



## II WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO URBANA



UFOP

DECSI

DEPARTAMENTO DE  
COMPUTAÇÃO E SISTEMAS



Universidade Federal  
do Espírito Santo  
Departamento de  
Informática

# Classificação da Qualidade de Vias Urbanas baseado em Sensoriamento Participativo

Davidson Nunes  
Amanda Fagundes  
**Vinícius F. S. Mota**

# Agenda

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Arcabouço
- Metodologia
- Resultados
- Conclusões e Trabalhos Futuros



# Introdução

Saber de antemão a qualidade da via a ser percorrida pode ser decisivo na tomada de decisão em relação à trajetos alternativos.

- O usuário pode considerar relevante o conforto ao dirigir
- Transporte de cargas delicadas
- Transporte de pacientes

**Este trabalho propõe um arcabouço para sensoriamento participativo visando medir a qualidade das vias urbanas**

# Objetivos

- Um arcabouço de sistema colaborativo para coleta de dados e classificação de trechos de malha viária
- Proposta e análise de um conjunto de características que permitam diferenciar trechos baseado nos dados sensorizados
- Avaliar um conjunto de algoritmos de aprendizagem supervisionada
  - J48 (árvore de decisão)
  - KNN (vizinhos mais próximos)
  - SVM (vetores de suporte)
  - Random Forest (múltiplas árvores de decisão)

# Trabalhos relacionados

## Podem ser divididos entre:

Detecção de anomalias na via (buracos, junções, bueiros, etc):

- Pothole Patrol [Eriksson et al. 2008]: um dos pioneiros a usar acelerômetros e GPS para detecção de buracos.
- Bags of words [González et al. 2017]: utilização de metodologia de vetor de palavras presente em mineração de texto. Detecta buracos.

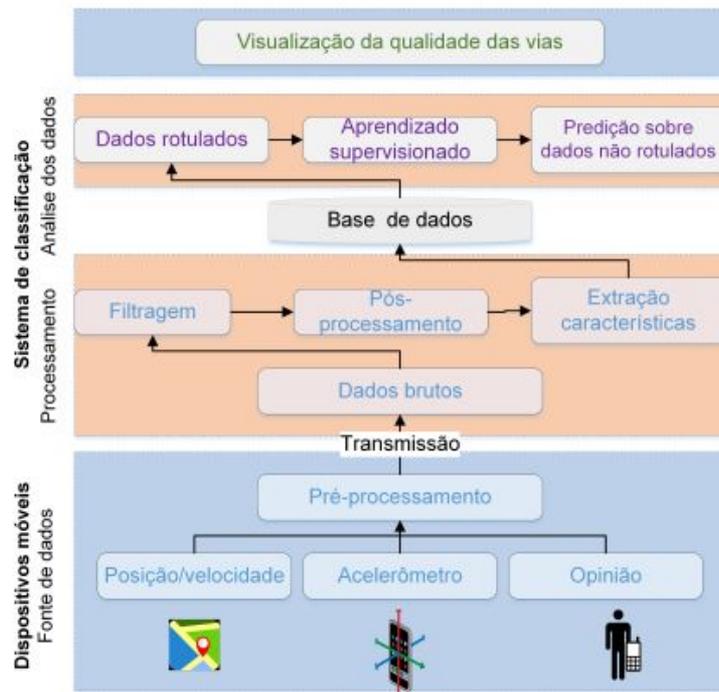
Classificação de um trecho:

- RoadScan [Lima et al. 2016]: utiliza o desvio padrão do sensor acelerômetro como métrica .

