3º Painel (13h30 – 14h30)

Palestrante: Helio Fabricio de Proença

TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

Gestão de Manutenção Asfáltica
na Cidade de São Paulo

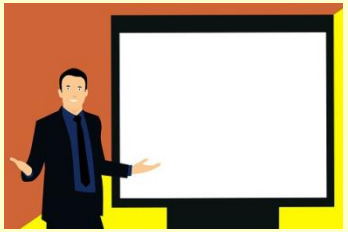
Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Técnicas de Pavimentação (GEP TEC PAV)

INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

Retrospectiva: eventos que antecederam à criação do GEP TEC PAV

Por iniciativa do Conselheiro Domingos Dissei, foram desenvolvidos pela Escola de Contas do TCM, seminários, workshops e cursos sobre pavimentação que acabaram dando origem ao GEP TEC PAV.

1.) Seminários / Workshops



- Pavimentação na cidade de São Paulo – 08/11/2013
  (diagnóstico e diretrizes)

- Zeladoria na cidade de São Paulo – 28/08/2014
  (tapa – buraco)

2.) Curso : Atualização de Técnicas de Manutenção de Pavimentos

- **Carga Horária**: 64 horas
- **Local**: Escola de Contas do TCM – SP
- **Parceria**: TCM-SP, CREA- SP e SEAM (Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos Municipais de São Paulo).
- **Quantidade de cursos**: 2 (2º sem./14 e 1º sem./15)
- **Público Alvo**: Engenheiros e Técnicos das Prefeituras Regionais de São Paulo ligados ao tema.
- **Corpo Docente**: Professores Mestres e Doutores da área de Pavimentação.

- **Data da Criação**: Fevereiro /2016

- **Componentes do Grupo**:

➢ Membros da Escola de Contas do TCM – SP

➢ Membros dos Gabinetes do TCM- SP

➢ Técnicos da Prefeitura da cidade de São Paulo

➢ Consultores especialistas em pavimentação

➢ Professores Universitários da área de pavimentação

Trabalhos Desenvolvidos

Workshop : Inovações na Pavimentação Asfáltica

(05/05/2016)

Workshop : Abertura de Valas nas Vias Públicas – consequências na vida útil do Pavimento

(24/11/2016)

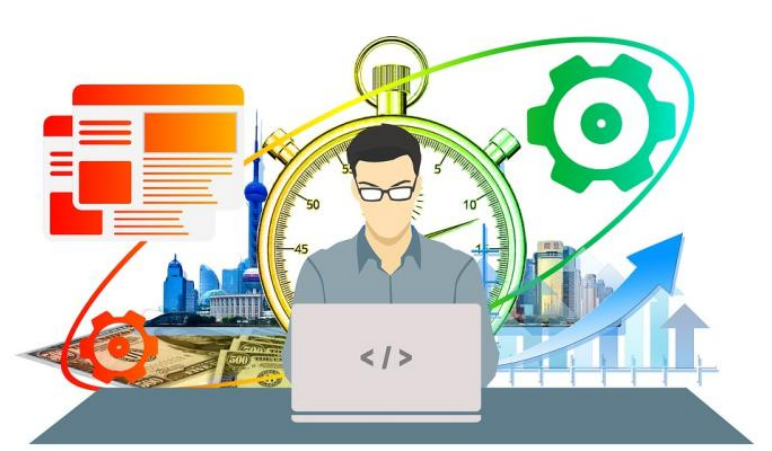
Trabalhos Desenvolvidos

Artigos Técnicos Científicos:

- Melhorias para a Operação Tapa-Buraco na cidade de São Paulo.
- Adição de borracha e fibra de borracha no pavimento.
- Asfalto morno.
- Tecnologia de reciclagem de RAP com Espuma de Asfalto.

Trabalhos Desenvolvidos

Desenvolvimento do Trabalho que trata do Índice de Serventia Urbano (ISU).



Metodologia que possibilita :

- Diagnóstico do estado do pavimento
- Proposição de soluções otimizadas preventivas e corretivas para manutenção do pavimento asfáltico
- Grande economia ao Erário

Trabalhos em Desenvolvimento (2017/2018)

- Trabalho piloto envolvendo levantamento da pavimentação asfáltica de uma região da cidade (Pav Scan).

  (Prefeitura Regional Ipiranga)

- Utilização do ISU-IRI para diagnóstico.

- Proposição de soluções técnicas.

- Medição e pagamento dos serviços por critérios técnicos (Pav Scan).

- CREMA para cidade de São Paulo.

Premiação no Instituto de Engenharia

(aniversário de 100 anos de sua criação)

Melhor Trabalho Técnico do Ano (2016)

Analisando Temas de Interesse do Setor Público:

" Sistemas de Gerência de Manutenção de Pavimentos Urbanos e Índices de Serventia do Pavimento".

Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) aplicado na malha viária da cidade de São Paulo

Grupo de Estudos e Pesquisa de Tecnologias de Pavimentos

GEP TecPav

DIAGNÓSTICO ATUAL DA MALHA VIÁRIA DA CIDADE

- Implantada há mais de 30 anos, em média;
- Elevado índice de defeitos superficiais;
- Defeitos Estruturais concentrados no sistema viário troncal, que representa menos de 10% do total;
- Níveis elevados de irregularidade >> desconforto aos usuários, elevados custos em manutenção e insegurança no tráfego;
- Foco continuado nas operações tapa-buracos > continuidade dos problemas;
- Grande pressão da sociedade e da mídia.

FATORES QUE AFETAM A DURABILIDADE DO PAVIMENTO

Outros fatores que contribuem para a atual condição de trafegabilidade dos usuários

remendos executados inadequadamente

sobreposição de camadas asfálticas

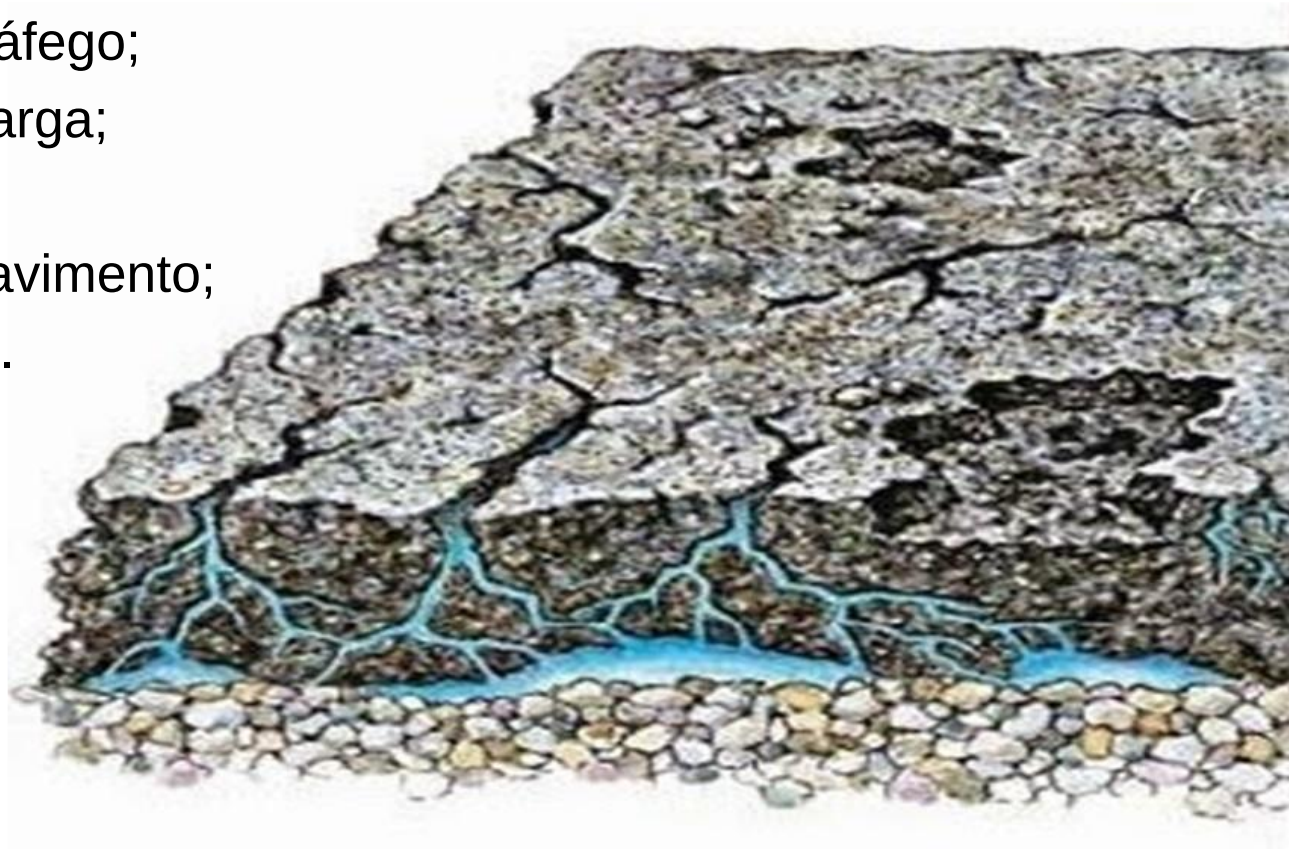
desnível dos tampões de ferro

Intervenções das permissionárias

Resultado: *uma malha viária com inúmeros defeitos afetando significativamente o conforto ao rolamento dos usuários*

EVOLUÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO PAVIMENTO COM A FALTA DE MANUTENÇÃO

- Fissuras;
- Trincas;
- Água no subleito;
- Excesso de tráfego;
- Excesso de carga;
- Buracos;
- Colapso do pavimento;
- Reconstrução.



O DESAFIO

- 32 REGIONAIS
- 18.000 KM VIAS PAVIMENTADAS
- 5 MILHÕES DE VEÍCULOS POR DIA
- 30.000 BURACOS ABERTOS POR MÊS
- R$ 500 MILHÕES POR ANO EM MANUTENÇÃO

Condição atual da malha viária urbana

Condição atual da malha viária urbana

Condição atual da malha viária urbana

Condição atual da malha viária urbana

SISTEMAS DE GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS URBANOS E ÍNDICES DE SERVENTIA DO PAVIMENTO

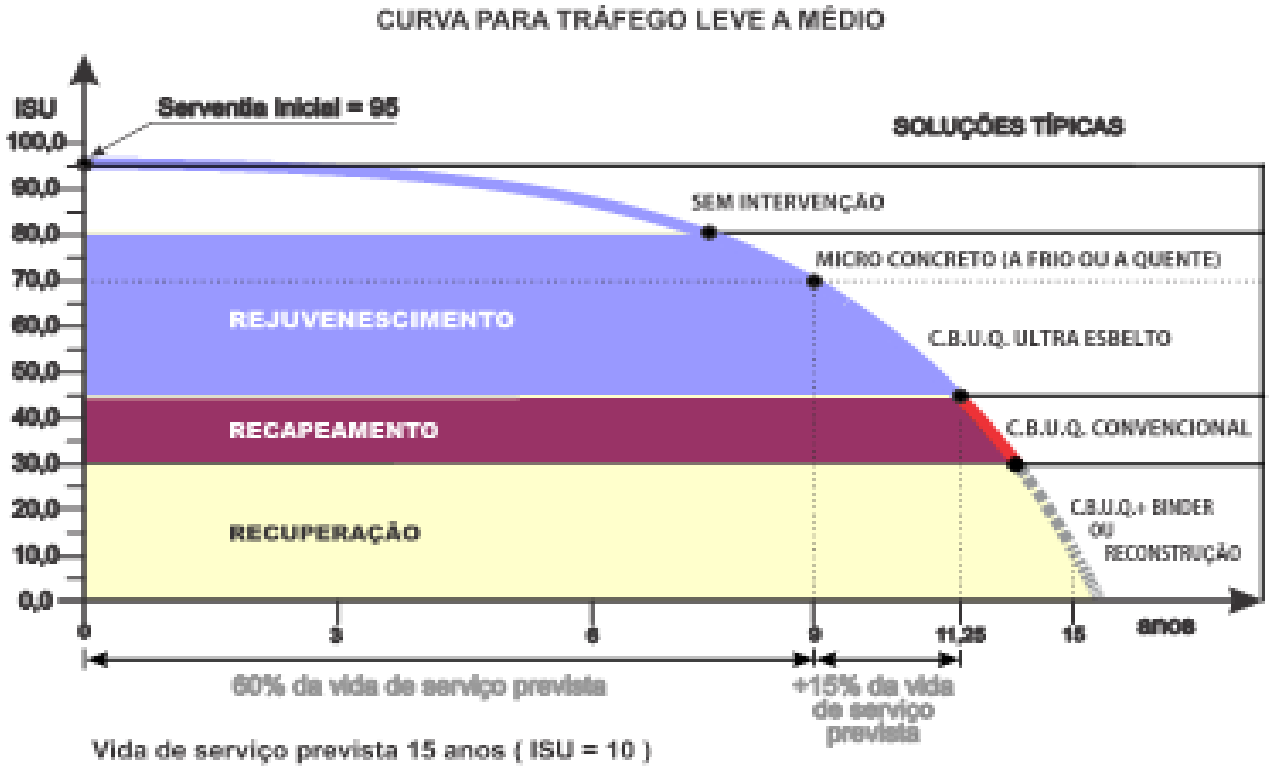
ESCOLA de CONTAS
TCMSP

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTO (SGP) COM O ISU (ÍNDICE DE SERVENTIA URBANA)

- Foco na manutenção preventiva;
- Operação Tapa-Buracos deve ser exceção e não regra;
- Hierarquização dos defeitos e das intervenções sobre o pavimento;
- Mapeamento dos defeitos do pavimento e indicação da ação mais adequada;
- Gatilhos de manutenção baseados em critérios objetivos e não subjetivos;
- Capacidade de promover o gerenciamento do patrimônio viário da cidade.

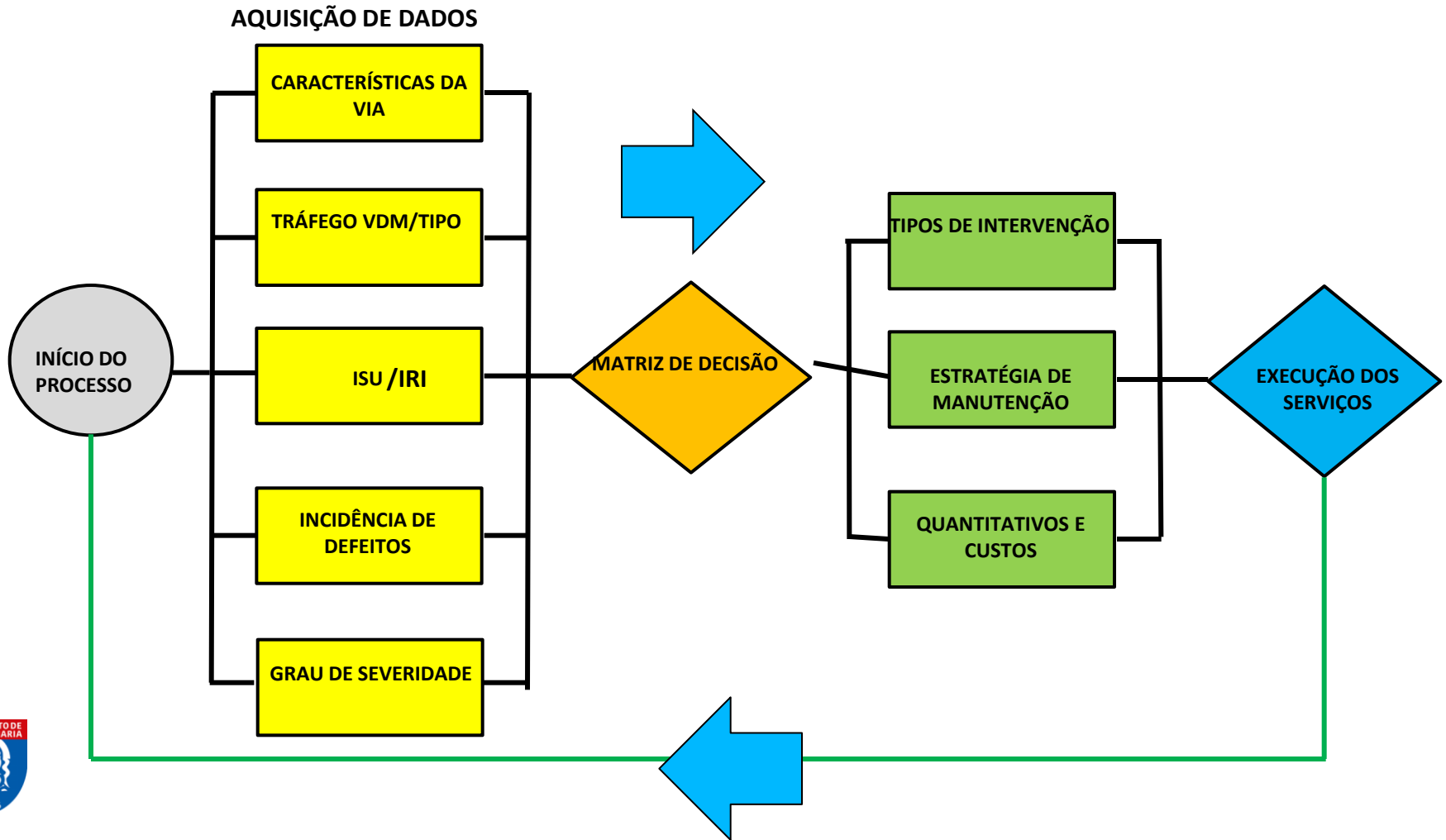
- Para qualquer tipo de Via
- Para qualquer tipo de tráfego
- Necessária alta tecnologia – mesmo para os serviços simples – gera economia, reduz possibilidade de erros (e de surpresas!)
- Maior durabilidade para evitar retrabalho
- Menor manutenção
- Menor perdas com operação – interdições, desvios, acidentes

SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO ASSOCIADAS A SERVENTIA

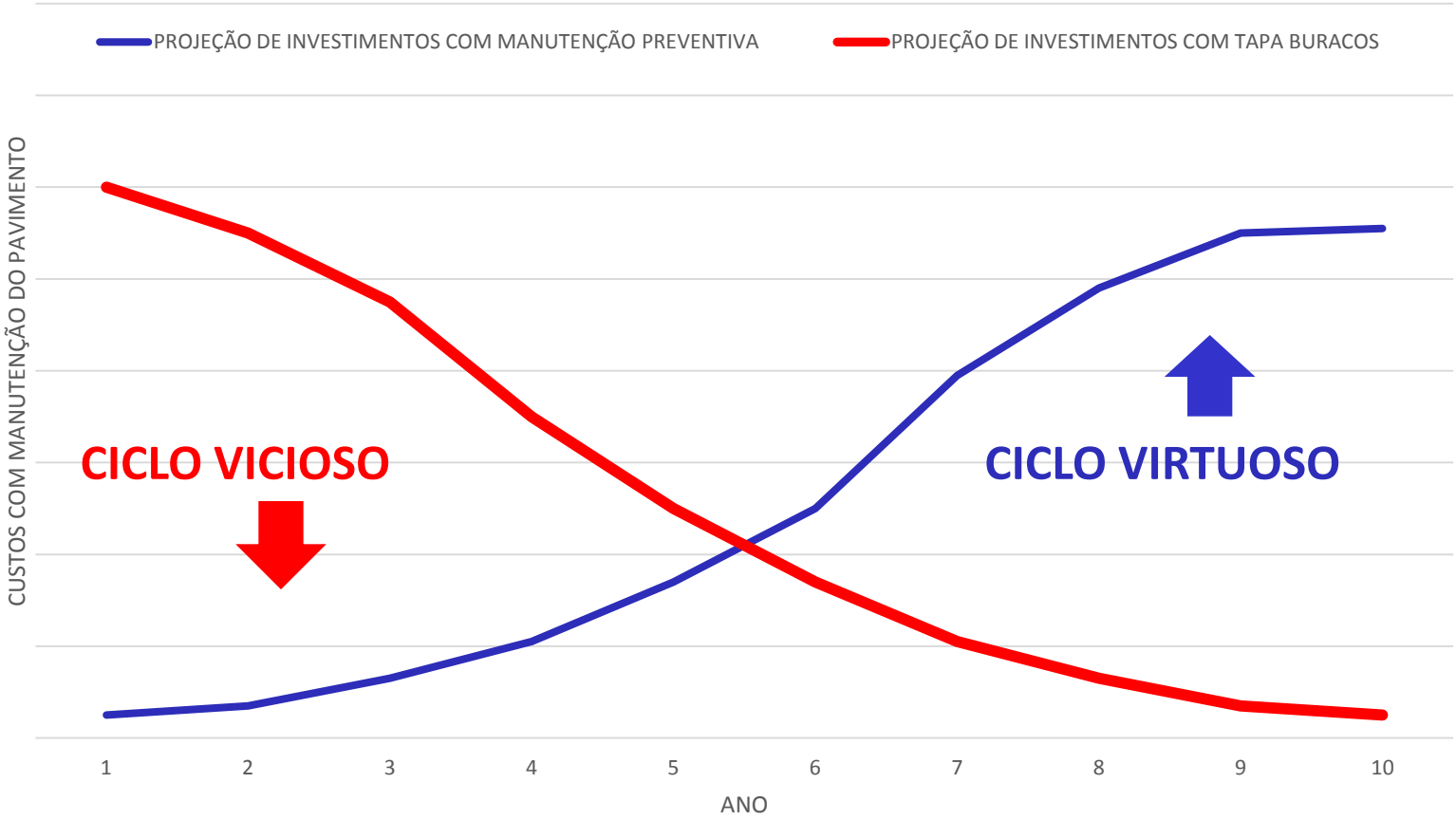


SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO (ISU X ANOS)

