

TECNOLOGIAS VESTÍVEIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA MONITORAMENTO PREDITIVO DA SAÚDE DE MOTORISTAS DE CARGA: UM RELATO DE DESENVOLVIMENTO

ANA PAULA DO NASCIMENTO DE ANDRADE¹; HERISON DE CARVALHO SILVA²; WILSON TEIXEIRA DE ÁVILA³; CLAUDIA TURRA MAGNI⁴; GUILHERME RIBEIRO CORRÊA⁵; FERNANDA LISE⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – apnandrade@inf.ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – herison.cs@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – wilsomdeavila@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – clauturra@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – gcorrea@inf.ufpel.edu.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – fernandalise@gmail.com

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

A gestão de saúde no transporte rodoviário de cargas evoluiu da medicina tradicional, focada em exames admissionais, periódicos e demissionais pontuais (Mendes, 2020) para um modelo preventivo e contínuo. A inovação do projeto viabiliza o desenvolvimento de um modelo preditivo de doenças de motoristas de caminhão, integrando a coleta de dados de campo ao processamento de biossinais para avaliar o risco de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) como Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), Diabetes Mellitus (DM), e obesidade dos caminhoneiros.

A aproximação com o projeto se deu pelo estudo quanti-qualitativo de avaliação de 26 Pontos de Parada e Descanso (PPDs) credenciados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), no Rio Grande do Sul, no qual, para coleta de dados, utilizaram-se questionários e registros fotográficos. Para o estudo de predição de doenças, após anuência das transportadoras para proceder com monitoramento fisiológico contínuo dos motoristas via dispositivos vestíveis/ *smartwatches* serão avaliadas a frequência cardíaca, oximetria, qualidade do sono, apnéia, PAS, DM, Eletrocardiograma e nível de estresse. Para a medições biométricas serão utilizados equipamentos como esfigmomanômetro, glicosímetro, balança e fita métrica. Computacionalmente, o fluxo de dados emprega os algoritmos CART e Random Forest para a classificação binária do estado de saúde e a identificação de padrões de risco de Doença Renal Crônica (DRC), DM, HAS, obesidade, sonolência e fadiga.

A principal novidade metodológica em relação às práticas convencionais é a capacidade de monitorar o trabalhador em seu ambiente real de operação de forma contínua. Ao relacionar as séries temporais fisiológicas obtidas pelos relógios com a qualidade dos serviços nos PPDs, a solução busca antecipar alterações clínicas e estados de exaustão antes que resultem em agravos à saúde ou acidentes em rodovias (Lise et al., 2024;2025; Ramakrishnan; Velmurugan, 2026). Este estudo teve como objetivo descrever as etapas metodológicas iniciais do estudo de predição de DCNT em caminhoneiros com uso de tecnologias vestíveis e inteligência artificial (IA).

2. ANÁLISE DE MERCADO

A inovação foca no transporte rodoviário de cargas, cujos motoristas de curta e longa distância enfrentam rotinas exaustivas, privação de sono e risco elevado de DCNT(Sangaleti et al., 2023). Como público secundário, a solução atende empresas de logística, gestores de frotas e órgãos públicos focados na saúde, bem estar, segurança e na melhoria das condições de trabalho nas rodovias.

No cenário atual, as tecnologias mais difundidas no setor voltam-se para a telemetria do veículo (focada no consumo de combustível e manutenção do caminhão) ou para sistemas de câmeras de cabine que identificam sinais visíveis de sonolência, como o fechar dos olhos (Sahayadhas et al., 2012). Diferenciamos a solução ao focar diretamente nos marcadores biológicos, atuando de forma preventiva antes que os sintomas de DCNT sonolência, fadiga extrema se manifestem na condução do veículo (Ramakrishnan; Velmurugan, 2026).

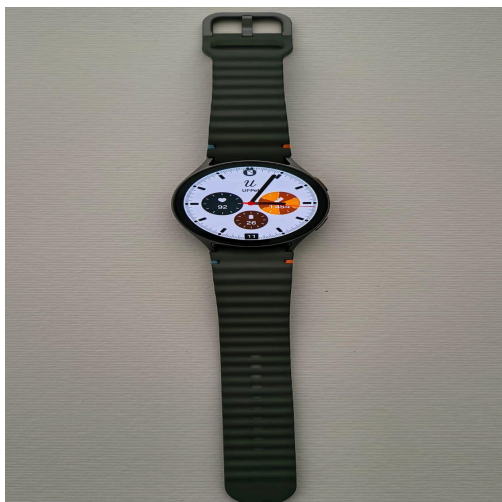
O potencial de aplicação da tecnologia é amplo, considerando que o Brasil possui mais de 1,2 milhão de transportadores autônomos de carga e frotistas cadastrados no registro nacional (ANTT, 2026). A implementação inicial da ferramenta foca nos principais corredores logísticos e PPDs do Sul do país (DNIT, 2023; Lise et al., 2024), demonstrando viabilidade para ser expandida progressivamente para outras frotas e regiões brasileiras.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O estudo integra o projeto "Predição de doenças a partir de IA com marcadores biopsicossociais de motorista de caminhão de longa distância", aprovado na chamada CNPq nº 21/2024 e pelo Comitê de Ética em Pesquisa, parecer nº 8.305.900. A inovação foca na transferência de tecnologia para o setor produtivo e no suporte de saúde e segurança ocupacional. A sustentabilidade fundamenta-se em parcerias com transportadoras e concessionárias, enquanto a estratégia de propriedade intelectual abrange o registro da esteira preditiva e a disponibilização do banco de dados para novas pesquisas.