# Arcabouço *Streetcheck*

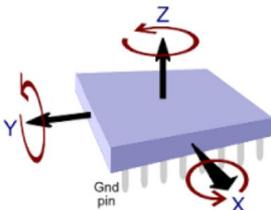
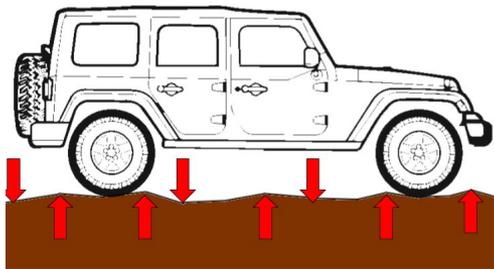
Análise dos dados

Sensoriamento



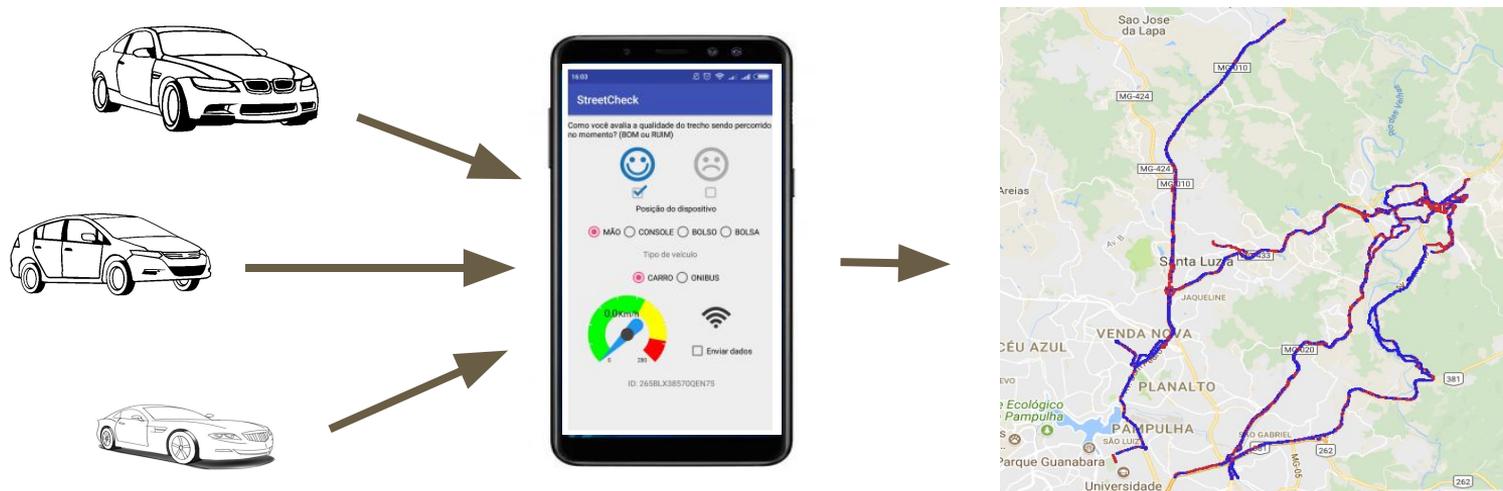
# Sensoriamento participativo \*refazer

- Aplicativo instalado nos dispositivos dos voluntários;
- Utilização dos dados de acelerômetro e GPS
- Atualmente disponível na Google Play Store



# Sensoriamento participativo

Os usuários do aplicativo contribuem na criação de uma mapa de qualidade participativo, de forma que cada usuário pode ser beneficiado pela informação colhida pela comunidade. São colhidos dados de acelerômetro e GPS. O App pode ser baixado na Google Play Store em <https://goo.gl/VsRr6Z>

