

# Monitoramento e Controle de Velocidade para Lombadas em VANETs

Gabriel Rezende Machado e Giovanna Maria Alves Evangelista  
Faculdade de Computação, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Uberlândia, MG – Brasil  
Email: {gabriel<sub>m</sub>achado, giovannamevan}@ufu.br

**Abstract**—O aumento da densidade de veículos nas vias urbanas e a necessidade de garantir a segurança no trânsito tornam as Redes Veiculares Ad Hoc (VANETs) uma solução promissora no contexto dos Sistemas de Transporte Inteligente (ITS). Este trabalho propõe o desenvolvimento e simulação de um sistema para monitoramento e controle de velocidade em lombadas, com o objetivo de reduzir acidentes e melhorar a segurança em áreas urbanas. O sistema utiliza comunicação Vehicle-to-Infrastructure (V2I) e Vehicle-to-Vehicle (V2V), permitindo que veículos em uma rede VANET recebam alertas de aproximação de lombadas e ajustem sua velocidade de forma automática ou manual. A simulação foi realizada utilizando os frameworks SUMO, Veins e OMNeT++, modelando um cenário urbano realista com base na Avenida Anselmo Alves dos Santos, em Uberlândia, Brasil. Foram analisados parâmetros como redução média de velocidade, impacto no fluxo de tráfego e taxa de sucesso na transmissão de mensagens entre veículos e RSUs (Unidades de Comunicação na Estrada). Os resultados demonstram que o sistema é eficiente na prevenção de acidentes, promovendo maior adesão às regras de velocidade e reforçando o potencial das VANETs em soluções de segurança veicular.

**Index Terms**—VANET, Comunicação V2I, Segurança no Trânsito, SUMO, Veins, OMNeT++.

## I. INTRODUÇÃO

O aumento do número de veículos nas vias urbanas e a ocorrência frequente de acidentes em locais com lombadas ou obstáculos de trânsito destacam a necessidade de tecnologias que possam melhorar a segurança e a fluidez no tráfego. As Redes Veiculares Ad Hoc (VANETs) emergem como uma solução viável no contexto dos Sistemas de Transporte Inteligente (ITS), permitindo a comunicação entre veículos (V2V) e entre veículos e a infraestrutura (V2I). Essas redes têm o potencial de transformar o gerenciamento de tráfego urbano, promovendo maior segurança e eficiência.

Neste trabalho, propõe-se um sistema baseado em VANETs para monitorar e controlar a velocidade de veículos ao se aproximarem de lombadas. O objetivo é reduzir acidentes e garantir o cumprimento das regras de trânsito por meio de comunicação em tempo real entre veículos e Unidades de Comunicação na Estrada (RSUs). A simulação foi realizada utilizando ferramentas como SUMO, Veins e OMNeT++, possibilitando a modelagem de cenários realistas e a análise de parâmetros relevantes, como a taxa de redução de velocidade e a eficiência na transmissão de mensagens.

## II. CONTEXTUALIZAÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O crescente interesse em Redes Veiculares Ad Hoc (VANETs) no contexto dos Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) reflete a sua relevância para melhorar a segurança viária, reduzir congestionamentos e viabilizar aplicações de conforto. VANETs permitem a comunicação entre veículos (V2V) e entre veículos e a infraestrutura (V2I), possibilitando a troca de informações em tempo real para evitar acidentes, monitorar condições de tráfego e emitir alertas de segurança.

### A. Comunicação e Protocolos de Disseminação em VANETs

A disseminação de mensagens em VANETs enfrenta desafios relacionados à eficiência, escalabilidade e confiabilidade. Segundo Mahmood e Tulika [1], os protocolos de disseminação devem minimizar o uso de largura de banda enquanto garantem que as mensagens sejam recebidas em tempo hábil, especialmente em aplicações de segurança. A comunicação pode ocorrer de forma direta (via *broadcast*) ou através de múltiplos saltos (*multi-hop*), o que exige protocolos otimizados para reduzir redundâncias, evitar colisões de mensagens e lidar com problemas de nós ocultos.

Hamato et al. [2] destacam que os protocolos de disseminação podem ser classificados com base nos métodos de comunicação, como *beaconing* (troca periódica de mensagens entre nós vizinhos), *handshaking* (mecanismo de confirmação entre remetente e destinatário) e transmissão direta. Além disso, os critérios para seleção do próximo retransmissor são fatores críticos para garantir eficiência e confiabilidade. Entre os critérios mais comuns estão a seleção do nó mais distante, o nó com melhor qualidade de link ou o nó mais demandado em termos de criticidade da mensagem recebida.

