

Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens

André Stanzani Franca

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



INSPEÇÃO DA VIA PERMANENTE

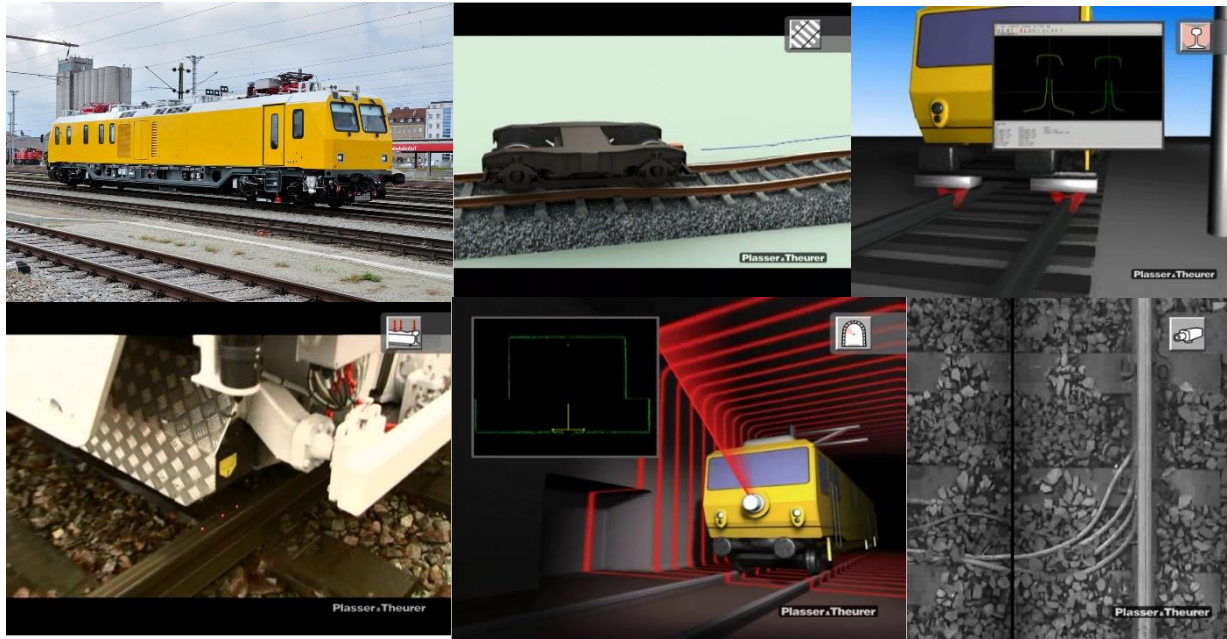
Principais itens inspecionados:

- Trilhos: Fraturados, tensionados e desgastados
- Lastro: limpeza, altura e dimensões da brita
- Dormentes: condições físicas e de espaçamento
- Elementos de fixação: ausência e fraturas

A condição dos elementos da VP podem causar restrições ou impedir o uso de um trecho ferroviário



INSPEÇÃO AUTOMÁTICA



- Para trilhos, lastro e AMVs, os parâmetros são bem definidos
- Dormentes, as normas são subjetivas e vagas para os aspectos visuais: Deve-se manter as características de sustentação da ferrovia, aspecto visual e evitar ataque de fungos

Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



INSPEÇÃO MANUAL



- Tarefas enfadonhas e sujeitas a subjetividade
- Os ativos são imensos e em locais ermos
- Exposição a intempéries climáticas e animais peçonhentos

Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO

Avaliação de fixação

- Usando Viola-Jones (Rubinsztein, 2011)
- Extraíndo características com HOG e SVM (Gibert, Patel e Chellappa, 2015)

Medição de bitola

- Usando laser e visão computacional (Babenko, 2006)

Condição dos dormentes

- Aspectos morfológicos das rachaduras (Mohammad, 2008)
- Avaliação acústica e processamento de imagem com Machine Learning (Yella et al. 2007-2010)

Lastro e dormentes danificados

- Vibração induzida para descobrir parâmetros do modelo de sustentação (Penge e Lammering, 2003; Lam, Hu e Wong, 2014; Wang, Zhang e Lie, 2017)

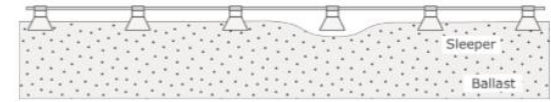


Fig. 14. The situation that the sleeper is unsupported.



Fig. 15. The finite element model of missing of local support.