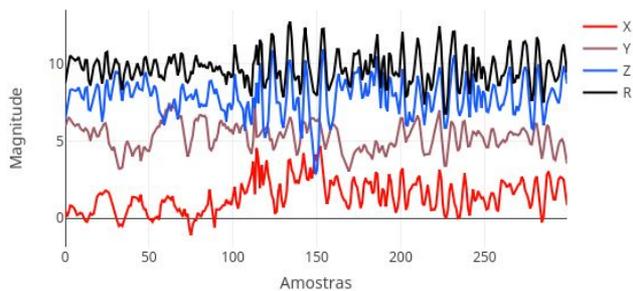


# Metodologia: captura dos dados

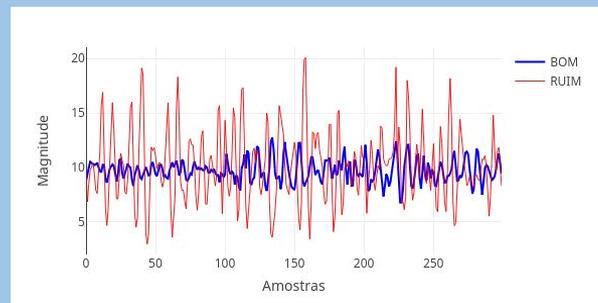
- O acelerômetro fornece a aceleração sofrida em três eixos (x,y e z)
- O GPS fornece posicionamento e velocidade do dispositivo
- São coletados dados correspondentes a trechos de 50 metros
  - O valor de cada eixo é armazenado individualmente
  - Latitude, longitude e velocidade
- A soma vetorial dos eixos x,y e z permite sumarizar os dados.
- Usuário informa percepção do trecho (Bom ou Ruim)

# Metodologia: captura dos dados

- O acelerômetro fornece a aceleração sofrida em três eixos (x,y e z)
- O GPS fornece posicionamento e velocidade do dispositivo
- São coletados dados correspondentes a trechos de 50 metros
  - O valor de cada eixo é armazenado individualmente
  - Latitude, longitude e velocidade
- A soma vetorial dos eixos x,y e z produz o vetor resultante



Comparação entre um trecho bom e um ruim considerando o vetor resultante da soma vetorial.



# Metodologia: Extração de características (features)

**Desafio:** mapear os dados brutos em uma métrica de qualidade da via.

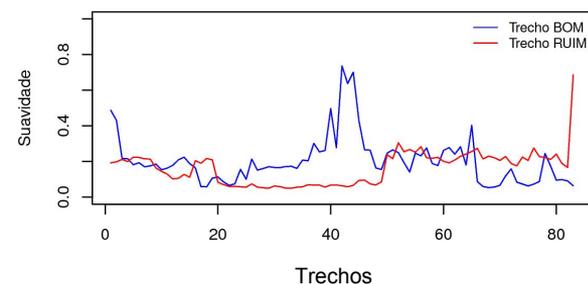
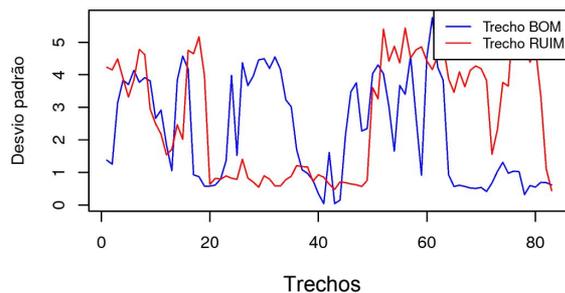
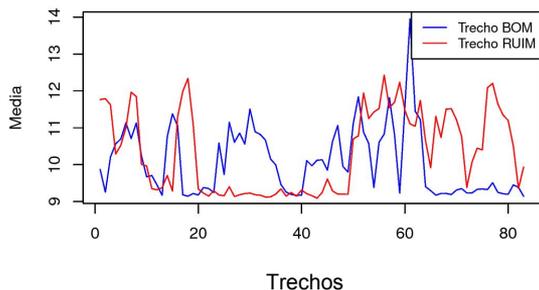
Foram extraídas as seguintes características:

- Média
- Desvio padrão
- Distorção
- Suavidade
- Quartis (para cada eixo)

# Sumário dos dados coletados

- 20 Voluntários
- Percorreram 1218.34 Km
- 187,82 Km foram classificados
- 63,72% classificados como 'BOM' e 36,28% como 'RUIM'