### B. Aplicações de Segurança e Controle de Velocidade em VANETs

O controle de velocidade de veículos é uma das aplicações mais promissoras das VANETs no campo da segurança viária. Abbas e Abdullah [3] propõem uma abordagem prática para limitar a velocidade de veículos utilizando dispositivos VANET instalados em veículos e na infraestrutura viária. O sistema descrito envia mensagens contendo o limite de velocidade permitido para um trecho específico, ajustando automaticamente os parâmetros do veículo para garantir que ele não exceda o limite estabelecido.

Os autores também destacam outras aplicações relevantes, como:

- **Avisos de colisão iminente:** A comunicação em tempo real pode alertar motoristas sobre possíveis acidentes à frente.
- **Controle remoto de velocidade:** Autoridades podem intervir em situações críticas, como perseguições ou veículos suspeitos, limitando a velocidade ou até imobilizando os veículos.
- **Monitoramento de veículos roubados:** Infraestruturas fixas podem rastrear e até controlar veículos reportados como roubados.

### C. Contribuições para o Projeto Atual

Os estudos revisados fornecem a base conceitual e técnica para a implementação de sistemas de controle de velocidade em lombadas utilizando VANETs. A análise de protocolos de disseminação, como os baseados em *beaconing* e *probabilistic forwarding*, é diretamente aplicável ao envio de alertas de velocidade, garantindo que os veículos recebam notificações em tempo hábil para ajustar sua condução de forma segura e eficiente. A proposta de Abbas e Abdullah [3] inspira o uso de mensagens para controle remoto da velocidade, uma funcionalidade que será aplicada ao sistema desenvolvido neste trabalho.

## III. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho consistiu em diversas etapas para desenvolver e implementar o sistema de controle de velocidade em lombadas utilizando Redes Veiculares Ad Hoc (VANETs). A seguir, detalhamos as ferramentas e configurações utilizadas para viabilizar o estudo:

### A. Ferramentas e Modelagem do Cenário

O cenário urbano foi modelado com base na Avenida Anselmo Alves dos Santos, localizada em Uberlândia, Brasil, utilizando dados do OpenStreetMap e convertidos para o formato SUMO por meio da ferramenta NETCONVERT. Para representar lombadas, adicionaram-se *ramps* ao longo de um trecho de 500 metros, garantindo condições realistas de tráfego.

### B. Infraestrutura de Comunicação

A Unidade de Comunicação na Estrada (RSU) foi posicionada nas proximidades das lombadas. Esse dispositivo foi configurado para se comunicar com veículos dentro de um raio de 100 metros, enviando mensagens com a recomendação de reduzir a velocidade para 25 km/h. O sistema de comunicação foi implementado utilizando o framework *Veins*, que permite a interação entre SUMO e OMNeT++ para simulações VANET.

### C. Configuração dos Veículos

Os veículos foram equipados com dispositivos VANET, permitindo comunicação V2I (veículo para infraestrutura) e V2V (veículo para veículo). Dois comportamentos foram programados:

- Veículos que ajustam automaticamente sua velocidade com base nas mensagens recebidas.
- Veículos que alertam os motoristas sobre a necessidade de redução manual da velocidade.

## IV. EXPERIMENTOS

Para validar o sistema desenvolvido, foram criados diferentes cenários experimentais, simulando condições variadas de tráfego. Cada experimento avaliou a eficácia da comunicação VANET e do controle de velocidade em lombadas, conforme descrito a seguir:

### A. Cenários de Simulação

Três cenários de tráfego foram configurados para avaliar o desempenho do sistema em diferentes níveis de densidade de veículos:

- **Tráfego leve:** Poucos veículos, com foco na comunicação direta RSU-veículo.
- **Tráfego moderado:** Densidade média de veículos, destacando o papel da comunicação V2V.
- **Tráfego intenso:** Alta densidade de veículos, desafiando a eficiência do sistema em condições de maior carga.

### B. Métricas Avaliadas

Os experimentos foram realizados monitorando os seguintes parâmetros:

- Taxa de redução de velocidade dos veículos para 25 km/h.
- Taxa de sucesso na entrega de mensagens pela RSU.
- Impacto no fluxo de tráfego, analisando possíveis congestionamentos.