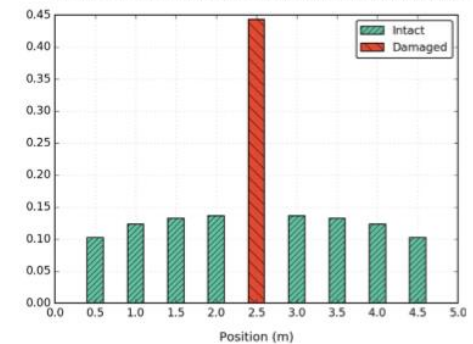


Figure 21
sleeper,

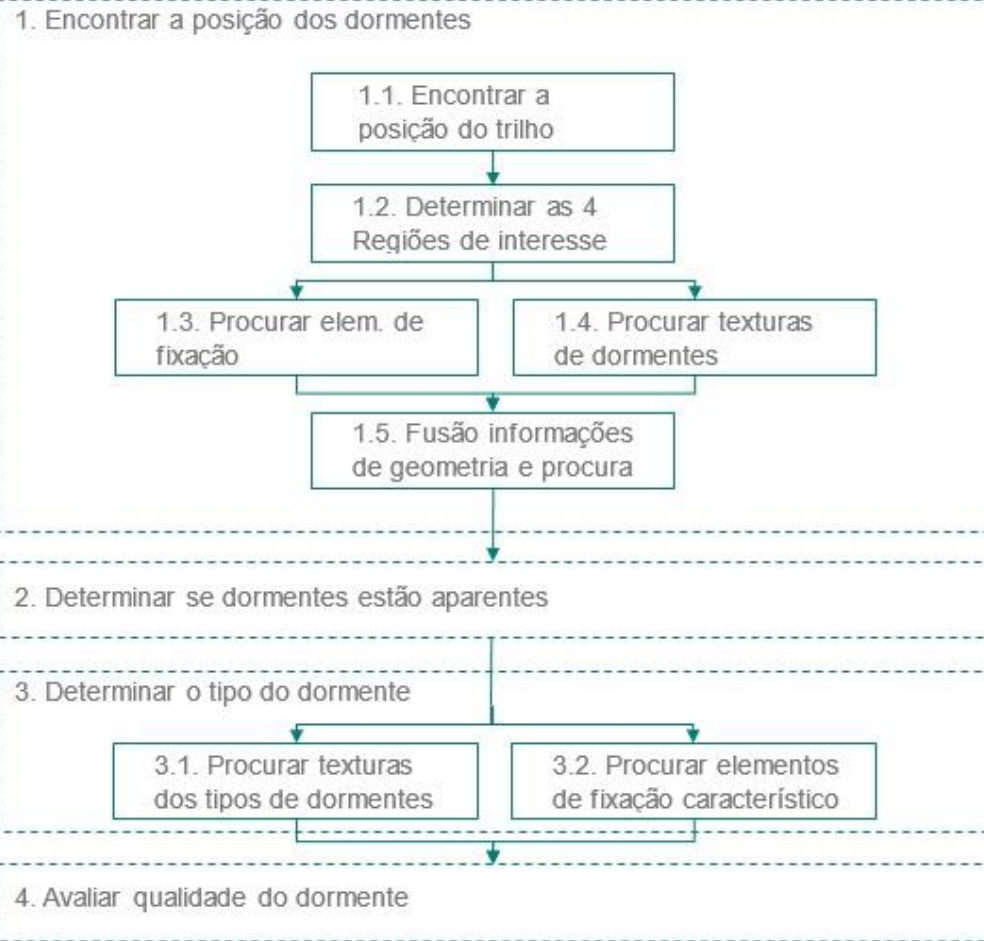
a wooden

OBJETIVOS

- Dado a importância da ferrovia, a dificuldade e a subjetividade da inspeção de dormentes, a proposta é realizar a tarefa de inspeção automática de dormentes
- Conjunto de imagens reais de uma ferrovia em operação
- Ambiente não controlado, sujeito a variação de iluminação e aleatoriedade do que é apresentado
- 1. Contabilizar e inventariar os tipos de dormentes presentes em cada trecho ferroviário
- 2. Identificar a condição dos dormentes
- 3. Gerar um relatório com as informações pertinentes para atuação e priorização de manutenção