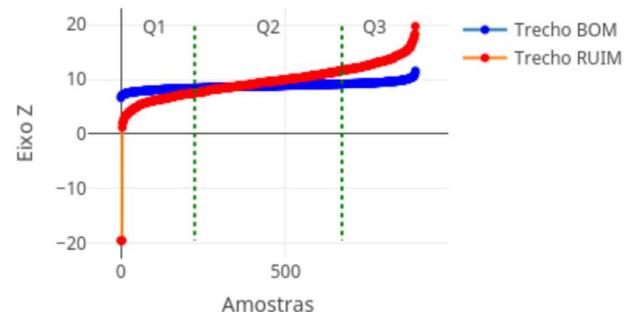
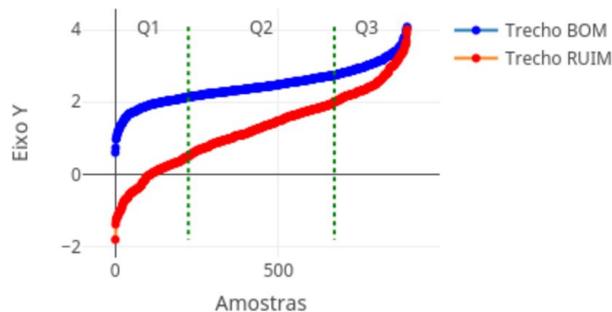
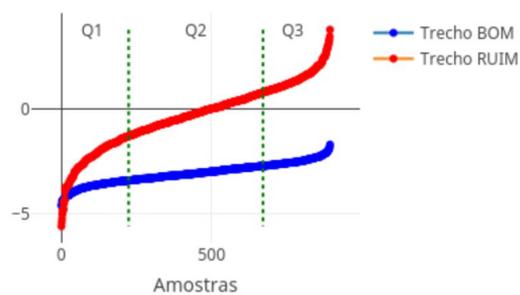
# Análise das características extraídas



O vetor resultante corresponde à soma vetorial de cada um dos eixos do acelerômetro.

A suavidade considera a razão entre velocidade e desvio padrão. Quanto menos o desvio padrão divide a velocidade, mais suave é o trecho.

# Análise das características extraídas



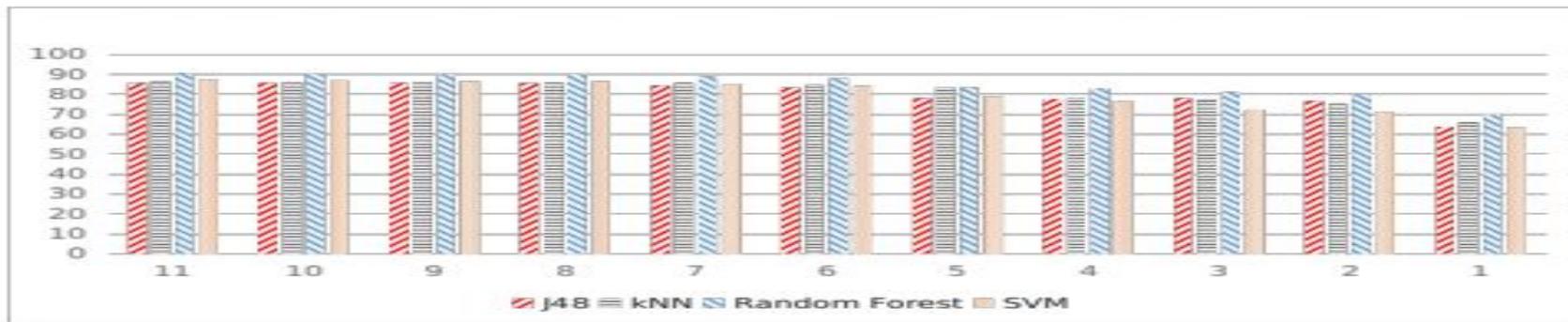
A análise de quartis proporciona uma visão dos valores que estão fora da média quando se compara os quartis das extremidades Q1 e Q3