### C. Procedimentos

Para cada cenário, a RSU enviava mensagens de alerta para os veículos dentro de seu alcance. Os veículos equipados com controle automático ajustavam suas velocidades, enquanto outros motoristas recebiam alertas para redução manual. As simulações foram repetidas para diferentes densidades de tráfego, e os dados coletados foram analisados para medir a eficácia do sistema.

## V. RESULTADOS

Os experimentos demonstraram a eficácia do sistema na tentativa de garantir a redução de velocidade nas proximidades das lombadas. Em cenários simulados, observou-se que a comunicação entre as RSUs e os veículos foi realizada com sucesso em mais de 90% dos casos. No entanto, a funcionalidade de broadcasting V2V e a verificação da rota do veículo para determinar se ele está passando pela lombada ainda não foram implementadas com sucesso.

Embora o sistema tenha sido capaz de entregar as mensagens de controle de velocidade para os veículos, a tentativa de ajustar a velocidade máxima para 25 km/h na camada de aplicação foi concluída, mas tivemos falha de implementação especialmente na limitação no processo de verificação da trajetória do veículo para aceitar o evento de redução de velocidade. A abordagem atual conseguiu garantir que os

veículos ajustassem sua velocidade mas não com base na rota e sim apenas dentro da área do RSU, o que é essencial para que a redução de velocidade seja aplicada apenas quando o veículo realmente estiver se aproximando de uma lombada.

Além disso, a comunicação entre RSUs e veículos demonstrou potencial em cenários de tráfego intenso, com uma taxa de entrega das mensagens superior a 80%. Contudo, o sistema ainda precisa de ajustes para garantir que a mensagem de controle de velocidade seja transmitida adequadamente para os veículos, considerando a direção e a rota percorrida.

Embora os resultados parciais mostrem que o sistema tem um bom potencial, a implementação final das funcionalidades de broadcasting V2V e verificação de rota é crucial para a efetiva aplicação do controle de velocidade nas lombadas. Esses ajustes são necessários para garantir que a solução seja robusta e eficaz em cenários urbanos dinâmicos.

## VI. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma solução baseada em VANETs para o controle de velocidade em lombadas, com o objetivo de melhorar a segurança viária em cenários urbanos. A implementação utilizou uma Unidade de Comunicação na Estrada (RSU) para monitorar veículos próximos e enviar mensagens de alerta, orientando-os a reduzir a velocidade para 25 km/h. Embora a comunicação entre RSUs e veículos tenha demonstrado uma taxa de sucesso superior a 80%, com mais de 90% dos veículos recebendo as mensagens de controle de velocidade, a aplicação da redução de velocidade ainda não foi completamente otimizada. O sistema foi capaz de ajustar a velocidade dos veículos, mas sem considerar a rota percorrida, o que limita sua eficácia ao garantir que a redução de velocidade ocorra apenas nas proximidades das lombadas.

Apesar dos resultados promissores, o sistema enfrenta desafios, como a implementação incompleta da funcionalidade de broadcasting V2V e a verificação da trajetória do veículo para identificar se ele está efetivamente passando pela lombada. Essas limitações precisam ser resolvidas para que o controle de velocidade seja realizado de forma mais precisa e condizente com o objetivo de aumentar a segurança viária.

Para trabalhos futuros, sugerimos a implementação das funcionalidades de broadcasting V2V e verificação de rota, essenciais para garantir que a redução de velocidade ocorra apenas quando o veículo se aproxima da lombada. Além disso, seria relevante explorar o uso de sensores físicos em RSUs para melhorar a precisão da detecção de veículos e avaliar o desempenho do sistema em condições adversas, como chuva intensa ou neblina. Expandir os cenários de simulação para incluir áreas rurais e rodovias, além de analisar o impacto econômico de uma implementação em larga escala de VANETs, pode fornecer insights valiosos para a viabilidade desta solução em diferentes contextos urbanos e não urbanos.

## REFERENCES

[1] A. Mahmood and A. Tulika, "Broadcasting in vanet: State of the art," *International Journal of Vehicular Technology*, vol. 2019, pp. 1–15, 2019.

[2] M. Hamato and J. Smith, "A survey on vanet: Applications and challenges," *Journal of Transportation and Network Engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 45–67, 2014.

[3] M. Abbas and S. Abdullah, "Vehicles speed control via vanet," *International Conference on Vehicular Networks*, pp. 87–92, 2009.