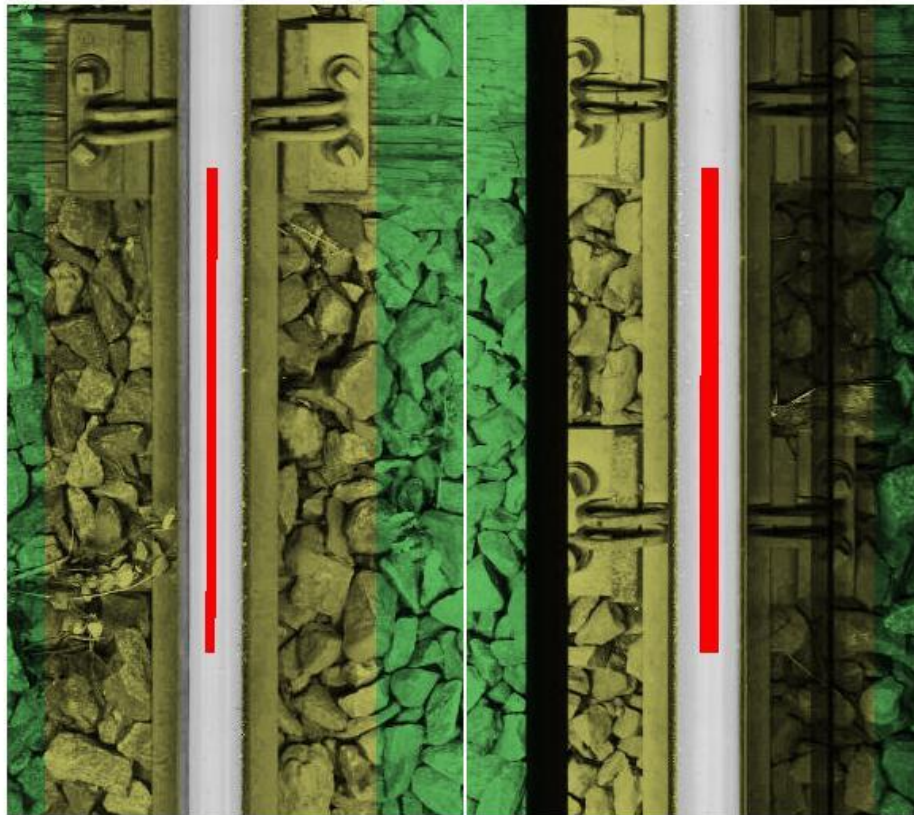
ALGORITMO



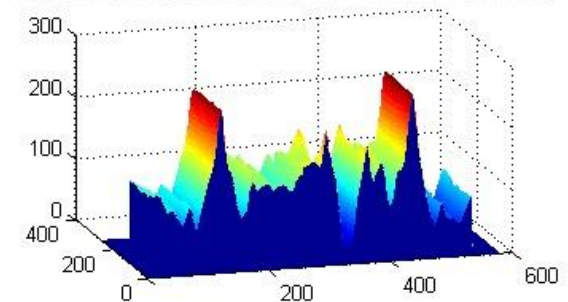
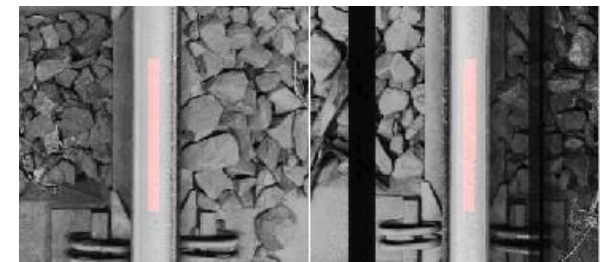
Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



POSIÇÃO DOS TRILHOS E REGIÕES DE INTERESSE



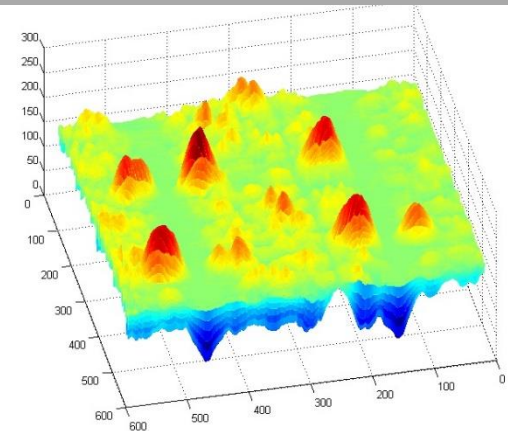
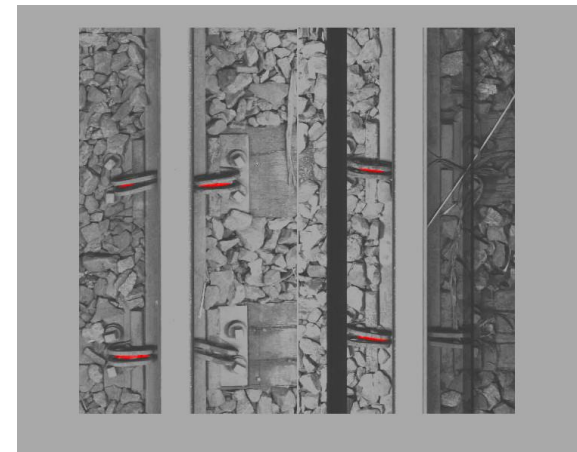
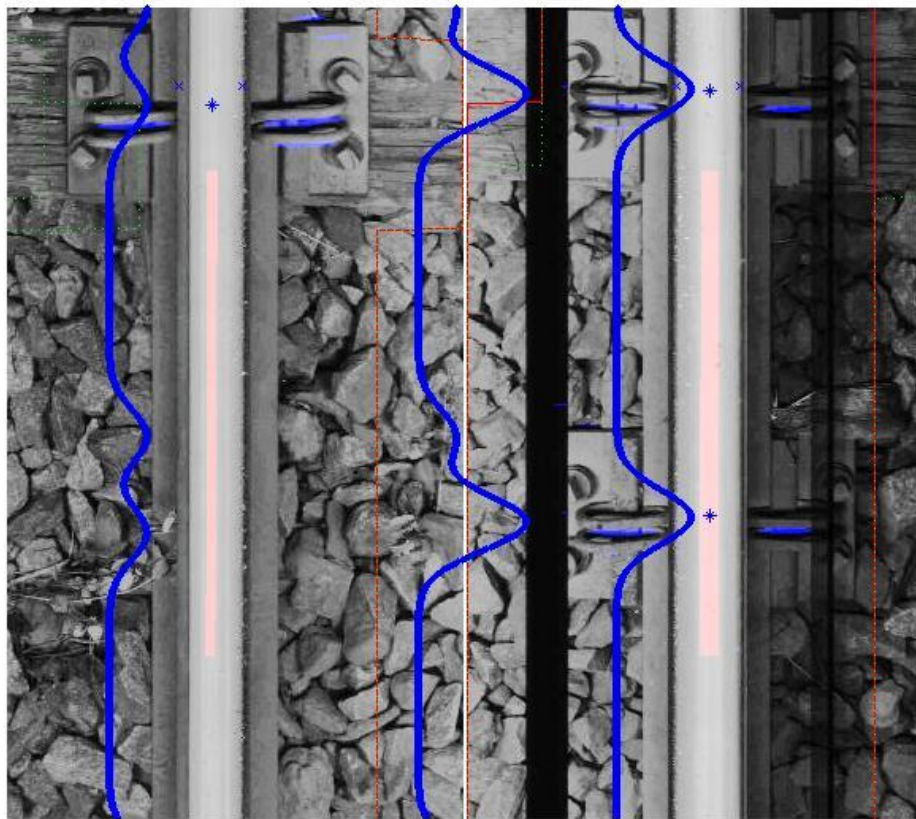
- Técnicas:
Transformada de Haar
Imagem integral



Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



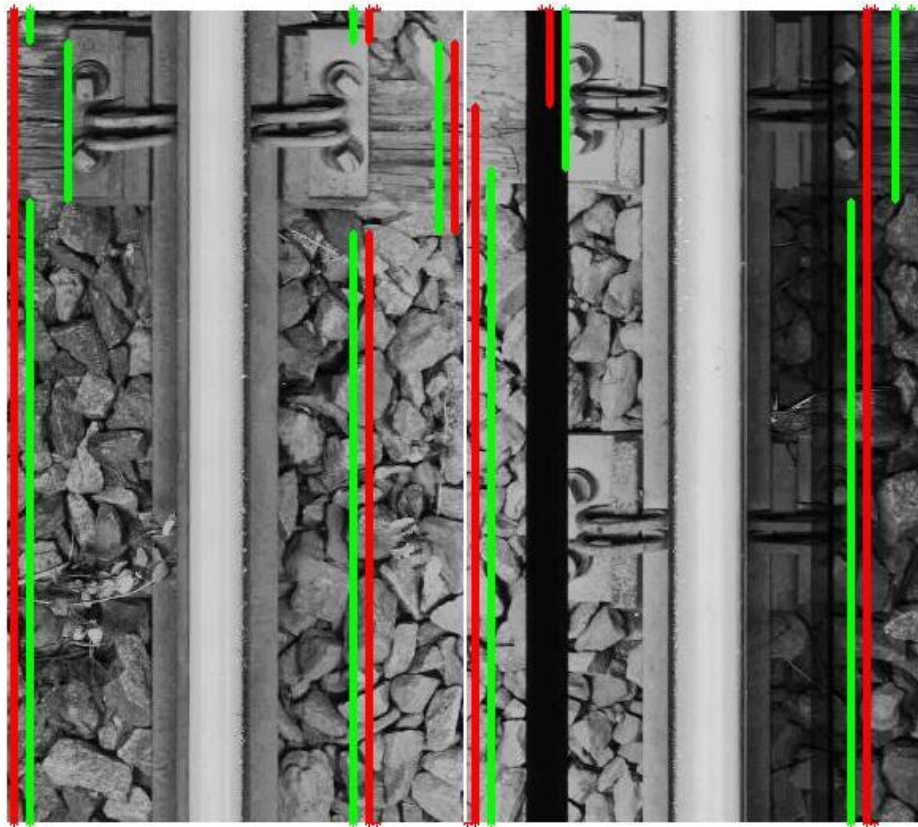
ELEMENTOS DE FIXAÇÃO



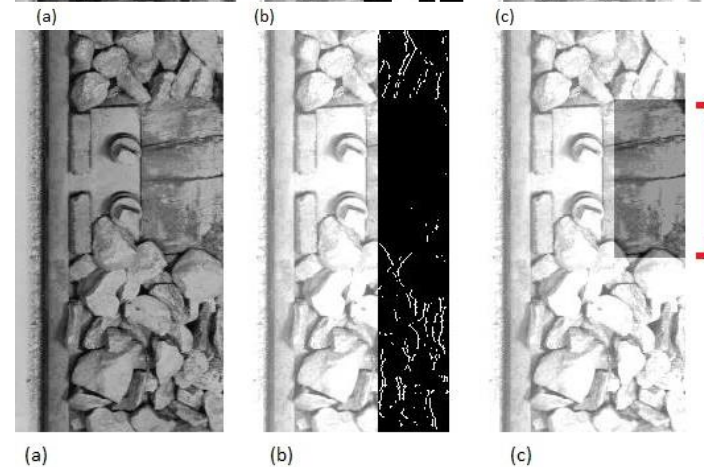
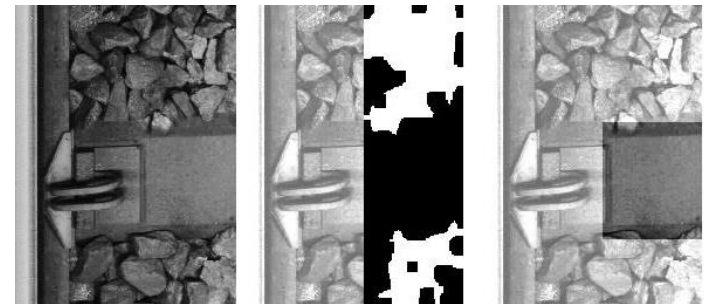
Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