FLUXOGRAMA PARA REVITALIZAÇÃO DA MALHA VIÁRIA DA CIDADE



EVOLUÇÃO DOS INVESTIMENTOS POR TIPO DE ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO DOS PAVIMENTOS



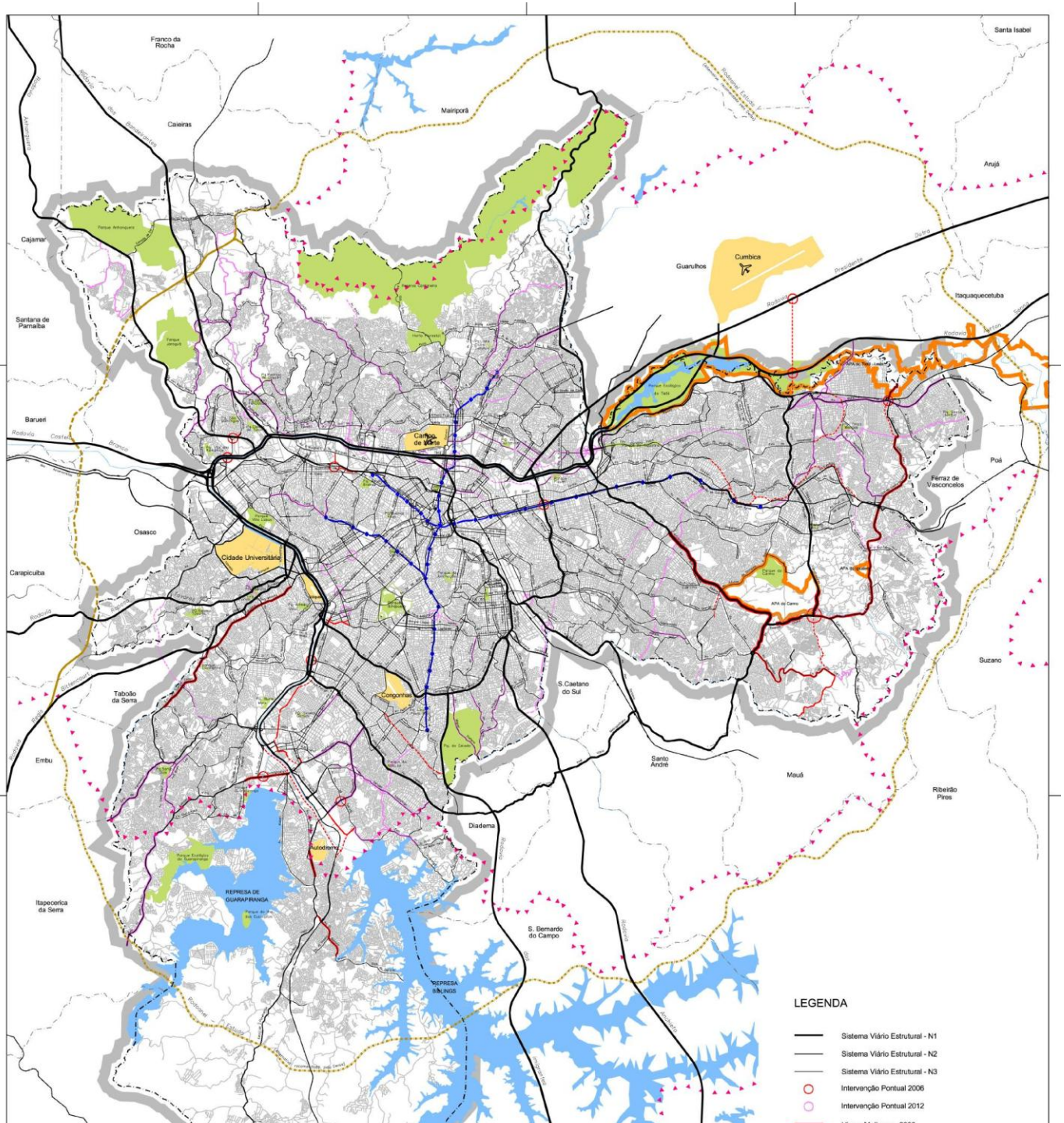
OBJETIVOS DO MODELO DE GESTÃO

- Resgatar as condições adequadas de trafegabilidade e conforto aos usuários das vias;
- Postura pró-ativa possibilitando decisões sem pressão dos agentes sociais;
- Planejamento com definição de estratégias de longo prazo e com embasamento técnico;
- Busca da excelência do Índice de Serventia (ISU);
- Tornar a PMSP uma referência na gestão de pavimentos urbanos no País.

TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

- Sela trinca;
- Selante de pavimento
- Tapa-buraco;
- Fresagem do pavimento;
- Microfresagem do pavimento
- Microrrevestimento a frio com fibra;
- Microrrevestimento asfáltico a quente;
- Recapeamento asfáltico;
- Recuperação estrutural do pavimento;
- Reconstrução do pavimento

- Caminhão sela trinca;
- Fresadoras de pavimento;
- Fibra de borracha
- Caminhão Jet-Spray para tapa-buraco a frio;
- Asfalto polimérico;
- Asfalto borracha
- Asfalto morno;
- Espuma de asfalto;
- Nivelamento de tampões etc.



ESCOLA de CONTAS TCMSP

Cadastro da Malha Viária da cidade de São Paulo

INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

Gestão de Manutenção Asfáltica na Cidade de São Paulo

PAVSCAN

Revolução na avaliação de pavimentos

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Gestão pavimentos

*"...um conjunto de **atividades coordenadas**, todas voltadas para a obtenção do **melhor valor para os fundos públicos** disponíveis, fornecendo e operando **pavimentos** com conforto, segurança e economia"*

(HUDSON et al., 1979)

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Questões da gestão de pavimentos

Qual a **melhor solução** para realizar agora o pavimento?

Como posso melhor aportar meus **recursos**?

Qual é uma boa **estratégia a longo prazo** para esta via/segmento?

Qual a **necessidade orçamentária** a longo prazo para as diversas estratégias?

Considerando certas **restrições**, qual a melhor estratégia a longo prazo?

Quais os **efeitos de maior ou menor aporte de investimento**?

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Importância da informação na gestão de pavimentos

Todo o processo de tomada de decisões deve ser tomado a partir de **informações confiáveis e atuais** referentes a malha viária

- Tráfego em operação
- Histórico de obras
- Condição do pavimento

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Avaliação de pavimento

Avaliação	Elemento	Parâmetro	Solução Tradicional	Evolução
Estrutural	Espessuras e camadas	Espessuras, camadas, ...	Sondagens	GPR / Densímetros
	Deformação resiliente	Deflexão	Viga Benkelman	FWD / LWD
Superfície	Defeitos visuais	IGG, %, PCI, ICP...	Inspeção visual	Vídeo / Imagem
	Trilha de roda	Flecha	Treliça	Laser (5 sensores)
Conforto	Irregularidade longitudinal	IRI	Tipo resposta / Merlin	Laser (2 sensores)
Segurança	Macrotextura	Rugosidade	Mancha de areia	MPD (textura laser)
	Microtextura	Coeficiente de atrito	Pêndulo Britânico	Equipamentos dinâmicos

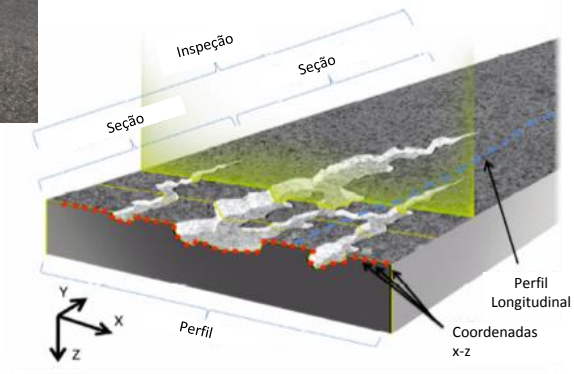
André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

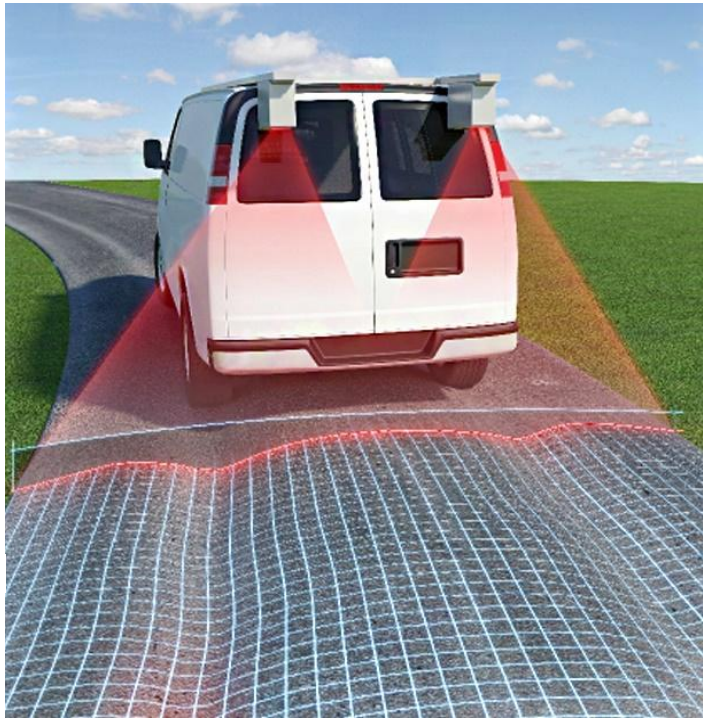
PAVSCAN

Avaliação	Elemento	Parâmetro	Solução Tradicional	Evolução
Estrutural	Espessuras e camadas	Espessuras, camadas, ...	Sondagens	GPR / Densímetros
	Deformação resiliente	Deflexão	Viga Benkelman	FWD / LWD
Superfície	Defeitos visuais	IGG, %, PCI, ICP...	Inspeção visual	Vídeo / Imagem
	Trilha de roda	Flecha	Treliça	Laser (2 sensores)
Conforto	Irregularidade longitudinal	IRI	Tipo resposta / Merlin	Laser (5 sensores)
Segurança	Macrotextura	Rugosidade	Mancha de areia	MPD (textura laser)
	Microtextura	Coeficiente de atrito	Pêndulo Britânico	Equipamentos dinâmicos

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

PAVSCAN





André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

O que faz PavScan?

