

APLICATIVO MOBILE PARA AFERIÇÃO E MOVIMENTAÇÃO DE PNEUS DE UMA FROTA¹

Igor Bandasz <ibandas28@rede.ulbra.br>
Christiano Cadoná² <christiano.cadona@ulbra.br> – Orientador

Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) – Curso de Ciência da Computação – Campus Gravataí
Av. Itacolomi, 3.600 – Bairro São Vicente – CEP 94170-240 – Gravataí - RS

19 de Dezembro de 2022

RESUMO

Este artigo descreve o desenvolvimento de um aplicativo que tem por objetivo otimizar o processo de controle de pneus de uma frota. Como motivação um caso de uso de uma transportadora que possuía um processo lento de controle de pneus que envolvia o preenchimento de fichas em papel e posterior digitação no sistema. Foi desenvolvido um app com React Native que se integra ao sistema de controle de pneus da transportadora e que traz a portabilidade do mesmo, juntamente com o seu principal foco que é a inserção das informações em tempo real ao sistema. Após a validação com um gestor o aplicativo se mostrou eficaz, satisfazendo o que foi proposto.

Palavras-chave: Controle de pneus; aplicativo móvel; Javascript; React Native.

ABSTRACT

Title: “Mobile application for gauging and moving a fleet's tires”

This article describes the development of an application that aims to optimize the tire control process of a fleet. As motivation, a use case of a transportation company that had a slow tire control process that involved filling out paper forms and then typing them into the system. An app was developed in React Native that integrates with the a transportation company's tire control system and brings the portability to it, along with its main focus, which is the insertion of information in real time into the system. After validation with a manager, the application proved to be effective, satisfying what was proposed.

Key-words: Tire control; mobile application; Javascript; React Native.

1 INTRODUÇÃO

Os meios de transporte rodoviários são usados em larga escala no Brasil, sendo os traslados de mercadorias feitos em sua maioria por meio de caminhões e caminhões-trator. Como parte essencial destes veículos, os pneus representam uma porcentagem grande dentre os custos operacionais dos meios de transporte rodoviários. Se faz então necessário que seja dada atenção a eles pois se malcuidados podem ter os seus tempos de vida encurtados drasticamente.

Como parte da proposta é abordado o ciclo de vida dos pneus, que a partir de aferições, calibrações, recapagens e rodízios podem ter sua vida útil estendida. Além disso, como o processo de automação destas informações com a ajuda de softwares pode gerar um maior entendimento do ciclo de vida deles e a diminuição dos seus custos.

O projeto tem como caso de uso uma empresa usuária do sistema de controle de pneus da Anexo Tecnologia. Tendo o objetivo de automatizar um processo que era feito por meio do preenchimento de fichas de inspeção que depois de prontas eram enviadas aos funcionários controladores de manutenção para registrá-las no sistema de controle de pneus da empresa. Este processo era demorado e oneroso devido ao volume de registros.

Foi proposto o desenvolvimento de um aplicativo mobile que automatiza o processo de aferição e movimentação dos pneus dos bens de uma frota. O aplicativo tem por função ser usado pelos borracheiros e/ou gestores da empresa para fazer o registro das informações dos pneus. Com o app foi acelerado o processo de registro dos dados dos pneus, trazendo informações mais próximas do presente. Possibilitando a criação de estratégias para a redução dos custos envolvendo estes equipamentos.

¹ Artigo Final da disciplina de Projeto Tecnológico em Ciência da Computação, submetido ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Luterana do Brasil, Campus Gravataí.

² Professor das disciplinas da área de Banco de Dados dos cursos de Ciência da Computação e Análise e Desenvolvimento de Sistemas, na Ulbra Canoas e Ulbra Gravataí.

O app foi desenvolvido com a ajuda do framework React Native da linguagem Javascript que permite a criação de aplicações multiplataformas com uma mesma base de código. O app se comunica com o banco de dados Firebird da empresa, aqui denominada X Transportes, por meio de uma API desenvolvida em C#.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil é um país de proporções continentais que demanda grandes deslocamentos de mercadorias e pessoas dentro de seu território. Como hoje não possuímos estrutura para usarmos meios mais baratos de transporte como o ferroviário a maior parte dos traslados de mercadorias são feitos por meio do uso de caminhões (MARQUESAN, 2017). Segundo o IBGE (2021) há mais de 3,5 milhões de caminhões e caminhões-trator em circulação no país. Observa-se que neste levantamento não estão sendo considerados os meios de transporte de passageiros, o que elevaria o número de forma significativa, se acrescentado veículos leves como carros, motos ou veículos pesados como ônibus.

2.1 Custos do transporte rodoviário

Dentre os custos deste meio de transporte de carga é possível separá-los em 2 grandes grupos: custos fixos e custos variáveis. Sendo os custos fixos os que se baseiam na operação da empresa e na ocorrência do fato gerador, enquanto os custos variáveis são os custos que variam de acordo com algum parâmetro de comparação, no caso transportadoras usualmente é usada a quilometragem rodada (LIMA, 2001). No quadro 1 pode-se ver a classificação destes custos:

Quadro 1 – Classificação dos custos fixos e variáveis

CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS	FIXOS	Salários e Encargos	Gastos mensais com salário do motorista e dos ajudantes dos veículos, incluindo salário-base, benefícios e os encargos sociais.
		Manutenção	Gastos mensais com salários do pessoal de manutenção dos veículos, incluindo salário-base, benefícios e os encargos sociais.
		Depreciação	Corresponde a perda do valor do ativo pelo uso destinada a reposição dos veículos e equipamentos.
		Licenciamento/IPVA	Representam taxas e tributos anuais que devem ser alocadas aos custos na proporção de 1/12 por mês.
		Seguro	Corresponde ao prêmio anual pago à seguradora para ressarcimento de sinistros que deve ser alocada aos custos na proporção de 1/12 por mês
		Custo Oportunidade	Corresponde ao ganho que seria obtido no mercado financeiro caso aplicasse o dinheiro investido no veículo/equipamentos no mercado financeiro
	VARIÁVEIS	Manutenção	Gastos mensais com peças, acessórios e material de manutenção, rateados por km rodado no mês.
		Combustível	Gastos efetuados com combustível para cada km rodado.
		Lubrificantes	Gasto com a lubrificação interna do veículo incluindo motor e o sistema de transmissão.
		Pedágios	Gastos correspondentes a utilização/conservação das rodovias.
		Lavagem/Graxas	Gastos efetuados com a lavagem e lubrificação externa do veículo.
		Pneus	Gastos referentes a compra dos pneus, substituição de câmaras, protetores e reforma (recapagens).

Fonte: LIVATO; MACHADO, 2010. p. 6.

Como pode-se ver no quadro 1 os custos fixos abrangem os gastos com documentação do veículo, seguro, manutenções, depreciação, custo oportunidade, salários e encargos. Enquanto os custos variáveis são compostos pelo combustível, manutenção, lubrificantes, pedágios, pneus, lavagens e graxas. Quanto aos custos variáveis os autores Livato e Machado em um estudo de caso afirmam que:

Dos itens de custos que integram o grupo dos Custos Variáveis destaque para os custos com

combustíveis com 34,44% de participação no Custo Total. Em seguida apresentam-se os custos de pneus com 18,68% e os custos de manutenção terceirizada com 8,99% de participação. (LIVATO; MACHADO, 2010, p.10).

2.2 Custos dos pneus

Como parte significativa dos custos do meio de transporte rodoviário como citado no tópico 2.1, os custos com pneus abrangem mais 18% dos custos variáveis, sendo representados pelo custo de aquisição dos pneus, seus reparos e recapagens como também possíveis custos com o sucateamento dos mesmos ao fim de suas vidas úteis.

Os pneus se desgastam conforme o uso, tendo a diminuição do diâmetro e consequentemente a redução do tamanho dos sulcos do pneu, responsáveis por ajudar na aderência ao solo e evasão da água na pista, reduzindo assim a segurança da rodagem. Pneus em mal estado trazem sérios riscos a viagem, pois prejudicam a eficiência da frenagem, a estabilidade do veículo se tornando propenso a aquaplanagem, além de se tornarem mais vulneráveis a furos e a estourar devido a irregularidades na pista e/ou buracos. Por isso são estabelecidos padrões de tamanho mínimo do tamanho dos sulcos dos pneus, indicado pelo TWI (sigla de *tread wear indicator*) que é um ressalto que se localiza entre os sulcos do pneu e que quando a altura da banda de rodagem se iguala a ele, significa que já está na hora de trocar o pneu ou recapá-lo. O não cumprimento da troca após sinalizado pelo TWI gera falta de segurança na rodagem e infração grave (CARNEIRO, 2022).

Como forma de estender a vida útil do pneu e reduzir custos, os pneus de caminhões e ônibus são produzidos com a possibilidade de ser feita a renovação da banda de rodagem, por meio da técnica de recapagem, onde o pneu que já atingiu o limite do tamanho dos sulcos recebe uma nova camada de borracha na banda de rodagem que é parte em contato com o solo, possibilitando um ganho de vida útil semelhante ao de um pneu novo se feito adequadamente. Um pneu novo atualmente custa cerca de R\$2500,00³, podendo variar conforme o tamanho do caminhão e tipo de estrada na qual serão usados (AMARAL, 2022). Em média um pneu recebe 2 a 3 recapagens ao longo de sua vida, processo este que custa cerca de 30 a 40% do valor de um pneu novo (JUNSOFT, 2021). Cada período entre cada recapagem é chamado de vida, então um pneu que possui 3 recapagens está na sua 4ª vida.

Além da redução do custo, fazer o uso de recapagens nos pneus também contribui para evitar o descarte prematuro do pneu e para uma menor extração das matérias-primas que os compõem, como derivados de petróleo e aço. A cada pneu de caminhão ou ônibus recapado economiza-se, em média 57 litros de petróleo, gerando uma economia total de 500 milhões de litros/ano de petróleo (TEXACO, 2018) diminuindo assim o impacto ao meio ambiente e o consumo de recursos não renováveis no caso do petróleo.

O período de vida útil de um pneu pode variar conforme o uso, por isso é importante que sejam feitas aferições dos níveis de pressão dos pneus para que fiquem calibrados a quantidade de carga transportada para que haja o desgaste uniforme. Outro fator que influencia na durabilidade do pneu é a conduta do motorista que deve evitar frenagens bruscas que desgastam os pneus (STABELINI, 2022). Uma forma de aumentar a durabilidade dos pneus é por meio do rodízio da posição dos pneus no caminhão, já que alguns eixos sofrem maior desgaste com o tempo devido ao peso do próprio veículo e de como a carga está distribuída nos eixos. Outra vantagem de fazer o rodízio dos pneus é assegurar que haja mais estabilidade no veículo, especialmente em curvas e durante freadas (ONBLOX, 2021).

2.3 Controle dos pneus

Todos os custos envolvendo os pneus precisam ser levados em consideração no momento de as transportadoras fazerem o levantamento dos seus custos operacionais, para poder assim, cobrar o preço adequado pelos seus serviços (LIVATO; MACHADO, 2010). Como este custo que envolve os pneus é alto se torna importante que seja feito um controle correto das informações dos pneus para que não gerem custos extras e assim acabem diminuindo a receita líquida da empresa.

Para fazer o controle dos pneus como patrimônios se faz necessário o uso do chamado número de fogo. Um número de fogo é uma marcação feita com ferro quente no pneu para registrar o patrimônio dele juntamente com a identificação da empresa proprietária, assim gerando um código único no pneu para poder identificá-lo

³ AMERICANAS. Pneu 275/80R22.5 Firestone FS440 – Direcional. Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/4688780454?epar=bp_pl_00_go_aut_d_11_n_comp_tk3&opn=YSMESP&W.T.srch=1&offerId=61f61e83d9fd6edeecec9d6b&gclid=CjwKCAjwx7GYBhB7EiwA0d8oewS_K6KC_wAL5SJod3eDsIdC00XtIJYmrGG5U0wKo9Me_-OagxYXBBBoCMhAQAvD_BwE>. Acesso em: 30/08/2022.