TEXTURA DOS DORMENTES



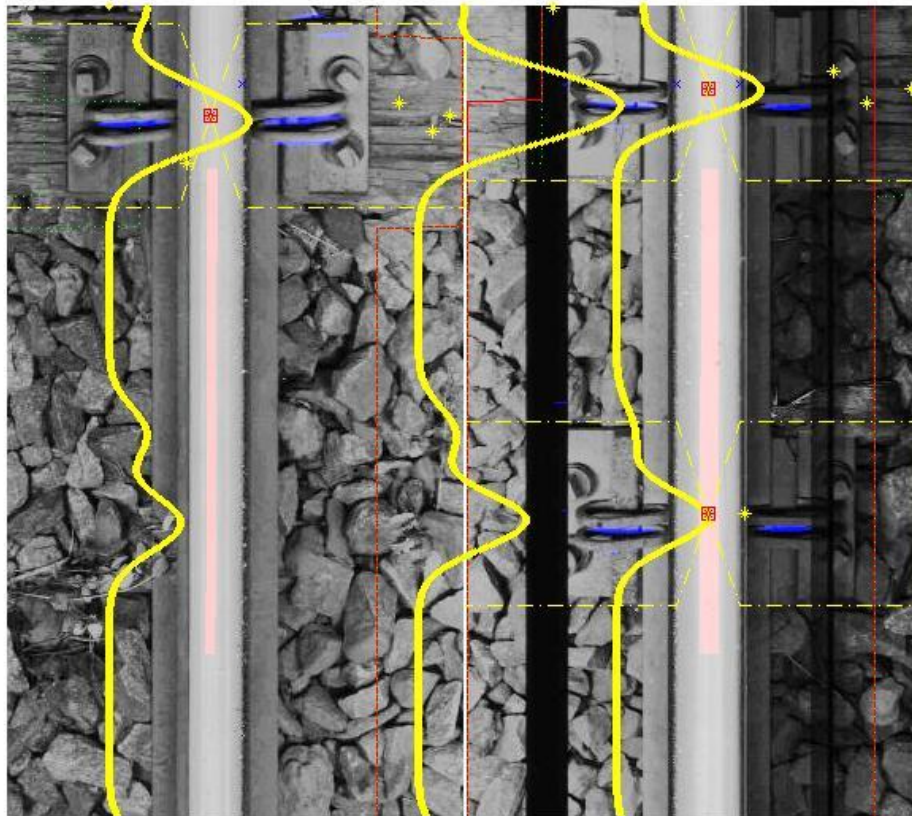
- Entropia
- Detecção de borda



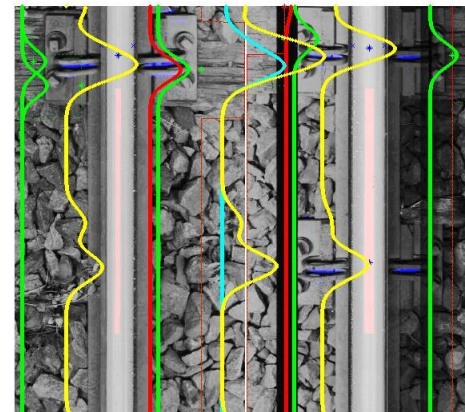
Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



FUSÃO DAS INFORMAÇÕES



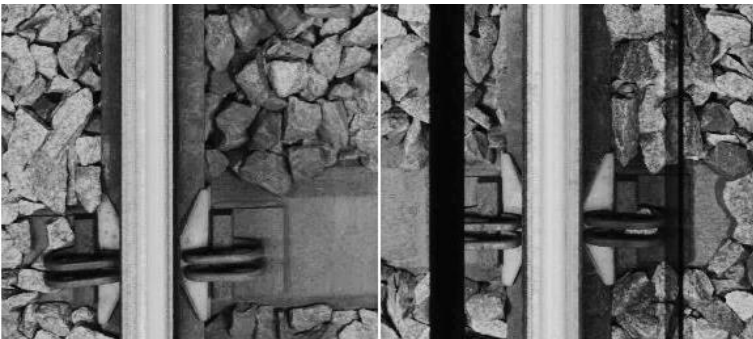
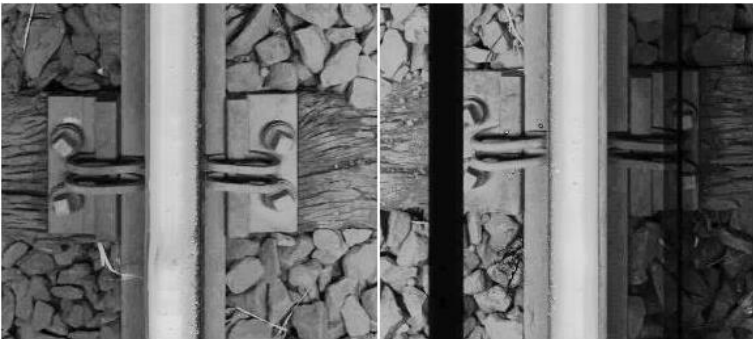
- Fusão:
Fixação
Textura
Geometria
Topologia



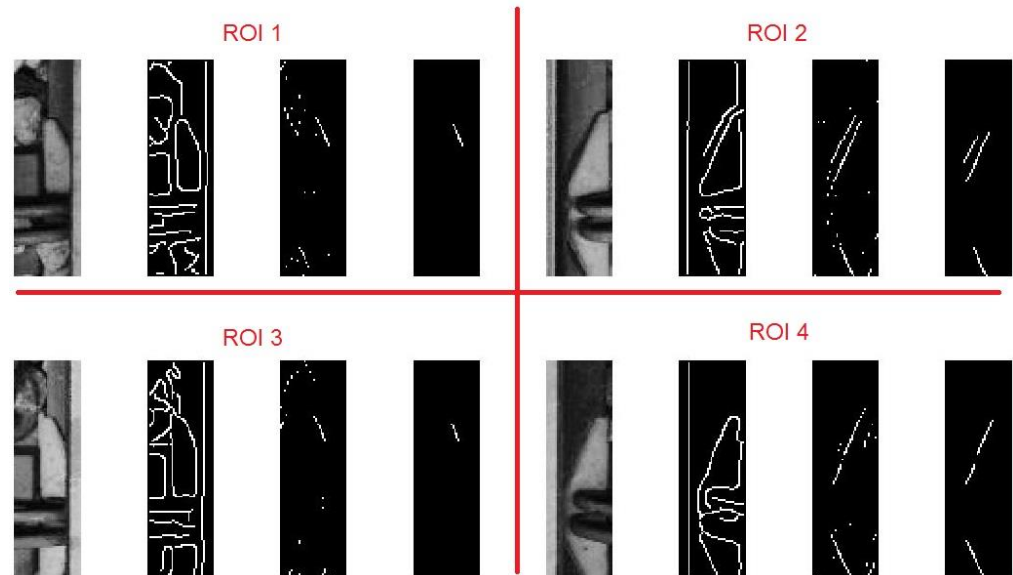
Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