Digitalização 3D da superfície **do pavimento** através de registro de imagens e com sensores lasers de toda a faixa de rolamento com 4.000 pontos registros de laser com resolução de 1 mm

Coleta de dados em **velocidade do tráfego**

Registros **independente da luz natural**, permitindo coleta de dados diurna e noturna

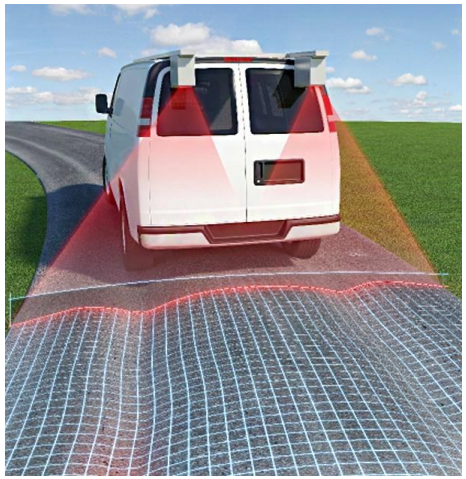
Processamento com **identificação automática de defeitos**

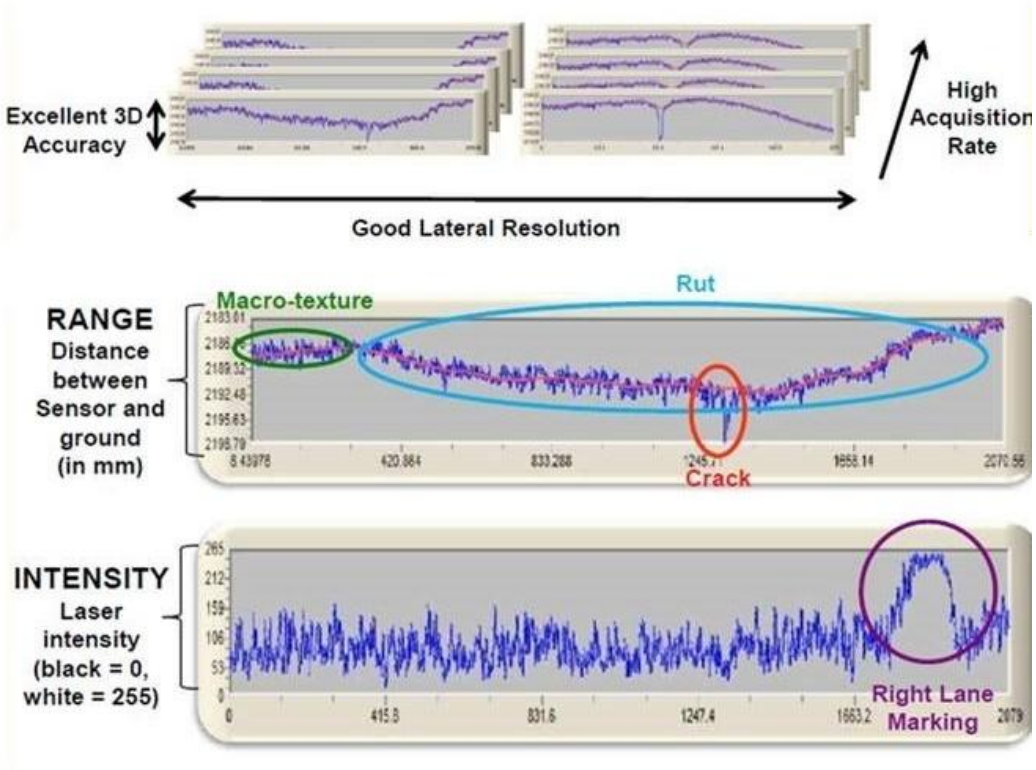
Medição de **IRI** e **trilha de roda**

Determinação de outros parâmetros: textura, declividade, empoçamento, etc.

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Como funciona o PavScan?





André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

O que o PavScan pode identificar?

Trincas (extensão, profundidade, largura)

Desgaste

Panelas (área, profundidade, volume)

Exsudação

Trincas seladas

Medição de trilha de trilha (largura, profundidade, volume de enchimento)

Irregularidade longitudinal (IRI)

Macrotextura (MPD)

Juntas e "*faulting*" em pavimentos de concreto

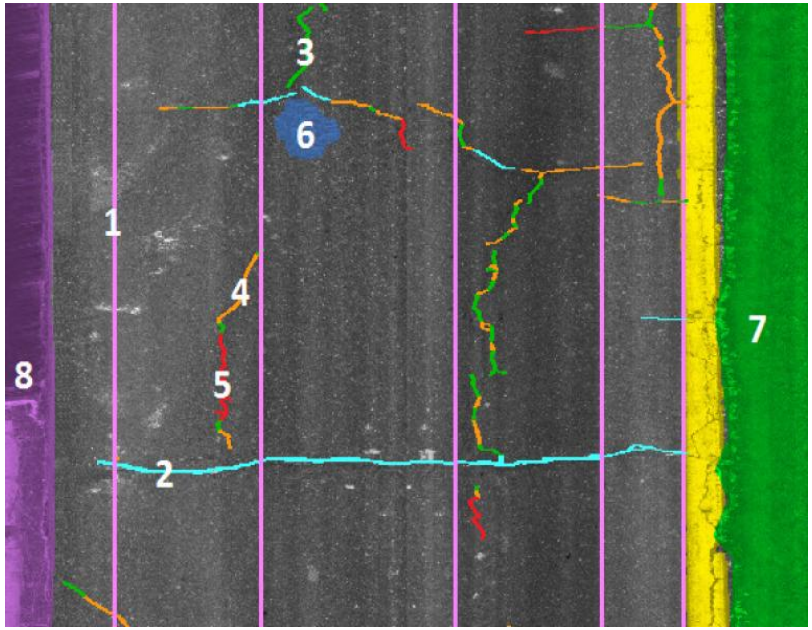
Elementos diversos da via: tampa de bueiros, elementos de drenagem, etc.

Linhas de sinalização

Dados geométricos: raio de curvatura, declividade longitudinal e transversal

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Exemplos



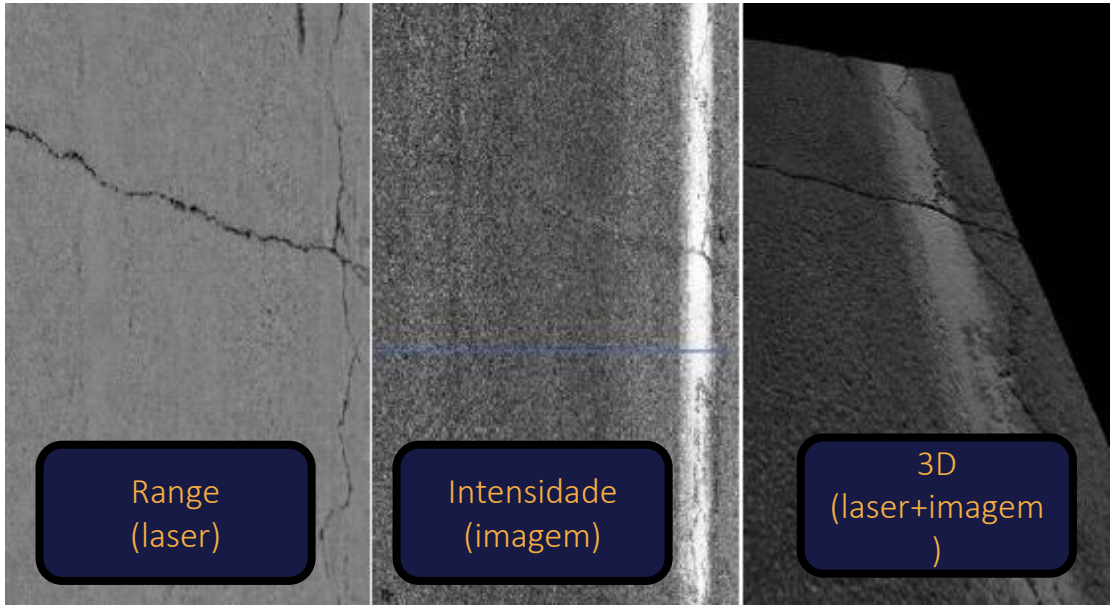
1. Linha (Faixa, Trilha, Perfil, IRI, Etc.)
2. Fissuras
3. Trincas Classe 1
4. Trincas Classe 2
5. Trincas Classe 3
6. Panelas
7. Degrau de Acostamento
8. Guia/Calçada

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

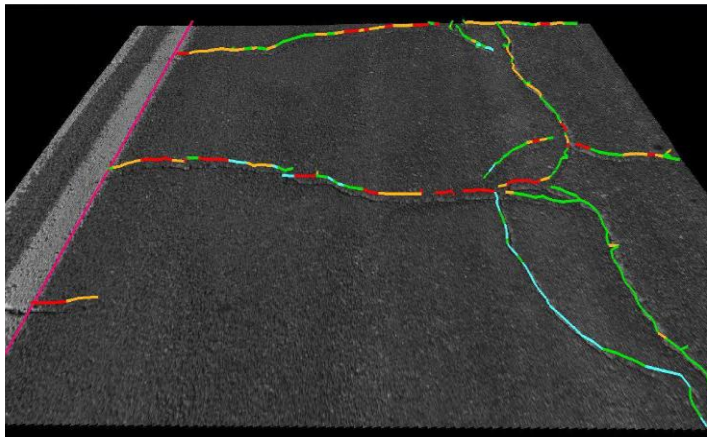
Vantagens do PavScan: imageamento e cadastro