(FELIPE, 2022). Além do controle da vida do pneu, o número de fogo evita possíveis trocas dos pneus no momento que são enviados para o conserto ou para fazer a recapagem. O número de fogo serve também como forma de identificação em caso de furtos ou roubo dos pneus.

Devido ao alto número de informações dos pneus que precisam ser registradas para um controle adequado existem diversos softwares que automatizam este processo, registrando as aferições dos pneus, seu ciclo de vida com suas recapagens, movimentações por rodízio no veículo ou transferência para outro bem, além de registrar as avarias e manutenções que o pneu teve, possibilitando uma maior durabilidade dos pneus da frota e um maior controle da vida do pneu, trazendo assim a redução dos seus custos (TOTVS, 2022).

Além de acelerar o processo de registro das informações dos pneus os softwares de controle de frota possibilitam a geração de dados estatísticos e indicadores sobre os custos com os pneus (GESTRAN, 2022). Desde a quilometragem média de um modelo de pneu específico, até um dos seus principais indicadores que é o CPK (custo por quilômetro) que é gerado para cada pneu. Essas informações ajudam a traçar estratégias de visam a redução de gastos da frota (FELIPE, 2022).

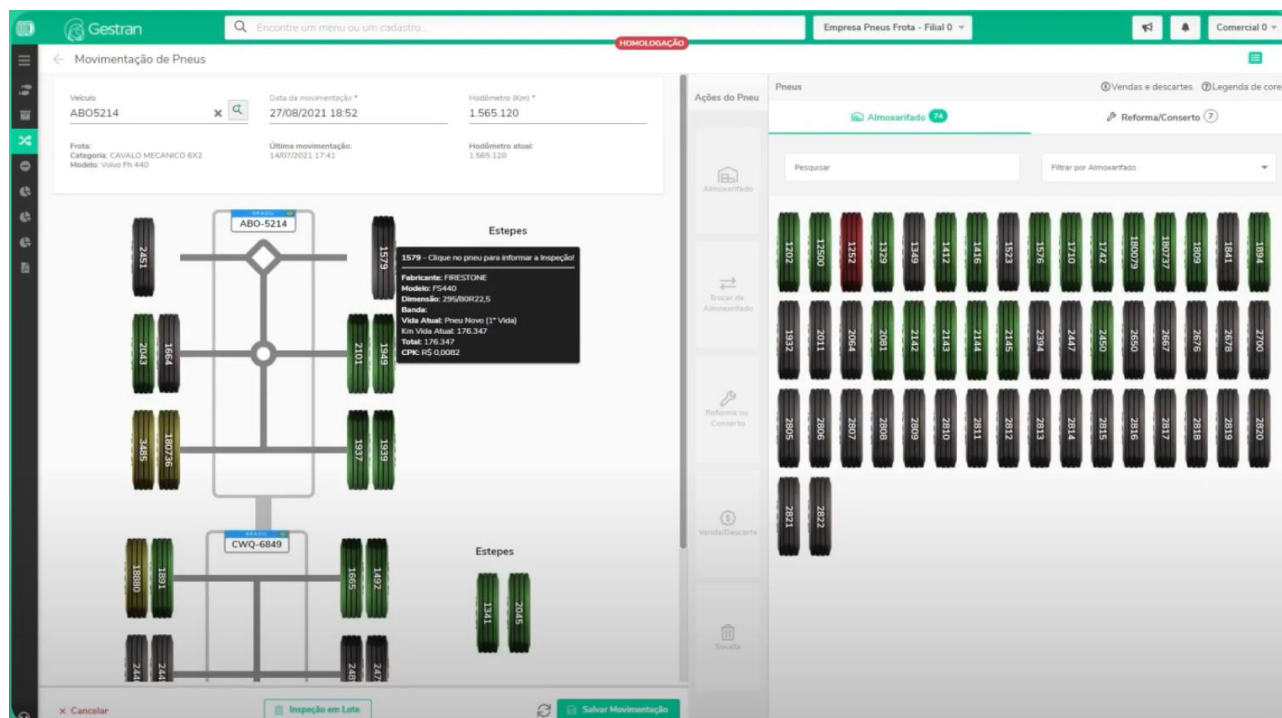
2.4 Softwares existentes

Para automatizar o processo de controle de pneus diversas empresas disponibilizam sistemas que fazem esse gerenciamento. Dentre os softwares que fazem o controle de pneus existentes no mercado foram selecionados alguns para exemplificar, trazendo suas características, juntamente com o Quadro 2 onde é feito um comparativo entre elas.

2.4.1 Gestran

O sistema de controle de pneus da Gestran⁴ faz o gerenciamento da aquisição dos pneus, suas reformas e custos médios. Também conta com alertas de rodízio, de calibragem, de envio para reforma e de desgaste do pneu. O sistema permite o acesso a todo o histórico de serviços realizados no pneu, como também a análise de posição e calibragem dos pneus, suas vidas úteis e do limite de segurança de desgaste do pneu. Além disso o sistema gera indicadores de quais marcas e modelos de pneus têm maior durabilidade e quais gastam mais. Na Figura 1 é possível visualizar parte do sistema (GESTRAN, 2022).

Figura 1 – Software de controle de pneus da Gestran



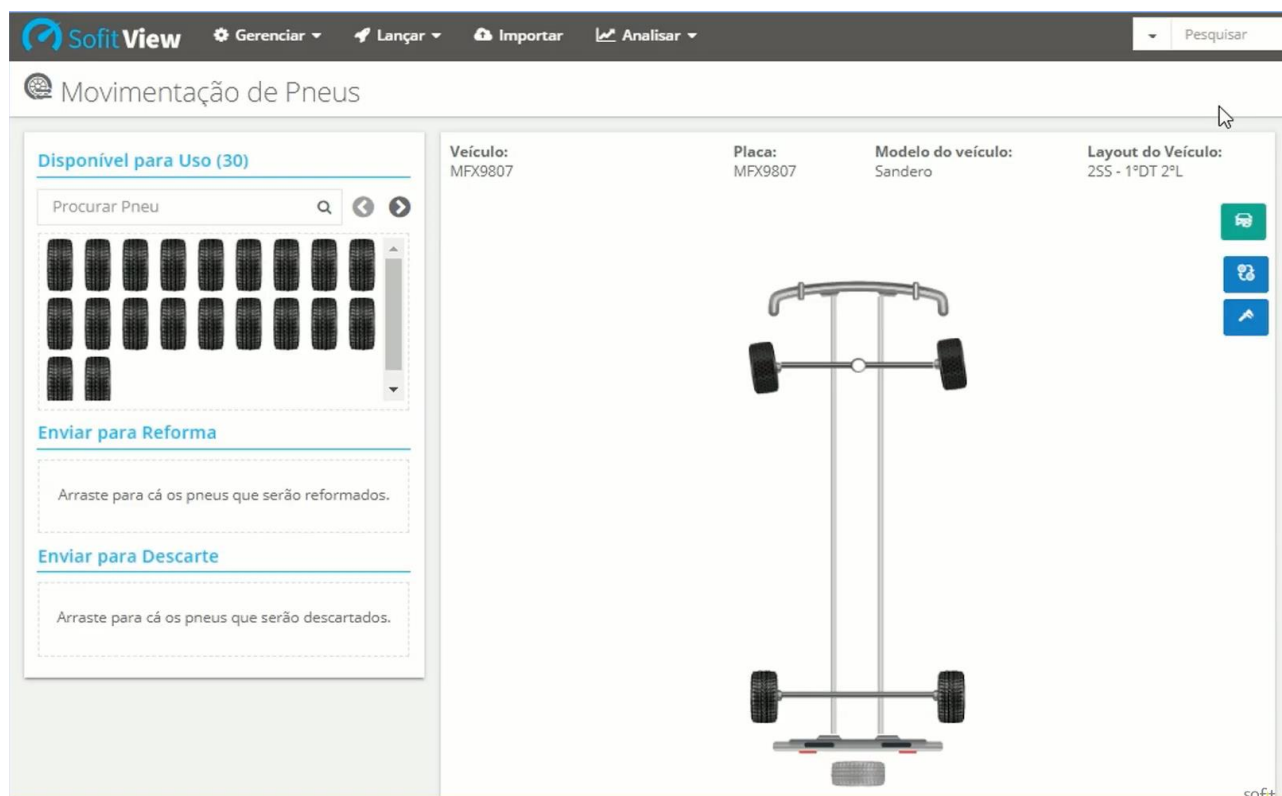
Fonte: GESTRAN. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Hp2UUtLwYc&t=51s>>

⁴ GESTRAN. Controle de Pneus. Disponível em: <<https://gestran.com.br/frota/pneus/>>. Acesso em: 17/09/2022.

2.4.2 Sofit

O sistema de controle de pneus da Sofit⁵ faz o gerenciamento total dos custos desde a aquisição, marcação de fogo, rodízio, recapagem, até o descarte do pneu. Com a funcionalidade gestão de pneus da nossa plataforma é possível controlar a quilometragem e saber a hora de realizar uma recapagem, receber alerta no momento certo de realizar um rodízio, saber o custo da vida útil de cada pneu, controlar (por meio da marcação de fogo) a utilização e movimentação de cada pneu, gerenciar o balanceamento e a calibragem e vários outros controles essenciais para a sua gestão. É possível visualizar parte do sistema na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Sistema de controle de pneus da Sofit



Fonte: SOFIT. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=W3Zobna-C2M&t=57s>>

O sistema disponibiliza acesso a relatórios visuais de acompanhamento da vida útil dos pneus da frota em relação a quilometragem atingida. Digitaliza processos de pneus como solicitação de reforma, recapagem, descarte e rodízio (SOFIT, 2022).

2.4.3 Anexo Tecnologia

O sistema de controle de pneus da Anexo Tecnologia⁶ faz o registro do cadastro dos pneus, suas aferições, manutenções, reformas, vendas e descartes ao fim de suas vidas úteis, proporcionando o histórico individual dos pneus. O sistema também faz o registro de rodízios e movimentações dos pneus entre estoque e outros veículos. Além disso o sistema conta a análise do histórico do pneu, gerando assim indicadores como o custo hora/km e quais marcas e modelos de pneus tiveram custos operacionais menores (ANEXO, 2022). Na Figura 3 é mostrada uma das telas do sistema de controle de pneus.

⁵ SOFIT. Controle custos e digitalize processos com o controle de pneus Sofit. Disponível em: <<https://www.sofit4.com.br/solucoes/controle-de-pneus/>>. Acesso em: 17/09/2022.

⁶ANEXO. Sistema de gestão para Controle de Frota. Disponível em: <<https://anexotecnologia.com.br/gestao-de-frota/>>. Acesso em: 17/09/2022.