TIPO DE DORMENTE

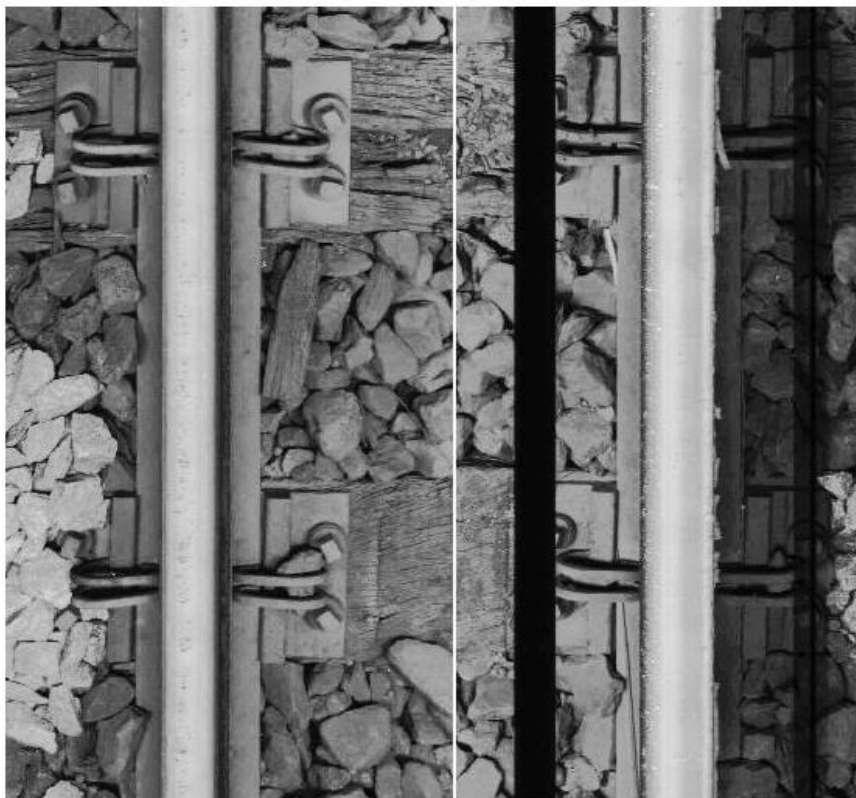


- Técnicas:
Detecção de borda
Almofada ou galocha

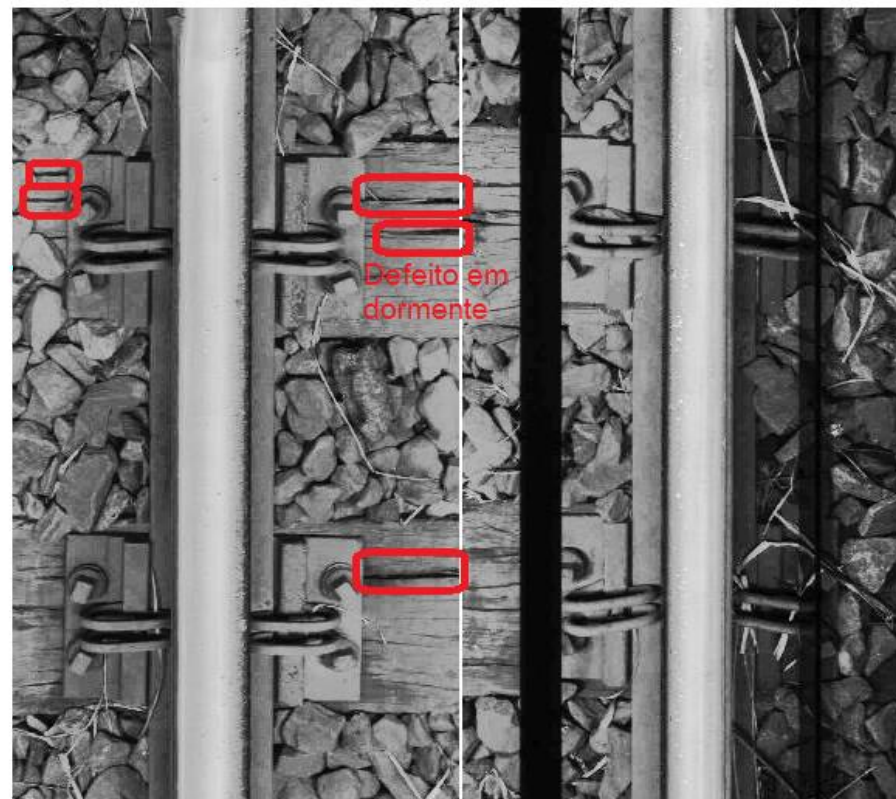


DEFEITO EM DORMENTE: MADEIRA

Imagem Original

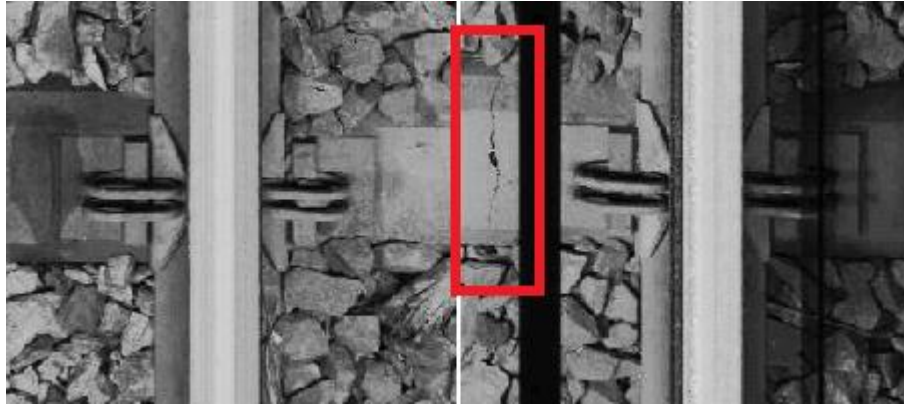


Mad

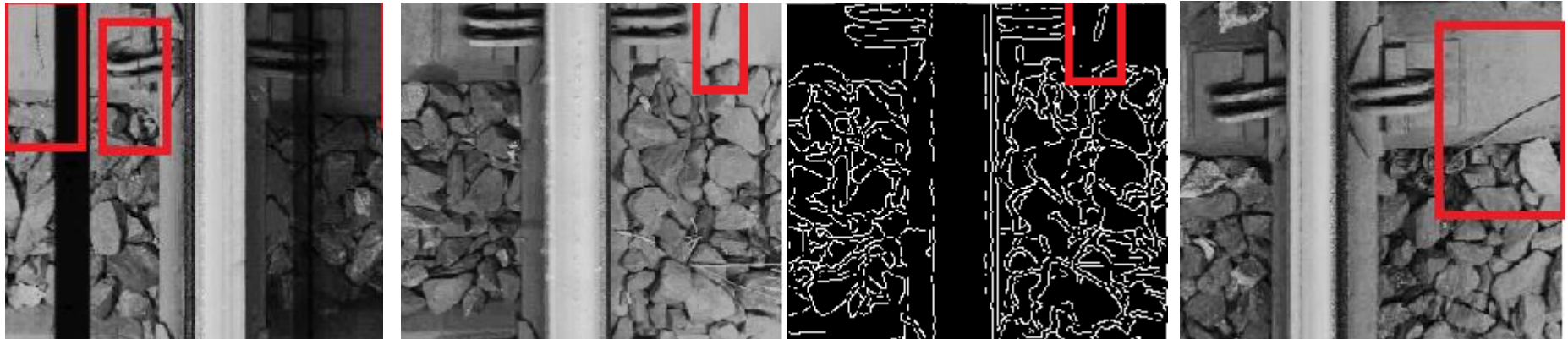


- Graduação dos defeitos de acordo com a espessura e comprimento da fenda

DEFEITO EM DORMENTE: AÇO



- Apenas um dormente de aço com defeito em um conjunto de 25.152 dormentes (0,004%)
