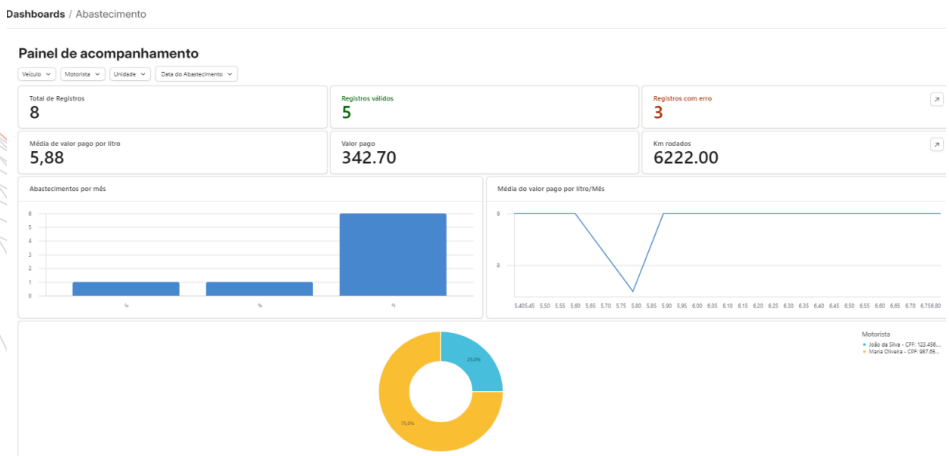
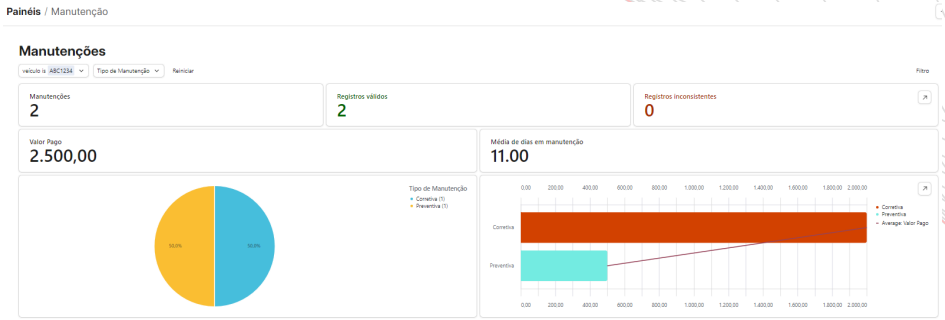


Figura 6: Modelo de painel de monitoramento de manutenções



Dessa forma, os painéis apresentados nas Imagens 2 e 3 exemplificam o potencial da ferramenta em transformar dados operacionais em informações estratégicas, oferecendo maior controle e suporte à tomada de decisão. Ao possibilitar o monitoramento em tempo real e a análise comparativa entre unidades e períodos, a solução contribui para uma gestão mais eficiente e transparente da frota pública, além de reforçar a importância do uso da tecnologia como aliada no aprimoramento da qualidade do gasto e da prestação dos serviços à sociedade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo a prototipagem de uma ferramenta web para a gestão de combustível e manutenção de frotas públicas, com foco na otimização e suporte à tomada de decisão. A ferramenta, por meio de regras de validação parametrizadas e alertas de desvios operacionais, busca fornecer um ambiente mais confiável e automatizado para o gerenciamento de frotas, minimizando erros e maximizando a eficiência operacional.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e coleta dados enviados pelos gestores em processos de prestação de contas, visando a identificar as necessidades e os desafios específicos do setor público. A prototipagem da ferramenta, incluindo os diagramas de casos de uso e classes, permitiu

identificar se a solução estava alinhada com as reais necessidades dos gestores públicos. Além disso, a implementação de regras de validação demonstrou ser uma estratégia eficaz para garantir a integridade dos dados e a confiabilidade do sistema, enquanto os alertas operacionais surgiram como uma ferramenta para a identificação concomitante de padrões ineficientes.