Figura 3 – Sistema de controle de pneus da Anexo Tecnologia

MOVIMENTAÇÃO/RODÍZIO DE PNEU

Bem (A): JSL001 IWK 1465 JULIETA FACCHINI RF CA Modelo: RF CA
 Bem (B): JSL183 BAD 8G94 BITREM FLORESTAL Modelo: SRTM FL

Pneu

Número Fogo:
 Número Série:
 DOT:
 Modelo:
 Fabricante:
 Desenho:
 Medida:
 Status (Vida):
 Sulco Atual:
 Posição:
 Alocado:
 Frota:
 Placa do Alod.:
 Hr Acumulado:
 Hr Atual:
 Km Acumulado:
 Km Atual:
☐ Informar Data/Hora: 17/12/2022 18:25:16

Bem (A) [IWK 1465]

Bem (B) [BAD 8G94]

Ações

Estoque
 Recapagem
 Sucata
 Venda
 Conserto

Status do Pneu: Novo R2 R4 R1 R3 R5
AVISO! Deve efetuar o lançamento de contadores antes de efetuar qualquer ação com o pneu (Recapagem, Estoque, Venda, Sucata, Aferição, Conserto)

Lançar Contador Fechar (ESC)

* Campos obrigatórios

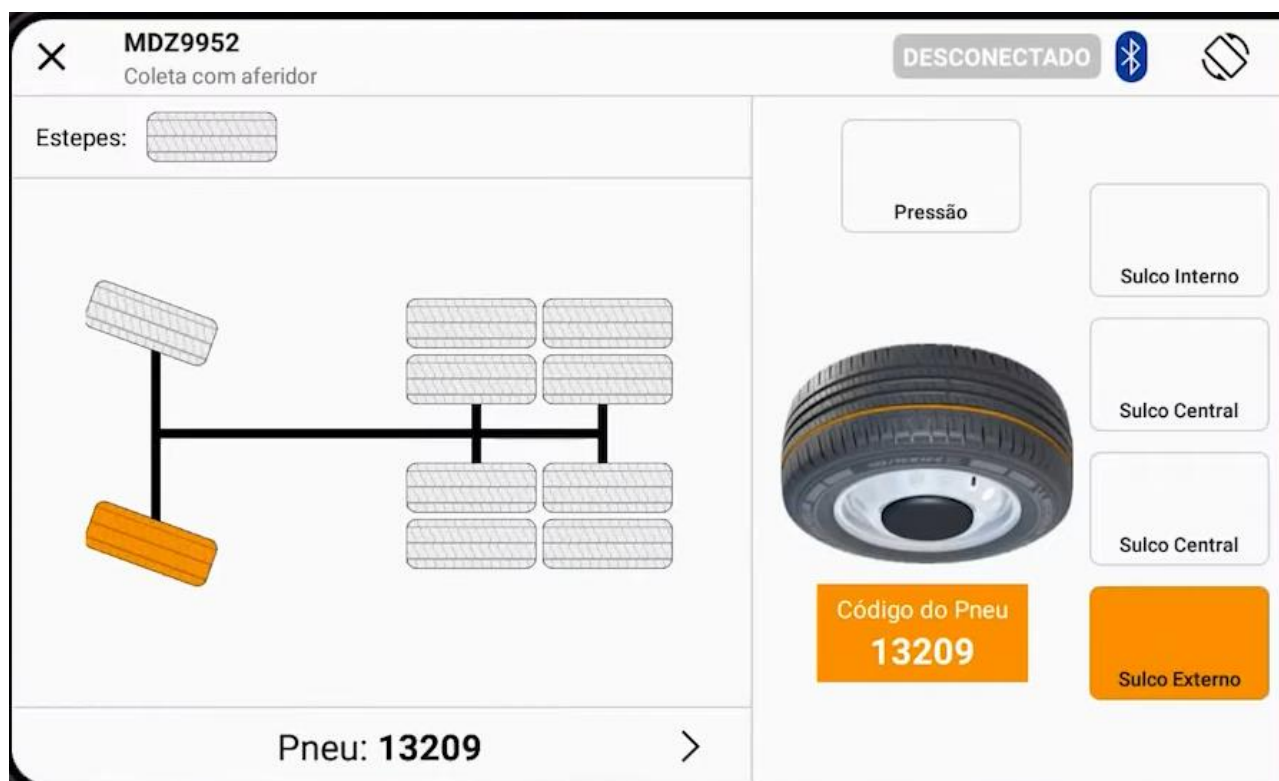
Fonte: Imagem cedida pela empresa.

2.4.4 Prolog

O sistema de controle de pneus da Prolog⁷ realiza o cadastro e acompanhamento do status dos pneus e veículos da frota. Acompanhe as informações geradas para uma correta manutenção e correção dos pneus com maior desgaste. O sistema possui um aplicativo móvel onde é possível realizar o controle dos prazos e cronogramas de inspeção. Além disso o sistema tem integração com um equipamento medidor de profundidade dos sulcos e da calibragem do pneu que permite inclusão automática dos dados no sistema (PROLOG, 2022). A seguir é mostrado na Figura 4 o aplicativo mobile da Prolog.

⁷ PROLOG. Sistema de Gestão de Pneus. Disponível em: <https://prologapp.com/gestao-de-pneus/?utm_source=blog&utm_medium=menu>. Acesso em: 17/09/2022.

Figura 4 – Sistema mobile de controle de pneus da Prolog



Fonte: PROLOG. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cKGbmptuuQ8>>

2.4.5 Comparativo

Como forma de comparar as opções disponíveis no mercado e apresentadas acima foi elaborado o Quadro 2 a seguir onde são mostradas algumas funcionalidades dos sistemas e quais softwares as possuem. Também há a inclusão do sistema que foi desenvolvido neste projeto e que será abordado em detalhes na seção seguinte deste artigo.

Quadro 2 – Comparativo dos softwares

Funcionalidade	Gestran	Sofit	Anexo Tecnologia	Prolog	Solução proposta
Cadastro de Pneu	X	X	X	X	X
Registro de aferições e calibrações	X	X	X	X	X
Registro de rodízios	X	X	X	X	X
Alertas de rodízio e aferição	X	X		X	
Registro de vendas dos pneus			X		X
Indicadores dos pneus	X	X	X	X	X
Módulo Mobile				X	X
Integração com equipamento de aferição				X	

Fonte: Autor

Como é possível observar no Quadro 2, boa parte das funcionalidades são encontradas em todos os softwares, como o cadastro de pneus, registro de aferições e calibrações, registro de rodízios e indicadores dos pneus. Mesmo com diversas funções em comum alguns softwares se destacam por possuírem funcionalidades diferentes. Como é o caso do software da Anexo Tecnologia que possibilita o registro das vendas dos pneus e do sistema da Prolog que possui um módulo mobile do sistema e a integração com o equipamento medidor para imputar os dados automaticamente.

3 PROJETO

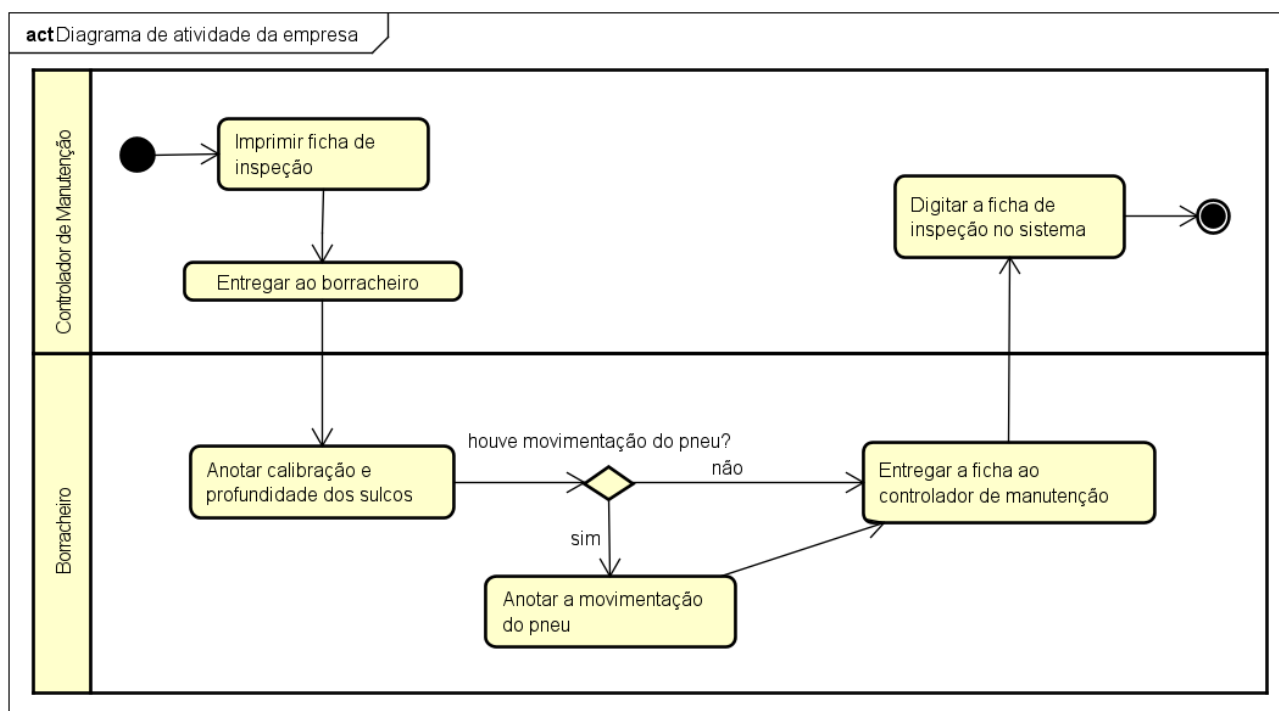
Tendo em vista otimizar o processo de coleta e registro das informações dos pneus, o presente projeto tem como produto uma aplicação móvel, que é integrada ao sistema de controle de pneus da empresa desenvolvedora de softwares aqui denominada Z Softwares, que possibilita o controle dos pneus por meio de um celular ou totem de atendimento. O aplicativo visa ser usado principalmente pelos funcionários que estejam longe de um computador com o sistema da Z Softwares instalado, pois poderão ter acesso aos dados do sistema por meio do app e também poderão fazer as mesmas operações que hoje existem no sistema relacionadas ao controle de pneus, tudo isso com registro em tempo real no banco de dados do sistema do cliente.

Essa necessidade originou-se de um cliente da Z Softwares do setor de logística que é usuário do sistema de controle de pneus, aqui denominada empresa X Transportes. Esta necessitou de tal solução, visto que possuem uma grande frota e por consequência grande quantidade de informações para registrar no sistema e que devido a isso estão em média com 2 semanas de atraso nas informações disponíveis no sistema. Tamanho atraso faz com a empresa não tenha a visão atual dos pneus da frota, o que gera à empresa maior dificuldade no controle preventivo dos pneus.

A X Transportes atua no segmento de logística há mais de 50 anos, atuando hoje em todo o Brasil possuindo 18 filiais. A proposta é automatizar mais o processo de controle de pneus, já que a empresa possui mais de 3.200 bens em uma parte de seu segmento de trabalho, o que representa aproximadamente 25.600 pneus, não levando em consideração o número de pneus em estoque deles. Segundo o processo da empresa é necessário renovar os pneus dos bens a cada 2 anos. Em uma análise de mercado atual, baseando-se no preço de um pneu de caminhão novo em um site popular de vendas, um pneu custa R\$2.532,53⁸, o que gera um custo estimado de mais de R\$32.416.384,00 por ano.