Ao longo de seis meses, a pesquisa articulou etapas práticas e computacionais, iniciando pelo desenvolvimento do aplicativo de registro fotográfico dos serviços dos PPDs, dos formulários e do manual de coleta. A fase de campo abrangeu viagens pelo Rio Grande do Sul para a coleta de dados nos 26 PPDs credenciados pelo DNIT. Para ajustar os procedimentos e o manuseio das ferramentas, a equipe realizou um pré-teste interno com *smartwatches* (Figura 1), *smartphones* e dispositivos biométricos antes da abordagem aos motoristas.

Figura 1: Dispositivo vestível (Samsung Galaxy Watch 7 44mm, Bluetooth 4G)



Fonte: Fotografia de Fernanda Lise, banco de imagens da pesquisa, 2026.

Durante o desenvolvimento tecnológico, um aspecto central foi a busca pelo banco de dados ideal para estruturar as informações da pesquisa. O projeto exige o armazenamento simultâneo de dados qualitativos e questionários estruturados, bem como de séries temporais contínuas de bio-sinais geradas pelos relógios (Han; Kamber; Pei, 2011). Após a estruturação dos dados, será consolidado o pipeline de desenvolvimento do modelo preditivo. Será aplicado o algoritmo K-Nearest Neighbors (K-NN) para a imputação de dados ausentes e a técnica Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) para tratar o desbalanceamento das classes, assim como os algoritmos CART e Random Forest para a classificação binária. O modelo será inicialmente testado com a base epidemiológica pública NHANES (2017-2018) e, posteriormente, será replicado nos dados coletados no estudo piloto com os motoristas.

Os principais desafios operacionais identificados, como a instabilidade de conectividade nas estradas e a resistência dos condutores para uso de tecnologias, serão mitigados pela implementação de arquitetura *offline-first* no dispositivo e caso se perceba dificuldades ou inabilidade com a tecnologia serão utilizados roteiros educativos de uso dos dispositivos.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

O principal resultado esperado é o impacto social na promoção da saúde, prevenção de adoecimento do caminhoneiro e na prevenção de acidentes de trânsito. A identificação antecipada de fatores de risco associados às DCNT, sono e fadiga permitirão orientar o motorista a buscar atendimento médico adequado antes do agravamento do seu quadro de saúde (Sangaleti *et al.*, 2023). Assim como pode contribuir com a segurança e preservação da vida, com a redução de acidentes rodoviários causados pela sonolência e ou exaustão física.

Do ponto de vista econômico, a adoção de estratégias preventivas contribui para a redução de custos com afastamento por doenças, perdas materiais, indenizações e interrupções na cadeia de transporte. Como perspectiva de continuidade do trabalho, pretende-se aprimorar o processamento dos dados diretamente nos dispositivos e expandir a coleta para um número maior de motoristas, elevando a precisão dos modelos preditivos desenvolvidos.

5. CONCLUSÕES

O trabalho realizado demonstrou a viabilidade de integrar a coleta de dados de campo, a medição contínua por *smartwatches* e técnicas de IA para o acompanhamento da saúde de motoristas de carga. O relato das atividades — englobando, o pré-teste dos equipamentos, a seleção da estrutura de banco de dados para séries temporais e a validação do pipeline preditivo — reflete o avanço prático alcançado no projeto.

Os resultados obtidos até o momento consolidam uma base metodológica importante para a pesquisa acadêmica e para o setor de transportes. A sequência do trabalho prevê o fortalecimento das parcerias institucionais e o aprimoramento contínuo das ferramentas, visando contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e para a segurança nas rodovias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Relatório do Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas (RNTRC). Brasília: ANTT, 2026. Acessado em 08 set. 2026. Online. Disponível em:
<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/cargas/rntrc-1/rntrc-em-numeros>

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Pontos de Parada e Descanso (PPD) nas Rodovias Federais. Brasília, 2023. Acessado em 10 ago. 2026. Online. Disponível em:
<https://www.gov.br/dnit>

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. Data Mining: Concepts and Techniques. 3. ed. Waltham: Morgan Kaufmann, 2011.

LISE, F. et al. Health conditions and services in rest areas for truck drivers. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, v.77, p.e20230100, 2024.

LISE, F. et al. Assessment of occupational risks and rest stop infrastructure for long-distance drivers. Journal of Transport & Health, Amsterdam, v.34, p.101-112, 2025.

MENDES, R. Patologia do Trabalho. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2020.

RAMAKRISHNAN, S.; VELMURUGAN, T. Time-series analysis of physiological biometric signals for fatigue detection in drivers. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Piscataway, 2026.

SAHAYADHAS, A.; SUNDARAJ, K.; MURUGAPPAN, M. Detecting driver drowsiness: a review of system devices and algorithms. Sensors, Basel, v.12, n.12, p.16937-16953, 2012.

SANGALETI, C. T. et al. Cardiovascular risk factors and sleep disorders in truck drivers: a cross-sectional study. BMC Public Health, London, v.23, n.1, p.412, 2023.