# Resultados: Algoritmos de classificação

Os algoritmos utilizados se aplicam à metodologia de aprendizagem supervisionada e tiveram os seguintes resultados:

Algoritmo	Acurácia
Random Forest	90,64%
SVM	87,08%
Knn (5 vizinhos)	86,05%
J48	85,71

# Relevância do conjunto de características

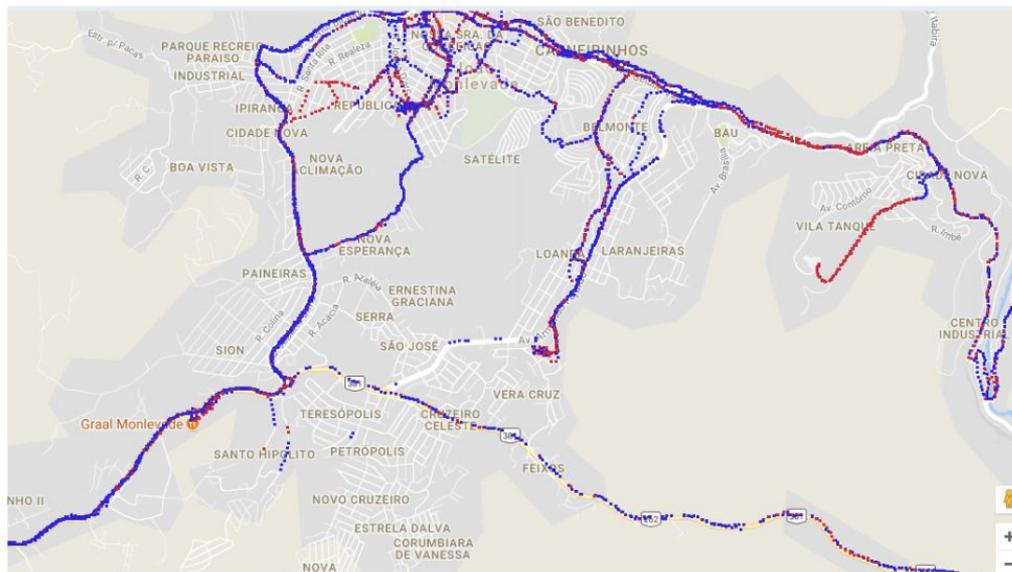


Característica	Grau de relevância		Característica	Grau de relevância		Característica	Grau de relevância
Velocidade média	0.03079		Desvio padrão	0.01032		QY 3	0.00835
Suavidade	0.01328		QZ 1	0.00949		QZ 3	0.00825
QX3	0.01228		QY 1	0.00916		Média	0.00795
QX1	0.01032		Distorção média	0.00882		Picos por segundo	0.00683



# Visualização dos dados

Usuário pode consultar a qualidade de trechos classificados coletivamente



# Desafios e Limitações

- A classificação errônea por parte do usuário pode gerar ruído nos dados
- Usuários podem ter “sentimentos” distintos sobre uma mesma via
- O smartphone pode não ser capaz de capturar amostras com qualidade devido problemas de precisão, capacidade de processamento ou memória.
- A velocidade do veículo acrescenta ruído nos dados
- Não se tem uma classificação matemática precisa como o IRI (International Roughness Index)

# Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho mostra que técnicas de aprendizagem de máquina são capazes de auxiliar no problema de classificação de vias.

Objetivos para trabalhos futuros:

- Trabalhar com diferentes tipos de pavimento (apenas asfalto atualmente)
- Mapear qualidade para o índice IRI
- Implementar métodos para mitigar classificações errôneas por parte do usuário



## II WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO URBANA

Obrigado!