Atualmente os usuários do sistema de controle de pneus da Z Softwares possuem o fluxo do processo de coleta e registro de informações dos pneus no sistema que pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma do controle de pneus



Fonte: o autor

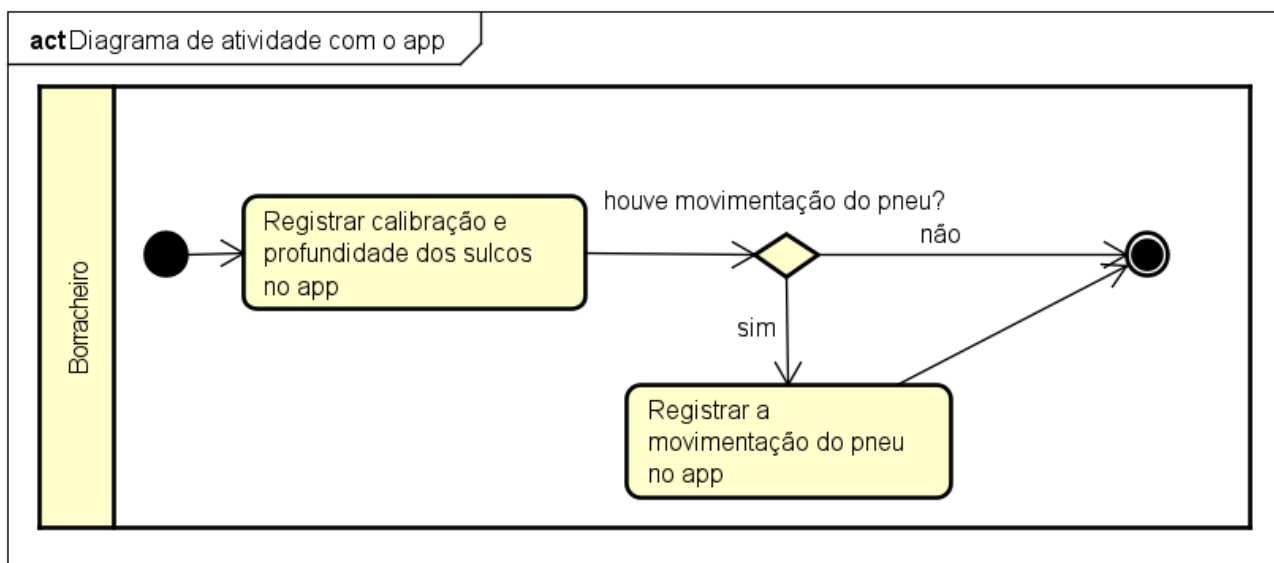
Na Figura 5 é identificado que o processo de registro se inicia na impressão de um relatório de inspeção feito pelo funcionário controlador de manutenção, o qual é entregue ao borracheiro. Ele realiza as aferições anotando os resultados na ficha e no mesmo documento aponta eventuais rodízios e a troca dos mesmos, por

⁸ AMERICANAS. **Pneu 275/80R22.5 Firestone FS440 – Direcional**. Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/4688780454?epar=bp_pl_00_go_aut_d_11_n_comp_tk3&opn=YSMESP&W.T.srch=1&offerId=61f61e83d9fd6edeceec9d6b&gelid=CjwKCAjwx7GYBhB7EiwA0d8oewS_K6KC_wAL5SJod3eDsIdC00XtIJYmrGG5U0wKo9Me_-OagxYXBBBoCMhAQAvD_BwE>. Acesso em: 30/08/2022.

motivos como: pneus danificados, recapagem, troca por outro pneu ou sucateamento. Ao término da operação a ficha é encaminhada ao funcionário controlador de manutenção, que tem por objetivo realizar o registro das informações anotadas no sistema. Hoje a X Transportes possui em média 4 borracheiros em cada uma das suas 18 filiais que fazem este processo de preenchimento de fichas de inspeção dos pneus, totalizando assim cerca de 72 borracheiros. Devido à complexidade do processo de controle e pela demanda de funcionários dedicados a isso algumas filiais da X Transportes ainda não implantaram o controle de pneus, visto ser um processo oneroso.

A partir do uso do aplicativo o fluxo de trabalho de coleta e registro das informações dos pneus apresentado na Figura 5 será otimizado. Esta otimização pode ser identificada na Figura 6, onde o borracheiro fará todo o processo de registro dentro do aplicativo, inserindo instantaneamente as aferições e movimentações dos pneus ao sistema. Não necessitando mais que o funcionário controlador de manutenção imprima o relatório de ficha de inspeção e entregue ao borracheiro que fará as anotações e depois devolverá ao controlador de manutenção para digitar no sistema.

Figura 6 – Fluxograma do controle de pneus



Fonte: o autor

Devido a simplificação do processo de registro das aferições por meio do aplicativo espera-se que haja maior aderência dentro da empresa, possibilitando assim maior precisão dos dados registrados. Estes podem ser usados para definir indicadores importantes para gestão como quais marcas de pneu tem maior durabilidade, qual serviço de recapagem durou mais e evidenciando quais motoristas são menos cuidadosos. Este controle possibilitará a criação de estratégias organizacionais que alonguem a durabilidade dos pneus e que por consequência gerem a redução do custo operacional com os pneus, aumentando assim a receita líquida da empresa.

Como o processo de preenchimento da ficha de inspeção é manual por parte dos borracheiros, ocorrem inconsistências, como o preenchimento do número de identificação do pneu (que é o seu número de fogo) inexistente ou incorreto, além da perda ou danificação da ficha de inspeção. Por parte dos controladores de manutenção, além da demora para a realização do registro no sistema devido à alta demanda de registros, ocorrem inconsistências na transcrição das aferições, das movimentações e da interpretação das fichas de inspeção encaminhadas a eles. Atualmente a demora no registro dos dados no sistema de controle de pneus encontra-se em torno 2 semanas, não trazendo a realidade operacional para a gestão da frota e para a gestão da empresa.

Outro fator é que indicadores como o custo de pneu/km, quilômetro rodado por cada vida do pneu ou até mesmo km/recapagem só estão disponíveis após o registro das informações dos pneus no sistema de controle de frota e somente neste. Devido ao acesso às informações ser somente por meio de um computador com o sistema onera-se o acesso rápido pelos gestores de frota e borracheiros que possuem interesse no processo de controle de pneus. Informações estas como o histórico de calibragem, de avarias, de manutenções e recapagens são importantes no processo de tomada de decisão de ações a serem executadas com o pneu. Ações estas como descartar o pneu, encaminhar para a recapagem ou efetuar o rodízio dele, sempre tendo em

vista a segurança para evitar eventuais acidentes como também custos extras.

3.1 Objetivo

O aplicativo tem como objetivo facilitar e agilizar o trabalho do registro das aferições e movimentações dos pneus. Assim os borracheiros da X Transportes e dos demais clientes da Z Softwares não necessitarão anotar todas as informações nas fichas de inspeção e depois encaminhá-las para os controladores de manutenção lançá-las no sistema. Desta forma serão reduzidas falhas humanas de transcrição, o tempo de registro no sistema que ocorre devido ao grande volume de informações que se tornará instantâneo, como também funcionários destinados somente para esta função. Além disso deixará de ser necessária a impressão das fichas de inspeção, economizando assim gastos com papéis.

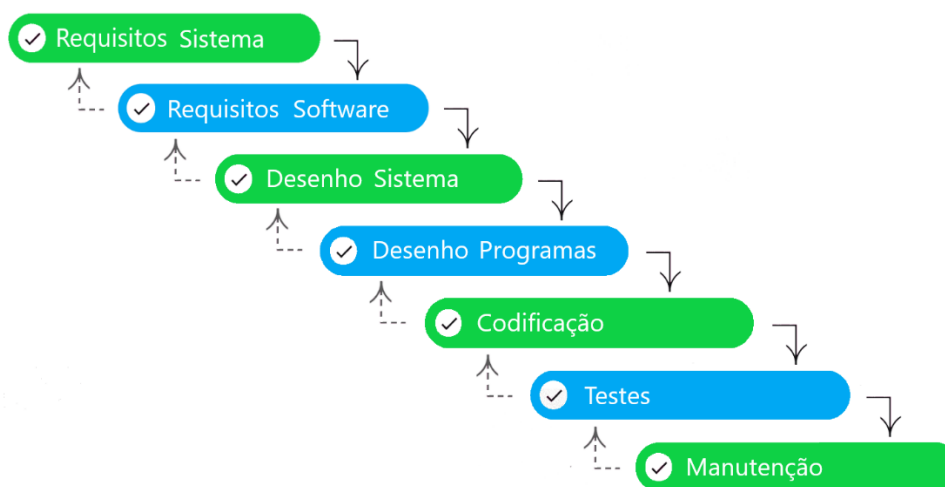
3.2 Metodologia

Dentre as formas de organização e planejamento para o desenvolvimento de softwares a metodologia tradicional foi a primeira a surgir e tem como característica a divisão do planejamento e execução por fases e/ou etapas. Chamada também de metodologia pesada, a metodologia tradicional teve seu surgimento em meados 1970 com a apresentação do primeiro modelo de desenvolvimento de software, chamado modelo em cascata, por Winston W. Royce (SEMEDO, 2012).

3.2.1 Modelo em cascata

Sendo a metodologia tradicional mais utilizada, o modelo em cascata é linear e sequencial, propondo um fluxo que parte da fase da análise de requisitos, indo para as demais fases: análise dos requisitos do software, desenho do sistema, desenho dos programas, codificação, testes e manutenção. Como característica do modelo cascata a próxima etapa só começa após a atual ter sido concluída (SEMEDO, 2012) como é ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Fluxograma do modelo em cascata



Fonte: Adaptado pelo autor (ROYCE, 1970. p.330)

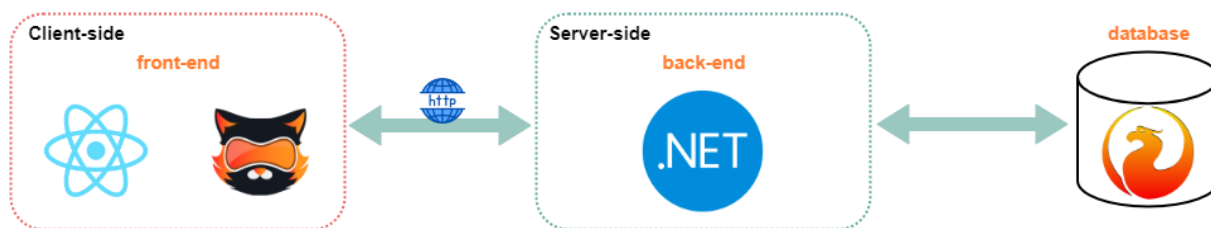
No momento em que surge a necessidade de fazer alguma mudança no projeto se retorna às etapas anteriores para elaborar as alterações como é possível observar na Figura 7. O modelo em cascata traz ênfase no planejamento rigoroso e bem estruturado pois após a conclusão de uma etapa não se retornará a ela a menos que ocorra alguma falha no planejamento ou execução (GIL, 2022).

Durante o desenvolvimento do projeto foram utilizados como base conceitos do modelo em cascata para estruturar o planejamento e execução do projeto. Por ser um aplicativo que se integra com o sistema de controle de pneus da empresa, as regras de negócio já estão estruturadas, cabe a adaptação das regras para a plataforma mobile. Por isso o modelo em cascata se tornou mais compatível já que há uma grande parte dos requisitos definidos, gerando etapas bem delimitadas e com isso maior foco em cada uma delas durante a execução. Devido a proporção do projeto e aos prazos não foram aplicados todos os pormenores relacionados a documentação que o modelo em cascata sugere.

3.3 Tecnologias

Durante o projeto o app foi desenvolvido com o auxílio de React Native, um framework que opera em cima da linguagem de programação Javascript. O React Native permite a criação de aplicações multiplataformas (mobile e desktop) e nativamente compiladas por meio de uma mesma base de código, o que possibilitou a ferramenta ser produzida para os principais sistemas operacionais mobile: Android e iOS sem a necessidade de ser feita a programação de 2 apps em suas linguagens distintas (NATIVE, 2022). Visando trazer uma aparência estilizada ao aplicativo foi usado o framework open source UI Kitten, que traz uma série de componentes do React Native com a estilização padronizada (AKVEO, 2022). O app atua no *client-side* e consulta e registra as informações por meio de uma API no *server-side* em padrão REST desenvolvida em linguagem C# por meio da plataforma .NET e que se comunica com o banco de dados Firebird do sistema de gestão de pneus da X Transportes. A arquitetura da aplicação pode ser visualizada na Figura 8.