Conclui-se que a ferramenta web proposta oferece uma solução inovadora e aplicável ao contexto da administração pública, potencializando a transparência no uso dos recursos e promovendo a eficiência na gestão das frotas. Ao centralizar as informações e automatizar processos, o sistema não apenas otimiza a gestão dos recursos, mas também subsidia a tomada de decisão de forma mais ágil e baseada em dados confiáveis. Dessa maneira, a sua implementação poderá gerar benefícios significativos para os municípios e contribuir para o aprimoramento das práticas de gestão de frotas públicas. Como trabalho futuro, recomenda-se a integração de módulos adicionais e a expansão das funcionalidades da ferramenta para outros setores da administração pública, bem como sua interligação com os sistemas de prestação de contas dos Tribunais de Contas.

REFERÊNCIAS

BADARÓ, Rafael; CAMPOS, Rafael. Considerações sobre o uso de IAs generativas no setor público. *Consultor Jurídico*, 21 jun. 2023. Disponível em: ⟨https://www.conjur.com.br/2023-jun-21/campos-badaro-uso-ias-generativas-setor-publico/⟩. Acesso em: 18 set. 2024.

LOPES, Gabriel; SÁ, Richard. *Avaliação de controles internos*: frotas públicas. Cuiabá: PubliContas, 2019. eBook. Disponível em: ⟨https://www.tce.mt.gov.br/conteudo/download/tcemt-publicontas-avaliacao-de-controles-internos-frotas-publicas-digitalpdf/89922⟩. Acesso em: 17 ago. 2024.

NOGUEIRA, Diego de Paula Braga. *Análise da viabilidade econômica para a terceirização de frotas*: estudo de caso na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017. Disponível em: ⟨https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6172/5/Dissertação_Diego de Paula Braga Nogueira.pdf⟩. Acesso em: 02 out. 2024.

OLIVEIRA, Francisco Leonardo de. *Protótipo de sistema web para auxiliar prefeituras na gerência da frota de veículos*. 2022. 50 f. Monografia (Bacharelado em Tecnologia da Informação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2022. Disponível em: ⟨https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/56dc3d06-c4ca-470e-9c60-fc8af644c544/content⟩. Acesso em: 18 set. 2024.

PEDROZA, Wanderley Nascimento. *Implementação de um sistema de custeio na gestão de frota de uma universidade pública*. 2021. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: ⟨https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8427/5/Dissertação_WanderleyPedroza_PPGEP.pdf⟩. Acesso em: 17 ago. 2024

PIAUÍ. Tribunal de Contas do Estado do Piauí do Piauí. *Cartilha Gestão de Frota*. Teresina, PI: TCE-PI, 2024a. Disponível em: ⟨https://www.tcepi.tc.br/wp-content/uploads/2024/09/Cartilha_da_Gestao_da_Frota_Versao_Final.pdf⟩. Acesso em: 28 set. 2024.

PIAUÍ. Tribunal de Contas do Estado. Instrução Normativa nº 05, de 4 de outubro de 2023. Dispõe sobre regras gerais quanto aos prazos, a organização, o conteúdo e a forma de apresentação das prestações de contas das Unidades Prestadoras de Contas sob jurisdição do Tribunal de Contas do Estado do Piauí e dá outras providências.

Diário Oficial Eletrônico do TCE/PI, Teresina, ano XIV, n. 1.783, 5 out. 2023. Disponível em: ⟨https://www.tce.pi.gov.br/diario/⟩. Acesso em: 25 maio 2024.

PIAUÍ. Tribunal de Contas do Estado do Piauí. *Levantamento da gestão da frota pública de veículos e máquinas*. Teresina, PI: TCE-PI, 2024b. Disponível em: ⟨https://www.tcepi.tc.br/wp-content/uploads/2024/09/Levantamento-Gestao-da-Frota.pdf⟩. Acesso em: 18 set. 2024.

SOARES, Marcos; KINOSHITA, Michele; ARAUJO, Tayla; CAETANO, Viviane. A implantação de um conjunto de indicadores para a melhoria da gestão da frota de veículos oficiais do Poder Executivo do Estado de Minas Gerais. *Revista do Serviço Público*, Brasília, v. 73 (Especial Consad), p. 100-121, jul. 2022. Disponível em: ⟨https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/6920⟩. Acesso em: 3 set. 2024.

VALENTE, Amir M.; NOVAES, Antônio G.; PASSAGLIA, Eunice; VIEIRA, Heitor. *Gerenciamento de transporte e frotas*. 3. ed. rev. São Paulo: Cengage Learning, 2017.