UFOP

DECSI

DEPARTAMENTO DE  
COMPUTAÇÃO E SISTEMAS



Universidade Federal  
do Espírito Santo  
Departamento de  
Informática

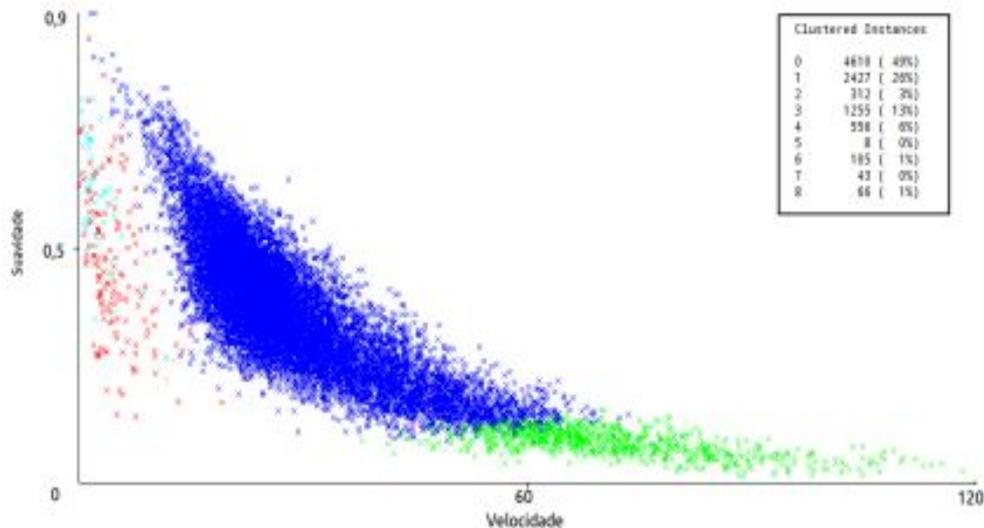
Davidson Nunes - davidsonbh@gmail.com

Amanda Fagundes - amanda.fagundes096@gmail.com

**Vinícius F. S. Mota - vinicius.mota@inf.ufes.br**

# Resultado dos Algoritmos

A análise por meio de clusterização mostra que os dados podem ser difíceis de se distinguir.



# Bibliografia

- The pothole patrol: using a mobile sensor network for road surface monitoring. In Proceedings of the 6th international conference on Mobile systems, applications, and services, pages 29–39. ACM. González, L. C., Moreno, R., Escalante, H. J., Martínez, F., and Carlos, M. R. (2017).
- Learning roadway surface disruption patterns using the bag of words representation. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, PP(99): 1–13 Houei, D. L. (2005).
- Uso do ReliefF para Seleção de Atributos em Dados Multirrótulo. PhD thesis. Kira, K. and Rendell, L. (1992).
- The feature selection problem: Traditional methods and a new algorithm. AAAI-92 Proceedings. Kotsiantis, S. B., Zaharakis, I., and Pintelas, P. (2007).
- Lima, L. C., Amorim, V. J. P., Pereira, I. M., Ribeiro, F. N., and Oliveira, R. A. R. (2016). Using Crowdsourcing Techniques and Mobile Devices for Asphaltic Pavement Quality Recognition. In 2016 VI Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC), pages 144–149. IEEE.
- Liu, H. and Setiono, R. (1996). Feature selection and classification—a probabilistic wrapper approach. Proceedings of Ninth International Conference on Industrial and Engineering Applications of AI and ES, pages 419–424.
- Mednis, A., Strazdins, G., Zviedris, R., Kanonirs, G., and Selavo, L. (2011). Real time pothole detection using Android smartphones with accelerometers. In Distributed Computing in Sensor Systems and Workshops (DCOSS), 2011 International Conference on, pages 1–6. IEEE.
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. Journal of Computational and Applied Mathematics, 20(C):53–65.
- Users in the Urban Sensing Process: Challenges and Research Opportunities. Morgan Kaufmann - Elsevier.
- Whizbang, A. M., Nigam, K., and Ungar, L. H. (2000). Efficient clustering of highdimensional data sets with application to reference matching.