Figura 8 – Arquitetura da aplicação



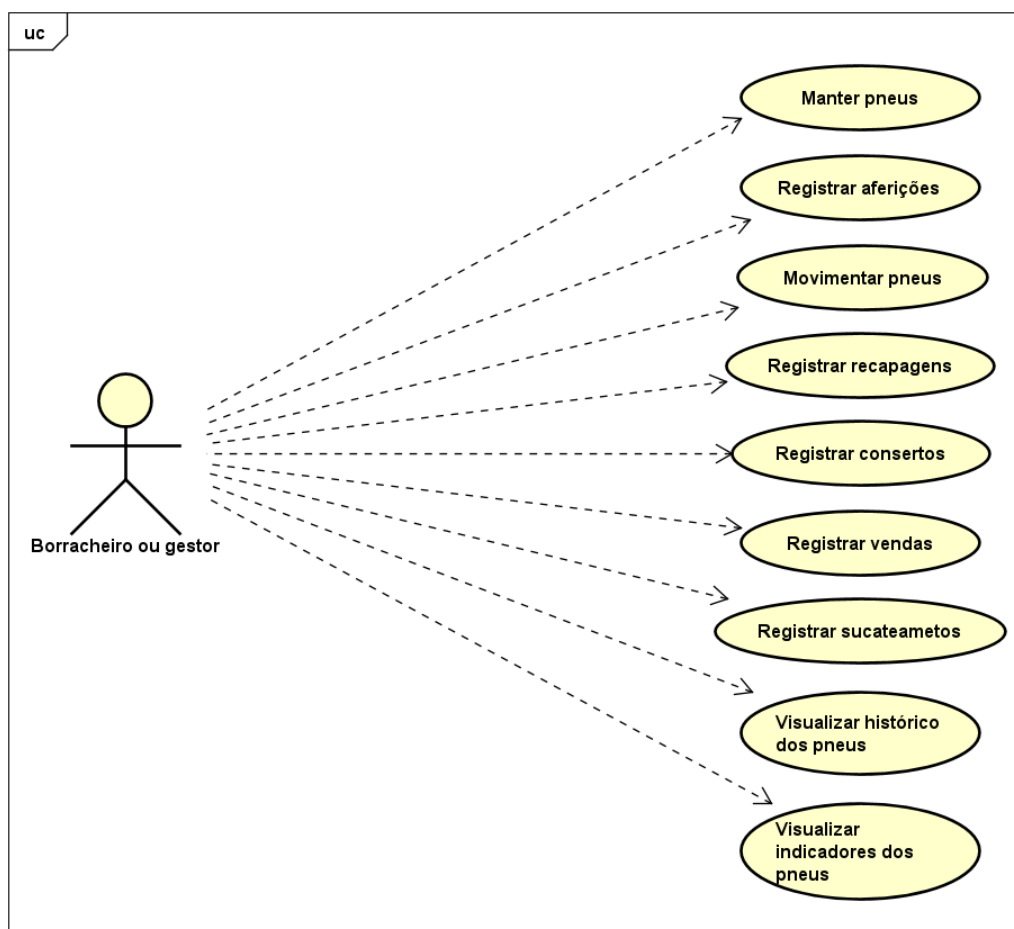
Fonte: o autor

Para a edição do aplicativo foi utilizado editor de código Visual Studio Code, enquanto para a API foi usado o Visual Studio por possuir mais ferramentas para desenvolvimento com .NET. A X Transportes disponibilizou um banco de dados de homologação para os testes e que foi acessado com a ferramenta IBExpert.

3.4 Descrição do produto

Baseado nessa realidade e tendo em vista facilitar o registro dos dados de controle dos pneus da frota, propôs-se o desenvolvimento de um aplicativo, que se integra ao sistema de gestão de pneus da Z Softwares. Esse aplicativo foi implementado para dispositivos móveis e possibilita a instalação em totens de atendimento para ser utilizado principalmente pelos borracheiros, podendo também ser usado pelos gestores da empresa para saber o andamento do processo dos seus funcionários. Conforme o diagrama da Figura 9 no aplicativo é possível fazer o cadastro dos pneus, registrar as aferições feitas nos pneus, fazer o controle da localização do pneu, podendo registrar a movimentação do local onde ele está para outra posição no bem (rodízio), para outro caminhão ou para o estoque. Além disso podem ser feitos registros dos demais tipos de movimentações dos pneus, como o registro dos consertos, das recapagens, das vendas e dos sucateamentos dos pneus. Dentro das movimentações e aferições também é possível fazer o registro de imagens e/ou vídeos dos pneus para registro histórico e também apontamento de avarias.

Figura 9 – Diagrama de caso de uso do aplicativo



Fonte: o autor

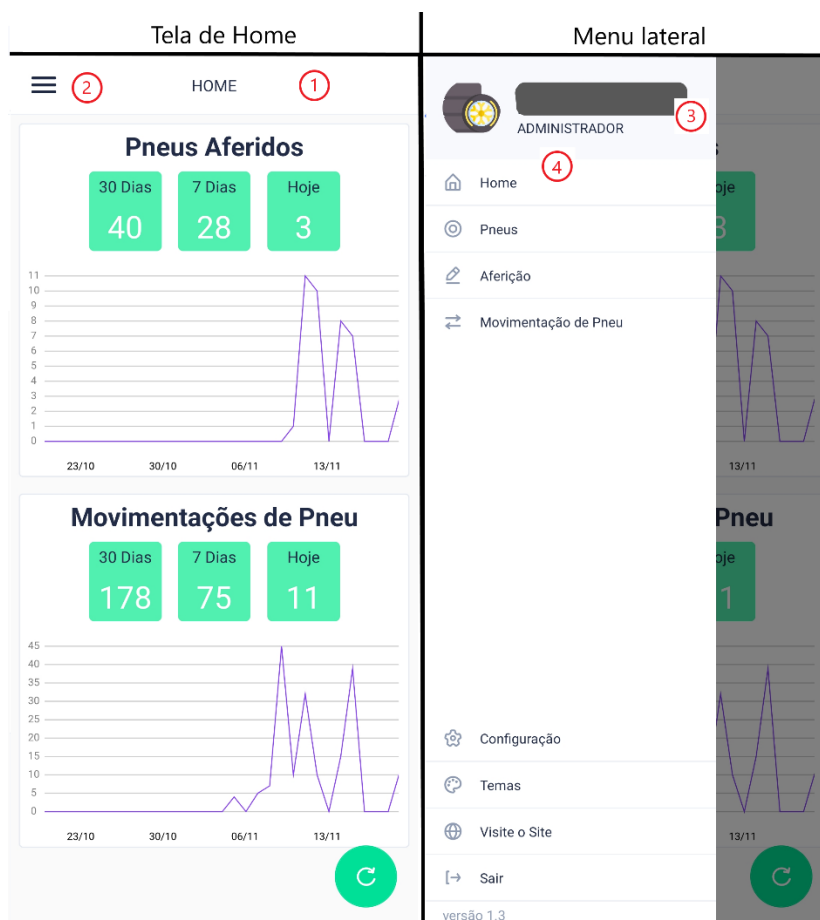
Como é possível verificar na Figura 9 há no app a possibilidade de visualizar o histórico dos pneus, bem como os indicadores gerados a partir destes dados, funções que hoje estão apenas disponíveis no sistema de controle de frota e que poderão ser acessadas facilmente pelo app. No aplicativo também há níveis de acesso aos dados, possibilitando o acesso restrito a informações relacionadas as outras filiais, como também a certas funcionalidades do app.

3.4.1 Funcionalidades e interfaces

A partir das operações descritas no tópico anterior serão abordadas as principais interfaces do aplicativo com uma breve explicação sobre suas estruturas.

Inicialmente para o usuário poder usar o aplicativo ele necessita configurar a conexão com a API para o app poder fazer as requisições adequadamente. Após configurado, e feito o login com mesmo usuário e senha do sistema ele é direcionado a tela de Home que está indicada pelo item 1 da Figura 10, onde o usuário tem acesso a alguns indicadores do uso do app. Dentre os 2 tipos de indicadores, quantidades de pneus aferidos e quantidade de pneus movimentados, são listados totalizadores por dia, dos últimos 7 dias e dos últimos 30 dias, além do gráfico dos últimos 30 dias que traz uma visão geral de qual momento do mês houve mais operações. Tais indicadores apontados na tela de Home foram discutidos com o cliente com o objetivo de estimular o usuário do app a realizar as suas tarefas.

Figura 10 – Tela de home e menu lateral



Fonte: o autor

Para navegar entre as principais funções do aplicativo há o menu lateral que pode ser acessado pelo botão indicado pelo item 2 da Figura 10, após selecionado o menu lateral se expande trazendo qual a empresa e o usuário logados no app, indicado pelo item 3, além da lista dos principais módulos do app, como o módulo de pneus, o módulo de aferição e de movimentação de pneus.

3.4.1.1 Módulo de pneu

No módulo de pneus é possível fazer o cadastro dos pneus informando suas características, fabricante, modelo, número de série, em qual vida ele está, suas especificações de profundidade do sulco e pressão mínima e máxima, como também onde ele está alocado, se já está em um bem, no estoque, se já foi sucateado, vendido ou foi enviado para recapagem. Também podem ser alterados esses dados bem como remover o pneu do sistema.

Na Figura 11 é possível ver a tela de listagem de pneus, sua estrutura é muito similar as demais listagens existentes no app. Na listagem há uma caixa de seleção com filtro por disponibilidade do pneu⁹ e outra caixa de seleção com alguns filtros de busca e uma caixa de texto para informar o filtro, indicados pela numeração 1. Logo abaixo dos filtros há a lista de pneus, identificados pelo número 2. Cada item listado é composto pela imagem de um pneu junto de suas informações de identificação e seguidos pelo símbolo de sua disponibilidade⁹ e a representação de qual vida¹⁰ o pneu possui. Os itens da listagem levam à visualização do cadastro do pneu se clicados e se deslizar para a direita ou para a esquerda é possível alterar ou excluir o pneu, como identificados pelos números 3 e 4, nesta ordem. O número 5 é o botão que leva a cadastrar um novo pneu.

⁹ Disponibilidades do pneu no sistema: em estoque, alocado em um bem, na recapagem, no conserto, vendido ou sucateado.

¹⁰ Vidas de pneu no sistema: N (novo, cor verde), R1 (1 recapagem, cor azul), R2 (2 recapagens, cor amarela), R3 (3 recapagens, cor marrom), R4 (4 recapagens, cor vermelha) e R5 (5 recapagens, cor preta)

Figura 11 – Listagem e cadastro de pneu

Listagem de pneus

PNEUS

Todos os Pneus

Pesquisa por número de fogo

Informe a pesquisar

Código: 897

Número de fogo: 1973

Posição: 2EI

N

896

Número de fogo: 1972

Posição: 2EE

N

Editar

Código: 895

Número de fogo: 1732

Posição:

Código: 894

Número de fogo: 1970

Posição:

R1

Código: 893

Número de fogo: 1969

Posição:

R1

Código: 892

Número de fogo: 1971

Posição: 2E

R2

Código: 891

Número de fogo: 1968

Posição: 1D

R1

Código: 890

Número de fogo: 1908

Posição: 2DE

+

Cadastro de pneu

EDITAR PNEU

Dados

Imagens

Afer.

Mov.