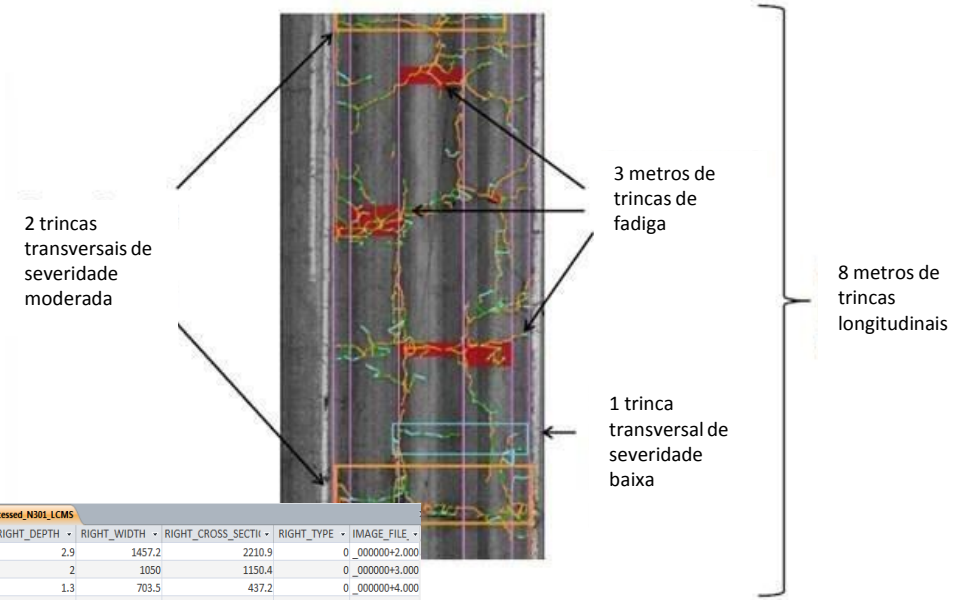
Inventário antes do PAVSCAN

Inventário após o PAVSCAN



André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br





Tables

Search...

- Digital_Camera_Pictures_N301_LCMS
- Geometry_Header_N301_LCMS
- Geometry_Processed_N301_LCMS
- GPS_Header_N301_LCMS
- GPS_Processed_N301_LCMS
- KeyCode_Raw_N301_LCMS
- LCMS_Bleeding_Processed_N301_LCMS
- LCMS_Crack_Processed_N301_LCMS
- Lcms_Header_N301_LCMS
- LCMS_Potholes_Processed_N301_LCMS
- LCMS_Raveling_Processed_N301_LCMS
- LCMS_Rut_Processed_N301_LCMS
- LCMS_SealCrk_Processed_N301_LCMS
- LCMS_Shove_Processed_N301_LCMS
- LCMS_Texture_Processed_N301_LCMS

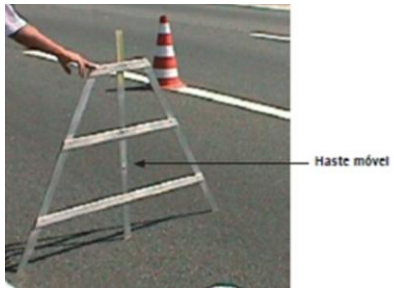
LCMS_Potholes_Processed_N301_LCMS | LCMS_Crack_Processed_N301_LCMS | LCMS_Bleeding_Processed_N301_LCMS | **LCMS_Rut_Processed_N301_LCMS**

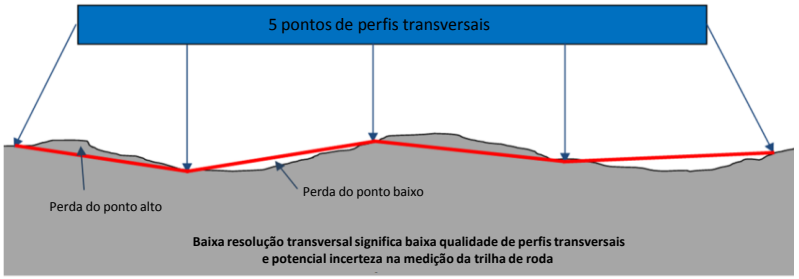
CHAINAGE	LRP_NUMBER	LRP_CHAINAGE	LEFT_DEPTH	LEFT_WIDTH	LEFT_CROSS_SECTION	LEFT_TYPE	RIGHT_DEPTH	RIGHT_WIDTH	RIGHT_CROSS_SECTI	RIGHT_TYPE	IMAGE_FILE
0	0	0	2.6	756.1	1228.6	0	2.9	1457.2	2210.9	0	_000000+2.000
1	0	1	2.9	766.9	1184.6	0	2	1050	1150.4	0	_000000+3.000
2	0	2	2.2	717.8	638.4	0	1.3	703.5	437.2	0	_000000+4.000
3	0	3	1.7	1726.4	1559.7	0	1.9	941	804.2	0	_000000+5.000
4	0	4	2.1	804.5	1058.8	0	2.9	1132.7	1217.6	0	_000000+6.000
5	0	5	1.4	901.9	782.2	0	3.6	1487.2	2446.8	0	_000000+7.000
6	0	6	2.1	741.6	817.7	0	3.7	2062.2	3456	0	_000000+8.000
7	0	7	1.4	1565.8	1175.2	0	4.3	1887.6	3894.2	0	_000000+9.000
8	0	8	1.8	837.5	674.4	0	4	1676.6	3767.3	0	_000001+0.000
9	0	9	1.3	806.2	589.2	0	5.8	1644.1	5181.3	3	_000001+1.000
10	0	10	1.1	913.8	516.5	0	7.3	1798.2	6364	3	_000001+2.000
11	0	11	1.4	856.9	585.5	0	6.8	1821.6	6499.9	3	_000001+3.000
12	0	12	1	1000.4	590.6	0	7.1	1933.8	6335.5	3	_000001+4.000
13	0	13	0.8	633	251.5	0	6	1669.7	4628.7	3	_000001+5.000
14	0	14	1.2	862.8	527	0	7.4	1699.4	6126.9	3	_000001+6.000
15	0	15	1.3	673.1	534	0	8.2	1989.5	8546.8	3	_000001+7.000
16	0	16	1	622.3	315	0	6.6	1981.8	6283.1	3	_000001+8.000
17	0	17	1.4	815.6	505.7	0	8.1	2052.2	7263.6	3	_000001+9.000