- Há muitas possíveis configurações na natureza que podem simular aspectos semelhantes: vegetação, sombras pedras e madeiras, manchas de líquidos, etc.



Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



RESULTADOS

- Conjunto de dados: Imagens da ferrovia com dormentes de aço e de madeira

Conj. de dados	# imagens	# dormentes	% Madeira	% Aço
1	2.882	3.981	71%	29%
2	7.234	29.936	17%	83%

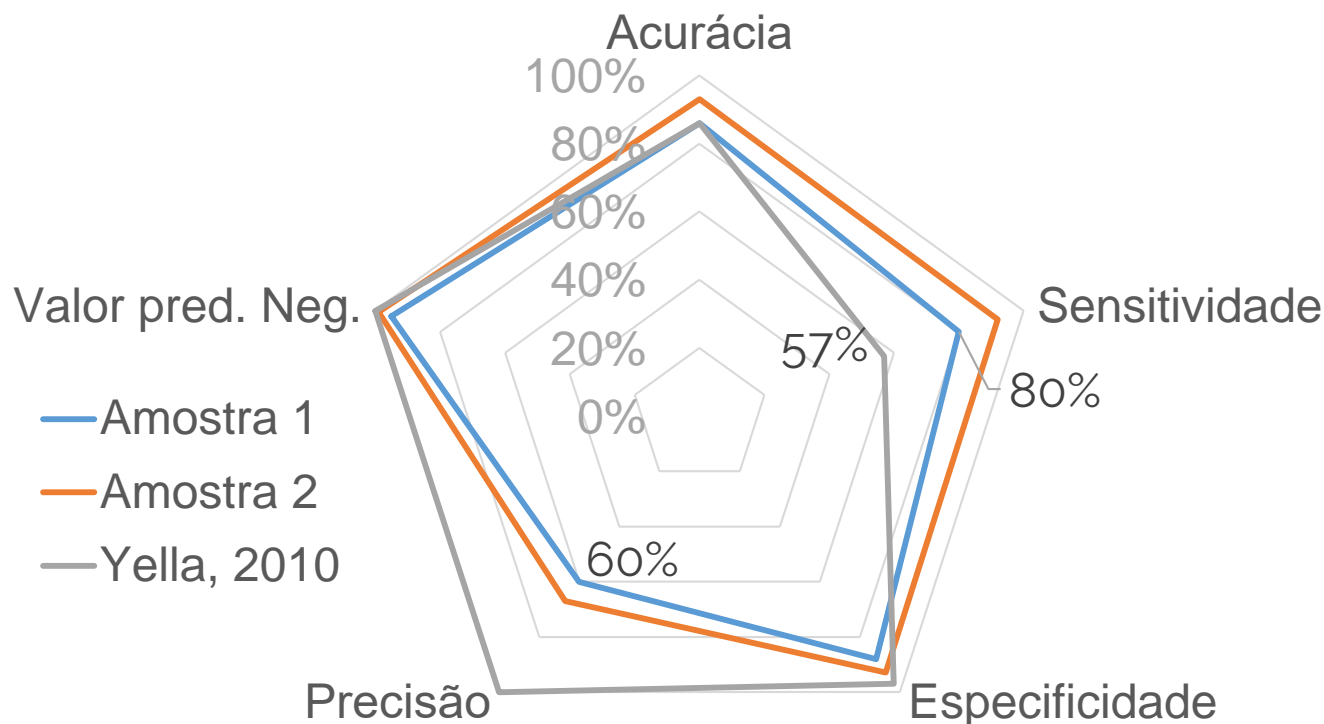
Amostra	# imagens	# dormentes	% Madeira	% Aço
1	69	102	71%	29%
2	157	551	17%	83%

Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



RESULTADOS: DEFEITO EM DORMENTE

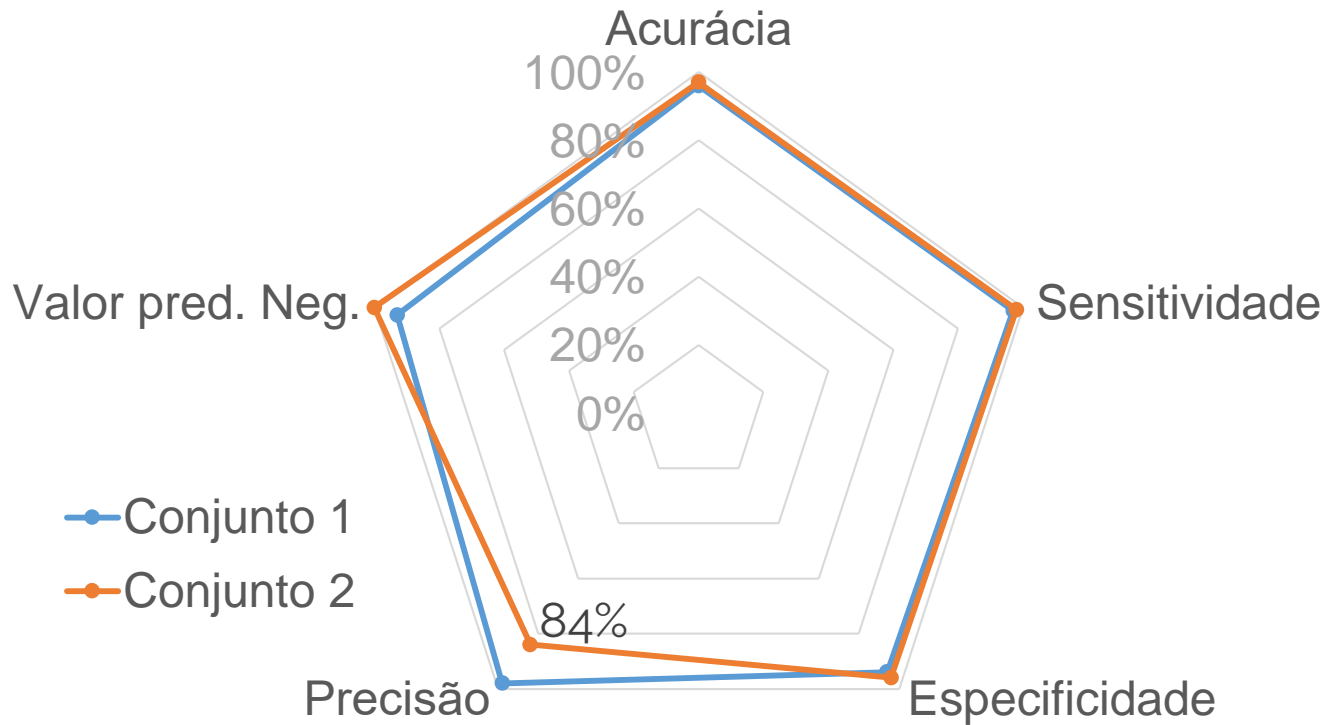
Defeito em madeira



- **Acurácia** Acertos ao indicar regiões dos dormentes com defeitos e não defeitos
- **Sensitividade** Acertos ao indicar as regiões dos dormentes que possuem defeitos
- **Especificidade** Acertos ao indicar regiões dos dormentes que realmente não possuem defeitos
- **Precisão** Acertos ao indicar regiões dos dormentes que realmente possuem defeitos
- **Valor pred. Neg.** Acertos ao indicar regiões dos dormentes que o algoritmo apontou sem defeito

RESULTADOS: TIPO DE DORMENTE

Tipo de dormente

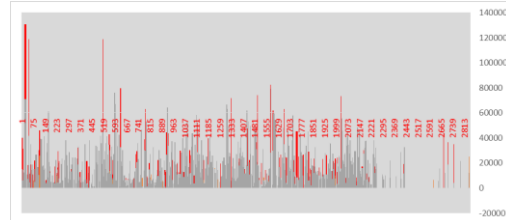
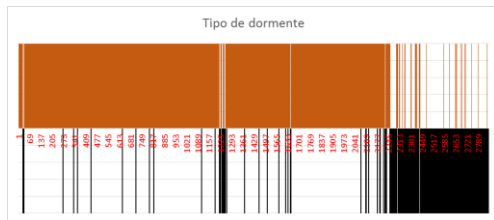


Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



CONCLUSÃO

- Quantifica a avaliação subjetiva de defeito
- Relatório para manutenção dos dormentes com informações:
 - Posicionamento de marco quilométrico no via e GPS
 - Indicação do tipo de dormente
 - Classificação de defeitos por severidade
 - Histórico dos defeitos nas inspeções anteriores
- Identificação do tipo de dormente: Acurácia de 96%
- Defeitos em dormente de madeira: Acurácia de 86%
- Classificação não supervisionada em ambiente não controlado
- Trabalhos futuros: Dormentes de concreto, AMV, fixações



Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens



Identificação e monitoramento de dormentes usando processamento de imagens

André Stanzani Franca

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