Histórico

Código do Pneu

913

us

Novo

Número de Fogo

1990

Número de Série

PROVATO

DOT

0722

Alocado

Sucata

Centro de Custo

Id: 86

Nome: 1007 - LOCADA PROCEL

Fabricante de Pneu

Id: 82

Nome: PROVATO

Modelo de Pneu

Id: 176

Nome: MULTI ROAD

Medida

EDITAR PNEU

Dados

Imagens

Afer.

Mov.

Histórico

Lista de Imagens

PN_913_IMG_1.jpg

507.98 KB

Adicionar Foto/Vídeo

Fonte: o autor

Ademais na Figura 11 é mostrada a tela de cadastro de pneu indicando seu começo pelo item 6. Como indicado pelo número 7 esta tela possui as abas de dados do pneu com os campos pertinentes, e também as abas de imagens, aferições, movimentações e de histórico. Dentro do cadastro do pneu, bem como de outras movimentações que serão descritas mais a frente há a figura do pneu e a tarja colorida indicados pelo item 8, a figura do pneu vem com o símbolo que representa onde o pneu está (disponibilidade⁴) e a tarja colorida representa qual vida⁵ o pneu possui, facilitando assim a identificação das informações do pneu. O número 9 indica a listagem de imagens onde podem ser anexadas imagens e vídeos ao cadastro do pneu. Na aba de aferições são listadas todas as aferições que o pneu já tenha tido da mesma forma que a aba de movimentações traz todas as movimentações que o pneu teve ao longo de sua vida útil.

A aba de histórico indicada pelo item 7 da Figura 11 leva à tela de ficha histórica do pneu que está apresentada na Figura 12 e que contém indicadores dos pneus, bem como o histórico de vida do pneu.

Figura 12 – Ficha histórica do pneu

FICHA HISTÓRICA DO PNEU

Rendimento por Km

1

Novo:	
R1:	22502
R2:	13938
R3:	22733
R4:	
R5:	
Acumulado:	59173,00

Horas Totais

Novo:	
R1:	0
R2:	0
R3:	0
R4:	
R5:	
Acumulado:	0,00

Despesas R\$

Novo:	
R1:	0
R2:	490
R3:	641
R4:	
R5:	
Acumulado:	1131,00

Sulco Aplicação (mm)

Novo:	
R1:	18
R2:	18
R3:	21
R4:	
R5:	
Acumulado:	57,00

FICHA HISTÓRICA DO PNEU

Sulco Retirada (mm)

Novo:	
R1:	18
R2:	18
R3:	0
R4:	
R5:	
Acumulado:	36,00

Sulco Desgaste (mm)

Novo:	0
R1:	0
R2:	0
R3:	21
R4:	0
R5:	
Acumulado:	21,00

Custo do (Km)

Novo:	0
R1:	0
R2:	28,444897959183674
R3:	35,464898595943836
R4:	0
R5:	
Acumulado:	63,91

Custo Hora

Novo:	0
R1:	0
R2:	0
R3:	0
R4:	0
R5:	
Acumulado:	0,00

FICHA HISTÓRICA DO PNEU

Custo por (mm)

Novo:	0
R1:	0
R2:	0
R3:	30,523809523809526
R4:	0
R5:	
Acumulado:	30,52

Modelo/Desenho

Novo:	
R1:	BXT1 ALIANÇA
R2:	VM530L
R3:	VM530L
R4:	
R5:	

Fornecedor

Novo:	
R1:	
R2:	OST RENOVADRA DE PNEUS LTDA
R3:	OST RENOVADRA DE PNEUS LTDA
R4:	
R5:	

Frota

Novo:	
R1:	CV 01
R2:	
R3:	SR 03
R4:	
R5:	

Posição

Novo:	
R1:	2FF

Fonte: o autor

Dentro da tela de ficha histórica do pneu há blocos como indicados pelo item 1 da Figura 12 que contém o nome do indicador ou informação do pneu, seguido pelo valor para cada uma das suas vidas e um valor acumulado de todas as vidas juntas caso se aplique. Dentre os indicadores listados estão o rendimento do pneu (km ou horas), suas despesas, sulco inicial de cada vida (sulco aplicação), sulco ao fim da vida (sulco retirada), desgaste do sulco em cada vida e custo do pneu (km, hora ou mm de sulco). Quanto as informações históricas do pneu são apresentadas a relação de modelo ou desenho do pneu em cada vida, qual fornecedor fez a recapagem de cada vida, em qual bem ele estava ao final da vida e em qual posição deste bem ele estava. Devido ao momento que o sistema de controle de pneus foi implantado alguns pneus já não eram novos e haviam sido recapados, por isso não há dados para os critérios dos indicadores para algumas vidas já que o sistema não tem informação desde o primeiro km rodado do pneu.


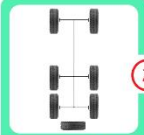
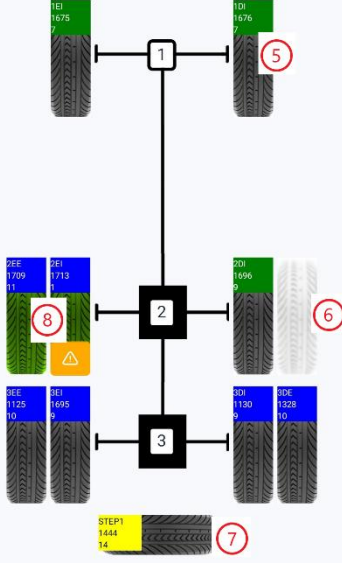
A listagem de aferições e movimentações do pneu juntamente com sua ficha histórica têm por objetivo trazer ao usuário o histórico do pneu. Estes dados são levados em consideração no momento de decidir se o pneu receberá mais uma recapagem, um conserto ou se será sucateado, por exemplo.

3.4.1.2 Módulo de aferição

Neste módulo são registradas as medições dos sulcos e pressão dos pneus, bem como o apontamento de avarias e anexação de fotos e vídeos. O pneu pode ser localizado por meio da busca pelas suas informações como número de fogo, número de série e também pela seleção do pneu dentro do bem onde é mostrado o chassi do veículo e seus respectivos pneus.

O módulo começa na tela inicial de aferição com a escolha entre buscar um pneu pela listagem de pneus, buscar pelo bem ou se você quer listar as aferições registradas, como indicado pelos números 1, 2 e 3 da Figura 13.

Figura 13 – Registro de aferição

Tela inicial de aferição	Busca de pneu por bem	Cadastro de aferição
<p>AFERIÇÃO</p> <div>  1  2 </div> <p>Buscar pelo Pneu Buscar pelo Bem</p> <p>Listar Aferições 3</p>	<p>Aferição</p> <p>SELECIONE UM PNEU</p> <p>Bem</p> <p>Id: 26 Descrição: CAMINHÃO BASC TRUCK SIMPLIS Placa: IQT 6015 4</p>  <p>5 6 7</p>	<p>NOVA AFERIÇÃO 9</p> <p>Pneu</p> <p>Número Fogo: 1813 Número Série: DUNLOP Posição: 1D</p> <p>Data</p> <p>01/12/2022</p> <p>Hora</p> <p>19:41</p> <p>Sulco Atual</p> <p>14 +</p> <p>Pressão Atual</p> <p>0 +</p> <p>Hr Atual do Pneu em Todos os Status</p> <p>0</p> <p>Km Atual do Pneu em Todos os Status</p> <p>6338</p> <p>Avaria</p> <p>Selecione a Avaria</p> <p>Causa</p> <p>Selecione a Causa</p> <p>Ação</p> <p>Selecione a Ação</p> <p>Precaução</p> <p>Selecione a Precaução</p>

Fonte: o autor

Caso o usuário selecione buscar pelo pneu o sistema encaminhará para a tela de listagem de pneus para selecionar o pneu. Já se o usuário selecionar buscar pelo bem ele será encaminhado para a interface de chassi, onde após selecionar o bem indicado pelo número 4, é exibido o seu chassi com os eixos identificados com o nome previamente cadastrado no sistema e com os seus respectivos pneus alocados. O número 5 indica um pneu alocado no bem enquanto o número 6 indica uma posição disponível no bem. Os pneus na horizontal indicados pelo número 7 são os pneus estepe. Todos os pneus possuem uma pequena legenda com seu número de fogo, o nome da posição em que ele está alocado e a medição do sulco em um fundo da cor que simboliza a vida⁵ que o pneu possui e caso o tamanho do sulco do pneu fique abaixo do mínimo ele recebe um ícone de alerta para sinalizar que já está na hora de trocar o pneu e talvez o mandar para a recapagem.

Após selecionar um pneu o usuário é encaminhado ao cadastro de aferição indicado pelo número 9, onde serão registradas as medições de sulco e pressão do pneu, avarias e anexação de fotos e vídeos. Caso o pneu já tenha sido aferido naquele dia ele recebe a cor verde para indicar ao usuário que já foi feita a medição, como indicado pelo item 8.

3.4.1.3 Módulo de movimentação de pneu

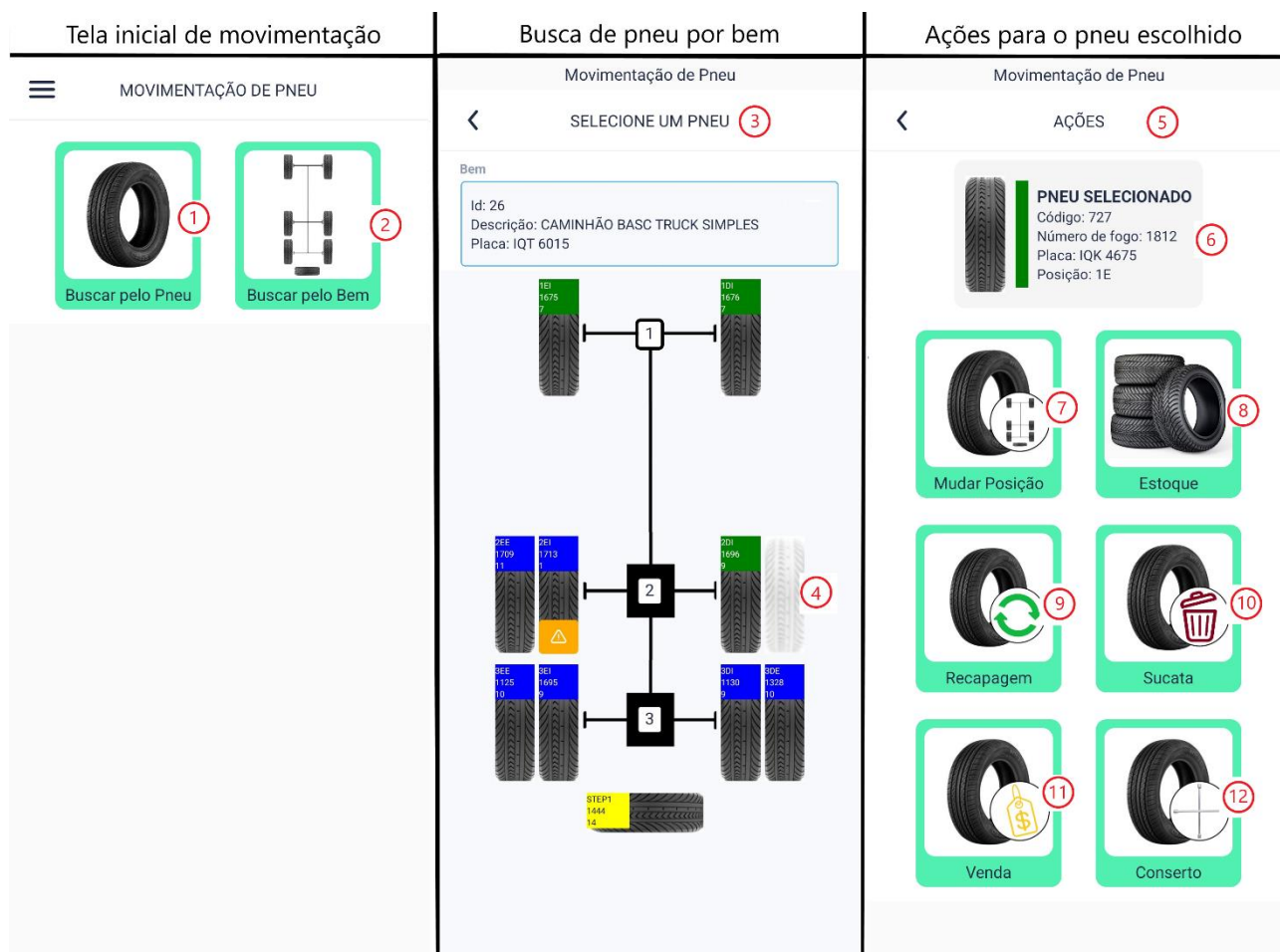
Este módulo engloba as principais funcionalidades dentro do aplicativo. Inicialmente o usuário na tela inicial de movimentação seleciona um pneu buscando pelas suas informações na listagem de pneus ou buscando pelo bem, itens 1 e 2 da Figura 14. Após selecionado o pneu o usuário é encaminhado à tela de ações para o pneu escolhido indicada pelo item 5 da Figura 14 onde o pneu selecionado é exibido com algumas informações como indicado pelo item 6 e tem a possibilidade de escolher algumas ações¹¹ indicadas pelos itens 7 ao 12 da Figura 14. Ao clicar no pneu selecionado indicado pelo item 6 o usuário é encaminhado ao cadastro