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

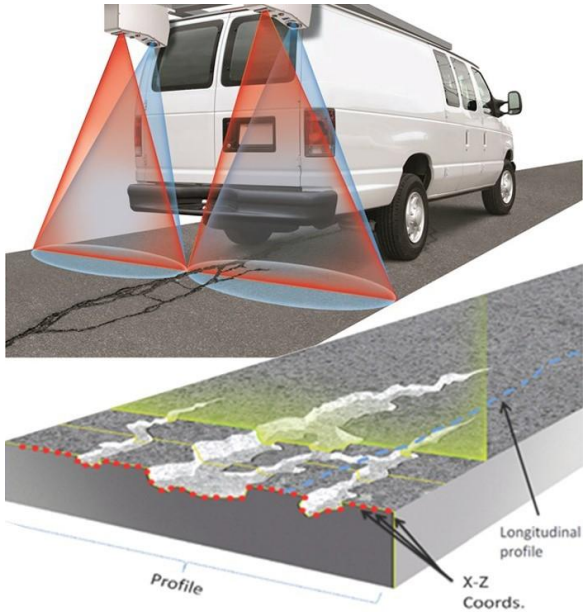
Vantagens do PavScan: Trilha de roda

Trilha de roda antes do PAVSCAN





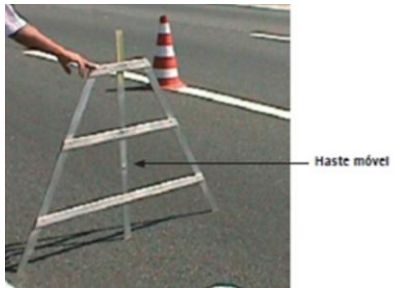
Trilha de roda com o PAVSCAN

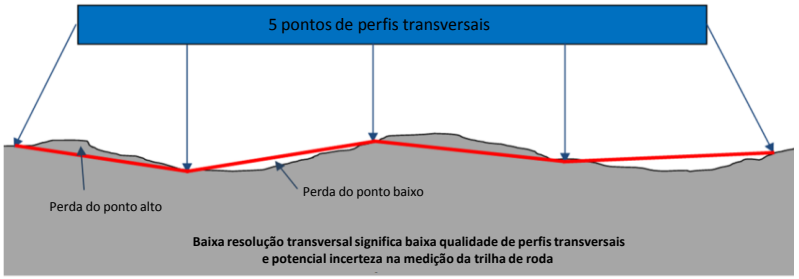


André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

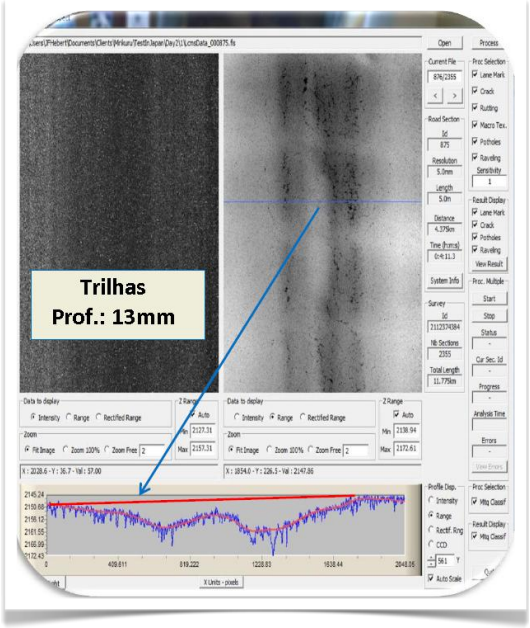
Vantagens do PavScan: Trilha de roda

Trilha de roda antes do PAVSCAN





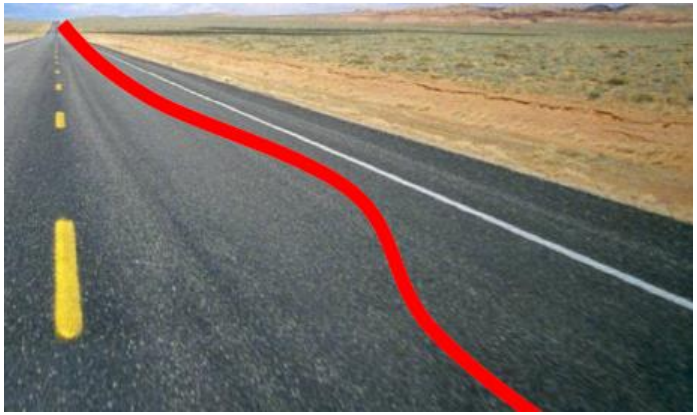
Trilha de roda com o PAVSCAN



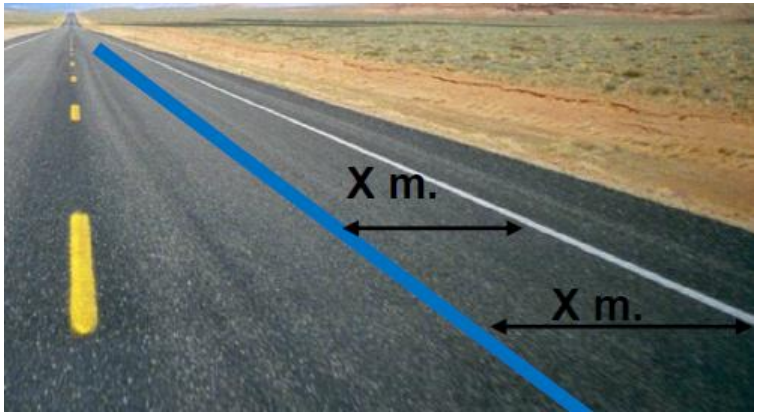
André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Vantagens do PavScan: IRI

IRI com Perfilômetro Laser



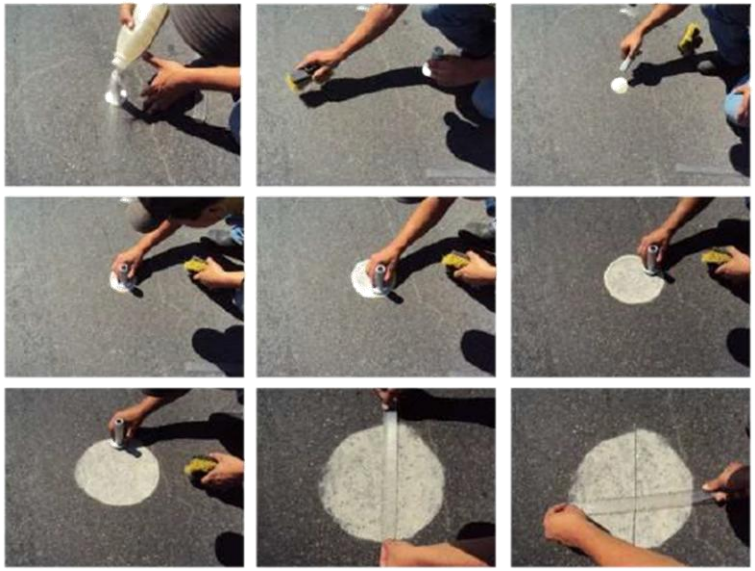
IRI com PAVSCAN



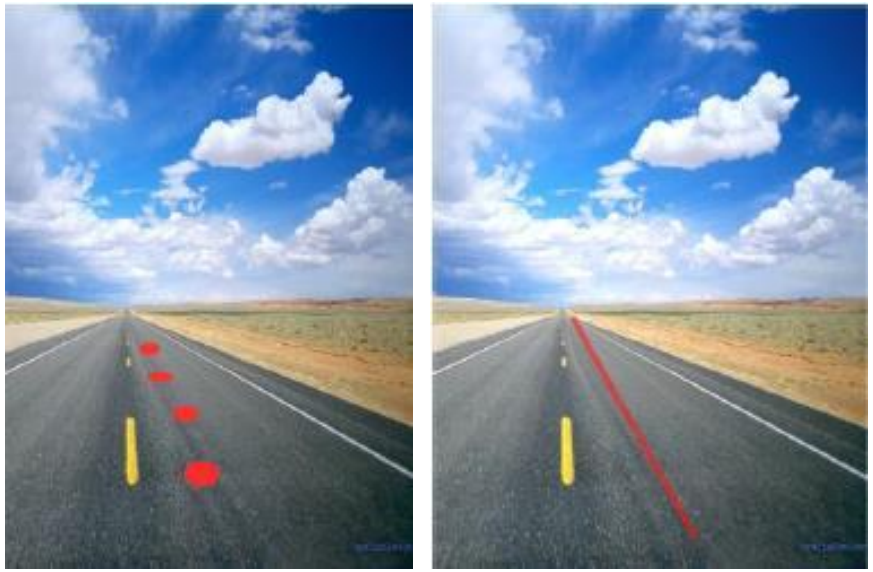
André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Vantagens do PavScan: macrotextura