¹¹ Ações para o pneu escolhido: mudar a posição do pneu, dentro do mesmo bem (rodízio) ou mudando para outro, enviar o pneu para o estoque, registrar o envio do pneu para recapagem, registrar o sucateamento, registrar a venda do pneu e registrar o envio do pneu para o conserto.

daquele pneu, dando acesso as listagens de aferições, movimentações e a ficha histórica do pneu.

No momento da busca do pneu pelo bem, item 3 da Figura 14, as posições vazias indicadas pelo item 4 assumem um comportamento diferente, pois ao serem selecionadas já encaminham para a listagem de pneus para escolher um pneu para alocar naquela posição vaga.

Figura 14 – Movimentação de pneu



Fonte: o autor

Na opção de mudar a posição do pneu (rodízio), indicada pelo item 7 da Figura 14, o usuário é redirecionado a tela de busca de pneu por bem novamente para escolher em qual posição o pneu será alocado, como indicado pela Figura 15, itens 1 e 3. Nesta situação o pneu que mudará de posição recebe a cor azul para indicar qual tinha sido o pneu escolhido anteriormente, como mostra o item 4 da Figura 15.

Figura 15 – Mudar posição do pneu







Fonte: o autor

Além do mesmo bem, o pneu também pode ser alocado em um bem diferente por meio da seleção indicada pelo número 2 da Figura 15. Caso a posição selecionada para alocar o pneu esteja ocupada o usuário é questionado se deseja trocar os pneus de posição. Se selecionada a opção de troca é feita a troca das posições e caso contrário ele é encaminhado a tela de ações para o pneu a ser removido, item 5, onde o pneu mostrado no item 6 é o pneu da posição selecionada e que será removido. Nesta situação o usuário pode escolher algumas ações¹² para o pneu que estava na posição de destino como indicado pelo item 7.

No caso do envio de um pneu para o estoque é necessário informar um motivo pelo qual o pneu está sendo enviado para o estoque, um centro de custo dentro da lista já cadastrada pela empresa e o sulco atual do pneu para atualizar seu histórico, como indicado na Figura 16, item 1.

¹² Ações para o pneu a ser removido: trocar de lugar com o pneu de origem, enviar para o estoque, para a sucata, para a recapagem, para o conserto ou registrar a venda do mesmo.

Figura 16 – Envio para estoque, recapagem e sucata

Registro de envio para estoque	Registro de recapagem	Registro de sucateamento
<p>ENVIAR PARA ESTOQUE ①</p> <div>  <div> <p>Pneu</p> <p>Número Fogo: 1675 Número Série: PIRELLI Posição: 1</p> </div> </div> <p>Motivo</p> <p>Sem Motivo Selecionado</p> <p>Centro de Custo</p> <p>Sem Centro de Custo Selecionado</p> <p>Sulco Atual</p> <p>— 7 +</p> <p>Salvar</p> <p>Salvar e Adicionar Imagens </p> <p>Cancelar</p>	<p>RECAPAGEM DO PNEU ②</p> <div>  <div> <p>Pneu</p> <p>Número Fogo: 1676 Número Série: Posição:</p> </div> </div> <p>Motivo</p> <p>Id: 34 Nome: AJUSTE ESTOQUE</p> <p>Desenho</p> <p>Id: 23 Nome: DV-RM</p> <p>Fornecedor</p> <p>Id: 61 Nome: ADROALDO CONCE. MACIEL PERES</p> <p>Número Coleta</p> <p>Sulco Saída</p> <p>7</p> <p>Data Envio</p> <p>01/12/2022</p> <p>Data Previsão Entrega</p> <p>10/12/2022</p>	<p>ALTERAR ENVIO PARA SUCATA ③</p> <div>  <div> <p>Pneu</p> <p>Número Fogo: 1709 Número Série: Posição: 2</p> </div> </div> <p>Motivo</p> <p>Id: 4 Nome: BAIXA ESTOQUE</p> <p>Centro de Custo</p> <p>Id: 0 Nome: 1004-LOCADA RUMO CERTO</p> <p>Sulco Atual</p> <p>11</p> <p>Valor Ação</p> <p>0</p> <p>Data Ação</p> <p>01/12/2022</p> <p>NF/Laudo</p> <p>123abc</p> <p>Empresa</p> <p>Recicladora</p> <p>Local da Sucata</p>

Fonte: o autor

Se o pneu atingir o tamanho mínimo de altura do sulco e suas demais condições forem boas ele pode ser encaminhado para a recapagem e será registrado qual fornecedor realizou o serviço e quais foram os serviços prestados e seus valores para contabilizar o custo do pneu, além de imagens e/ou vídeos, como indicado na Figura 16, item 2.

No momento em que o pneu já não estiver mais em condições de continuar rodando é feito o registro de sucateamento do pneu onde é informado o motivo juntamente com dados relacionados ao laudo de sucateamento, valores e local destinado, além de imagens e/ou vídeos, como é mostrado na Figura 16, item 3.

Em caso da necessidade de venda do pneu é feito o registro como mostra a Figura 17, item 1. Para isso é necessário informar o motivo juntamente com dados do laudo de venda e valores relacionados, que também servem de base para os indicadores do pneu, como também imagens e/ou vídeos para registro.

Figura 17 – Envio para venda e conserto

Registro de venda	Registro de conserto
<p>< ALTERAR ENVIO PARA VENDA ①</p> <p>Dados Imagens</p> <p>Código: 3118</p> <p>Pneu</p> <p>Número Fogo: 1125 Número Série: Posição: 3</p> <p>Motivo</p> <p>Id: 6 Nome: AFERIÇÃO</p> <p>Centro de Custo</p> <p>Id: 0 Nome: 286- DMAE DRENAGEM ZN</p> <p>Sulco Atual</p> <p>10</p> <p>Valor Ação</p> <p>0</p> <p>Data Ação</p> <p>01/12/2022</p> <p>NF/Laudo</p> <p>456cde</p> <p>Empresa</p> <p>Semi-novos Pneus</p> <p>Observação</p>	<p>< CONSERTO DO PNEU ②</p> <p>Dados Serviços Imagens</p> <p>Código: 33</p> <p>Pneu</p> <p>Número Fogo: 1695 Número Série: Posição:</p> <p>Motivo</p> <p>Id: 34 Nome: AJUSTE ESTOQUE</p> <p>Sulco Saída</p> <p>9</p> <p>Fornecedor</p> <p>Id: 14 Nome: ABASTECEDORA TRÊS AMIGOS LTDA</p> <p>Data Envio</p> <p>01/12/2022</p> <p>Data Previsão Entrega</p> <p>10/12/2022</p> <p>Observação</p> <p>Teste</p>

Fonte: o autor

Caso o pneu venha a sofrer alguma avaria é possível enviar um pneu para o conserto informando a causa, para qual fornecedor foi enviado o pneu, imagens e/ou vídeos e uma lista de serviços que tenham sido feitos e seus valores para serem usados como subsídio para a criação de indicadores do pneu, como o custo médio por quilômetro. O registro de conserto está indicado na Figura 17, item 2.

3.5 Validação

Para validar o presente projeto, o mesmo foi implantado em uma das 17 filiais da X Transportes. Após 1 semana foi realizada uma entrevista por telefone e gravada com o gerente controlador de pneus¹³ da filial. Ao longo da entrevista foram abordados os desempenhos das funcionalidades do app, o nível de dificuldade na usabilidade, o quanto o aplicativo atende a necessidade do gestor e da empresa e sua percepção quanto a agilidade adquirida no processo após o uso do app. Ao final o gestor também foi questionado sobre sugestões de melhorias do app. A fim de evidenciar o ganho de agilidade com o uso do app foram coletados dados do banco do sistema da empresa, trazendo o tempo de atraso que o sistema tinha antes do uso do aplicativo e sua comparação após o uso.

O aplicativo foi implantado na filial da X Transportes situada em Porto Alegre – RS, contando com 6 borracheiros e 1 controlador de manutenção. A implantação se deu por meio de treinamento para as pessoas alvo da aplicação e conversas diárias coletando retorno de usabilidade de funções a melhorar dentro do processo. Neste período foram coletadas algumas melhorias que foram implementadas e já constam no tópico 3.4.1, como a sinalização do pneu que está com o sulco menor ou igual ao mínimo.

Após período de 7 dias de uso do aplicativo o gerente de controle de pneus da filial foi entrevistado para avaliar o seu desempenho. Inicialmente ele foi questionado sobre a usabilidade do app, quão intuitivo e

¹³ Gerente responsável pela equipe de borracheiros

prático era o seu uso e o mesmo respondeu ser muito fácil usar o aplicativo e entender o seu fluxo de processo.

Em seguida foi perguntado se na visão dele o processo foi agilizado com o aplicativo e ele respondeu que sim. Após essa resposta foi perguntado de que forma essa agilidade se deu no processo. O gestor respondeu usando as seguintes palavras:

Ele agiliza porque a gente até então utilizava ficha para aferições de pneu e movimentações, então cada operação que era feita no campo com o pneu a gente utilizava uma ficha diferente, ou seja, o nosso controlador, a pessoa responsável por lidar com os pneus quando ia a campo fazer levantamento ele ia com uma pasta cheia de papéis né, e cada um deles vinha marcando e registrando e depois aqui na base isso tudo era passado para dentro do sistema. Então a agilidade foi nesse sentido, de não utilizar 2 pessoas para trabalharem na mesma coisa, um para coletar os dados e outro para registrar dentro do sistema.

Questionado sobre o tempo que se tinha entre preencher as fichas de inspeção e registrá-las no sistema foi respondido que levava em torno de 1 semana naquela filial e após a implementação o processo se tornou instantâneo.

Passou-se então para a avaliação individual de cada um dos principais módulos do sistema: cadastro de pneu, aferição e movimentação de pneu. Durante esta etapa foi usada uma escala de 1 a 5 para classificar cada um dos módulos, sendo o número 1 muito ruim e 5 muito bom. Para cada um dos módulos a nota dada foi 4 e o gestor justificou da seguinte forma: “*Por que a ferramenta do jeito que ela foi construída ela é bastante fácil de lidar, tem certa facilidade, agilidade só que tem alguns pontos a ajustar, por isso que nesse momento não dou nota 5.*”.

O próximo questionamento foi uma avaliação em uma escala de 1 a 5, sendo nota 1 não atende em nada e nota 5 atende totalmente, do quanto o aplicativo atende a necessidade da empresa e o gestor respondeu nota 5.

Por fim o gerente foi questionado sobre melhorias que o app pudesse ter de acordo com sua visão e a experiência de uso do app e a de seus funcionários. O mesmo fez apontamentos os quais já foram implementados posterior a avaliação. Identificou também um erro na aplicação o qual já foi corrigido e implementado.

Como forma de elucidar a agilidade adquirida no processo de registro das informações dos pneus foi solicitado acesso ao banco de dados da X Transportes para poder quantificar com precisão o atraso que ocorre no registro de aferições e movimentações dos pneus e a agilidade prevista após a utilização do app. Ao analisar o banco de dados percebeu-se a existência da data operação, seja ela aferição ou movimentação e também a data de cadastro no sistema, possibilitando assim a comparação entre elas e o resultado é o tempo de atraso do registro. A partir dos dados coletados no período dos últimos 6 meses foram criadas as Tabelas 1 e 2 mostradas a seguir.

Tabela 1 – Atraso do registro de movimentações

Período	Maior atraso (dias)	Média atraso (dias)
Junho	97	32
Julho	52	29
Agosto	38	15
Setembro	69	38
Outubro	129	23
Novembro	175	24
Média Geral	93,33	26,83

Fonte: o autor.

Como é possível identificar na Tabela 1 a média de atraso para o registro de movimentações é de 26,83 dias, sendo em média o maior atraso tendo 3 meses da sua operação, uma diferença muito grande. Há uma certa variação entre as médias ao longo dos 6 meses, mas não evidenciam uma melhora na agilidade durante esse período, visto que os maiores atrasos foram registrados nos últimos meses.

Já na Tabela 2 a seguir, a média de atraso é de 32,83 dias, sendo em média o maior atraso tendo mais de 6 semanas de atraso. Neste caso a variação ao longo dos 6 últimos meses foi positiva, visto que a média apresentou redução gradativa e em novembro chegou a quase $\frac{1}{4}$ da média do mês de Junho.

Tabela 2 – Atraso do registro de Aferições

Período	Maior atraso (dias)	Média atraso (dias)
Junho	67	43
Julho	69	54
Agosto	69	44
Setembro	33	30
Outubro	28	14
Novembro	24	12
Média Geral	48,33	32,83

Fonte: o autor.

Surpreendentemente ao analisar os dados, o que o gestor informou que havia uma semana de atraso se mostrou superior a 3 semanas para movimentações e a 4 para aferições, e não a uma. Leva-se em consideração que os dados apenas foram coletados dos registros em que ocorreu a diferença de datas. Em alguns dados não ocorreu a diferença, identificando que eventualmente foram registrados no mesmo dia que a operação no sistema. Após o uso do app não houve mais a diferença entre a data de lançamento e da operação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a proposta do sistema que era implementar uma solução para tornar mais ágil a coleta e registro de informações dos pneus no sistema. A ferramenta implementada mostrou-se eficaz analisando a validação aplicada junto a 1 filial, automatizando o processo e diminuindo etapas do mesmo. Etapas como a impressão da ficha de inspeção para o borracheiro começar o serviço e digitar as informações das fichas no sistema não são mais necessárias, visto que ele já pode registrar diretamente no app.

Além do aumento na agilidade alguns outros problemas citados anteriormente também foram sanados. A exemplo, os problemas de entendimento quanto a caligrafia do borracheiro não ocorrem mais, impedindo assim que sejam lançados dados incorretos de sulco e pressão, como também o próprio pneu para o qual será lançada a aferição. Da mesma forma que ocorriam inconsistências nas movimentações e agora não mais. Outro ponto é a eliminação das fichas em papel, que conforme o gestor relatou na entrevista presente no tópico 3.5 faziam com que o funcionário precisasse carregar inúmeras folhas e que agora são desnecessárias, economizando assim gastos com papel e impressão.

Espera-se que com a aplicação em todo o grupo de filiais o resultado seja muito mais expressivo e que se tenha um volume muito maior de controle. Um auxílio na aderência do app na empresa é a quantificação do volume de trabalho por meio dos gráficos de aferições e movimentações feitas pelo usuário. Incentivando os funcionários a alimentar o sistema com os dados dos pneus, melhorando a eficiência do controle de pneus. Com a ferramenta também será possível a implantação do controle de pneus nas filiais que ainda não a possuem, sem a necessidade da contratação de novos funcionários para este fim, visto que as responsabilidades do controlador de manutenção quanto a digitação das fichas já estará com os borracheiros daquelas filiais por meio do app.

Quanto a melhorias futuras, a partir das conversas diárias com a equipe de borracheiros durante a etapa de treinamento foram percebidas melhorias que seriam interessantes para otimizar e dar mais abrangência ao app. Sendo essas as melhorias:

- Ter a possibilidade de sugestão do próximo número de fogo ao cadastrar um pneu.
- Verificar com a Z Softwares a criação de padrões de sulco e pressão mínimos e máximos conforme o modelo dos pneus, possibilitando maior agilidade no cadastro do pneu.
- Criação da interface de retorno dos pneus da recapagem e conserto para ficarem disponíveis no estoque.
- Criar interface de alerta e notificação de pneus que estão na data prevista de entrega da recapagem

e/ou conserto

- Criação de interface de indicadores gerais dos pneus, como o fabricante com melhor desempenho, despesas com os pneus, quantidade recapagens e consertos em determinado período.

REFERÊNCIAS

AKVEO. **UI Kitten 5.1**. Disponível em: < <https://akveo.github.io/react-native-ui-kitten/>>. Acesso em: 02/10/2022.

AMARAL, Paulo. **Principais tipos de pneus para carros, motos e caminhões**. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/carros/principais-tipos-de-pneus-para-carros-motos-e-caminhoes-205511/>>. Acesso em: 15/08/2022.

ANEXO. **Sistema de gestão para Controle de Frota**. Disponível em: <<https://anexotecnologia.com.br/gestao-de-frota/>>. Acesso em: 17/09/2022.

CARNEIRO, Alexandre. **Pneu careca gera graves riscos, inclusive em pista seca: conheça 5 deles**. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/pneu-careca-riscos-5/>>. Acesso em: 18/08/2022.

FELIPE, Luiz. **Marcação a fogo: o primeiro passo para o controle de pneus**. Disponível em: <<https://prologapp.com/blog/marca-de-fogo/>>. Acesso em: 20/08/2022.

FELIPE, Luiz. **Tudo sobre o cálculo CPK**. Disponível em: <<https://www.prologapp.com/blog/calculo-cpk/>>. Acesso em: 14/09/2022.

GESTOR. Gestor da X Transportes: entrevista [dez. 2022]. Entrevistador: Igor Bandasz. Gravataí, 2022. 1 arquivo .aac (14 min.).

GESTRAN. **Controle de Pneus**. Disponível em: <<https://gestran.com.br/frota/pneus/>>. Acesso em: 17/09/2022.

GESTRAN. **Gestran Pneus | Solução pra economizar com pneus?** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Hp2UUtSLwYc&t=51s>>. Acesso em: 17/12/2022.

GESTRAN. **Os benefícios de possuir um sistema para controle de pneus da frota**. Disponível em: <<https://gestran.com.br/beneficios-sistema-controle-de-pneus-da-frota/>>. Acesso em: 14/09/2022.

GIL, Roberto. **Entenda o que é (e o que não é) método cascata + 3 dicas de como fazer na prática**. Disponível em: < <https://artia.com/blog/metodo-cascata/>>. Acesso em: 15/10/2022.

JUNSOFT. **O que é recapagem de Pneus?** Disponível em: <<https://www.reformadepneus.com/mostrar-blog/o-que-e-recapagem-de-pneus/2095>>. Acesso em: 29/08/2022.

LAOYAN, Sarah. **Tudo o que é preciso saber sobre a gestão de projetos em cascata**. Disponível em: <<https://asana.com/pt/resources/waterfall-project-management-methodology>>. Acesso em: 11/09/2022.

LIMA, Maurício. **O custeio do transporte rodoviário**. Disponível em: <<https://www.ilos.com.br/web/o-custeio-do-transporte-rodoviario/>>. Acesso em: 29/08/2022.

LIVATO, Marcos; MACHADO, Alexandre. Gestão de custos logísticos na cadeia de suprimentos: Um estudo sobre o custo de transporte de cargas. In: Encontro nacional de engenharia de produção, 30., 2010, São Paulo. **Anais do ENEGEP**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2010. p. 1-12.

MARCHESAN, Ricardo. **Combustível encarece a vida porque usamos muito caminhão? E se fosse trem?** Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2017/08/20/transporte-trem-combustivel-preco-caminhao.htm#:~:text=Trem%20x%20Caminh%C3%A3o,o%20rodovi%C3%A1rio%2C%20segundo%20Bruno%20Batista.>>. Acesso em: 11/08/2022.

NATIVE, React. **Core Components and Native Components**. Disponível em: <<https://reactnative.dev/docs/intro-react-native-components>>. Acesso em: 01/09/2022.

ONBLOX. **Rodízio de pneus: como e quando fazer nos caminhões?** Disponível em: <<https://onblox.com.br/rodizio-de-pneus/>>. Acesso em: 29/08/2022.

PROLOG. **Prolog App - Mais controle e economia para a sua frota através da gestão de pneus.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cKGbmptuuQ8>>. Acesso em: 17/12/2022.

PROLOG. **Sistema de Gestão de Pneus.** Disponível em: <https://prologapp.com/gestao-de-pneus/?utm_source=blog&utm_medium=menu>. Acesso em: 17/09/2022.

ROYCE, Winston. Managing the development of large software systems. **Proceedings of IEEE WESCON**, p.328-338, ago. 1970.

SEMEDO, Maria. **Ganhos de produtividade e de sucesso de Metodologias Ágeis VS Metodologias em Cascata no desenvolvimento de projectos de software.** Lisboa, 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática e Sistemas de Informação) – Faculdade de Engenharia Informática e Sistemas de Informação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

SENATRAN. **Frota de veículos.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>>. Acesso em: 12/08/2022.

SOFIT. **Controle custos e digitalize processos com o controle de pneus Sofit.** Disponível em: <<https://www.sofit4.com.br/solucoes/controle-de-pneus/>>. Acesso em: 17/09/2022.

SOFIT. **Controle de pneus da frota | Sofit View.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=W3Zobna-C2M&t=57s>>. Acesso em: 17/12/2022.

STABELINI, Delton. **8 cuidados para aumentar a vida útil de um pneu.** Disponível em: <<https://blog.texaco.com.br/ursa/vida-util-pneu/>>. Acesso em: 29/08/2022.

TEXACO, Especialista. **Reciclagem de pneus na redução dos impactos ambientais.** Disponível em: <<https://blog.texaco.com.br/ursa/reciclagem-de-pneus/>>. Acesso em: 17/08/2022.

TOTVS. **Gestão de pneus: o que é, importância e como fazer.** Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/gestao-para-rotas/gestao-de-pneus/#:~:text=Uma%20gest%C3%A3o%20de%20pneus%20eficiente%20tamb%C3%A9m%20%C3%A9%20capaz%20de%20aumentar,diminuir%20o%20desgaste%20dos%20pneus.>>. Acesso em: 29/08/2022.