Textura com mancha de areia

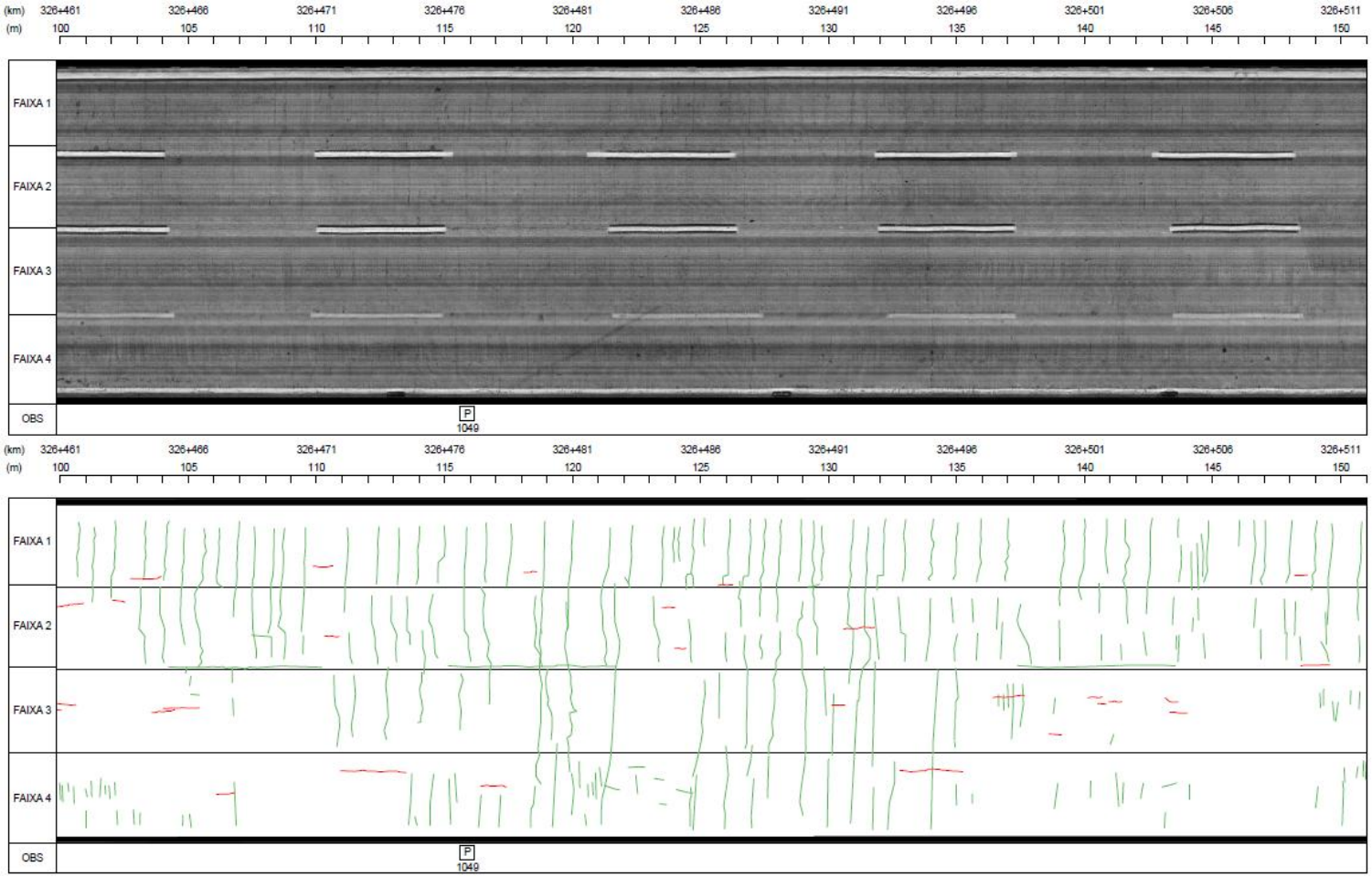


MPD com PAVSCAN



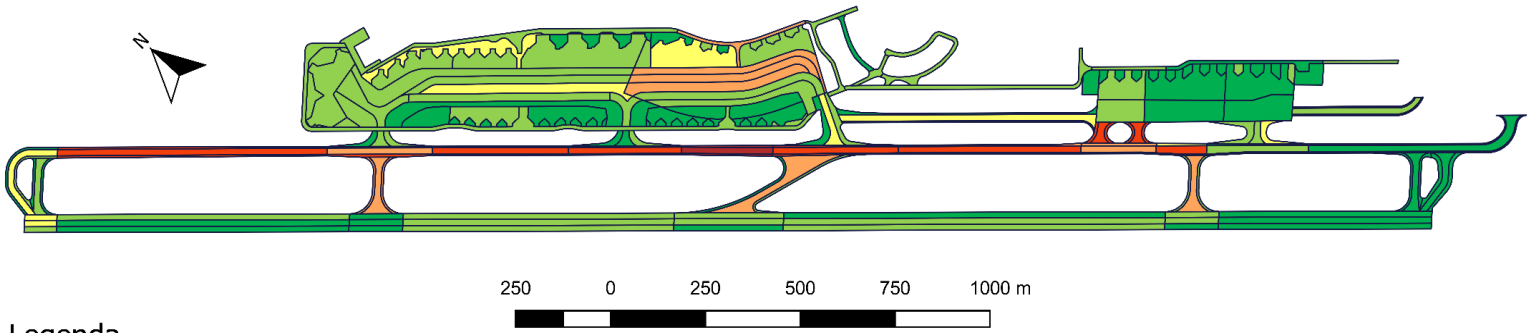
André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Exemplos de uso PavScan: monitoramento de trincas



André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Exemplos de uso PavScan: Cálculo de PCI



Legenda

- Excelente
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim
- Péssimo
- Destruído

Defeitos georreferenciados

Distress PAVER™	Distress Code PAVER™	Severity	Extent	Unit	Latitude	Longitude
Alligator Cracking	41	M	7,31	sqM	-15,8799945	-47,9309733
Long. & Trans. Cracking	48	L	1,20	M	-15,8801402	-47,9309187
Alligator Cracking	41	L	6,75	sqM	-15,8799906	-47,9309158
Long. & Trans. Cracking	48	L	1,50	M	-15,8801353	-47,9308610
Alligator Cracking	41	L	1,08	sqM	-15,8799828	-47,9303334
Alligator Cracking	41	L	1,98	sqM	-15,8799816	-47,9303166
Alligator Cracking	41	L	1,15	sqM	-15,8799087	-47,9291863

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Comparativo: Tradicional x 1ª Evolução x PavScan

- **Inspeção tradicional**
  - Equipe de técnicos a pé sobre a via registrando ocorrências
  - Processamento em escritório

- Interferências
  - Tráfego
  - Pedestres
  - Luminosidade
  - Clima

- Riscos
  - Acidentes
  - Segurança
  - Uniformidade dos resultados

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Comparativo: Tradicional x 1ª Evolução x PavScan

- **Inspeção com vídeo e perfilômetro laser**
  - Equipamento com vídeo e laser
  - Equipe de escritório identificando ocorrências

- Interferências
  - Tráfego
  - Pedestres (elimina)
  - Luminosidade
  - Clima

- Riscos
  - Acidentes (reduz)
  - Segurança (reduz)
  - Uniformidade dos resultados (permite a consulta a imagens)

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Comparativo: Tradicional x 1ª Evolução x PavScan

- **PavScan**
  - Equipamento PavScan
  - Processamento sistematizado

- Interferências
  - Tráfego (reduz)
  - Pedestres (elimina)
  - Luminosidade (elimina)
  - Clima

- Riscos
  - Acidentes (reduz)
  - Segurança (reduz)
  - Uniformidade dos resultados (elimina)

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

Por que o PavScan?

- **Automatização de todo o processo**
  - Repetibilidade
  - Reprodutibilidade
  - Sem influência do técnico
- Facilidade e **agilidade na coleta** de dados
- **Georeferenciamento**
- **Imagens 3D**
  - Recorrência
  - Confiabilidade
- **Ampla utilização** **em todo o mundo** (e também no Brasil há 5 anos)
- Possibilidade de **avaliação integral de grandes rede** (não somente amostras)

André Felipe Vale
andre.vale@rrunner.com.br

3º Painel (13h30 – 14h30)

Palestrante: José Marcelo Almeida

TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

Gestão de Manutenção Asfáltica
na Cidade de São Paulo

EXECUÇÃO DE REPAROS DE FISSURAS E DESGASTE DE REVESTIMENTOS ASFALTICOS COM UTILIZAÇÃO DE MATERIAL SELANTE

SELANTE PARA REVESTIMENTOS

O SELANTE é um impermeabilizante com elevada adesão aos substratos de pavimentos asfálticos e rígidos, e resistente a produtos derivados de petróleo e ao intemperismo. É empregado na proteção e rejuvenescimento de pavimentos, bem como na selagem de fissuras

EMPREGO DO SELANTE

a) Execução de selante, para o tratamento de trincas com largura igual ou inferior a 3mm.

b) Execução de selagem de áreas desgastadas para o tratamento de desagregações e impermeabilização do revestimento.

C) Execução da selagem (impermeabilização) de áreas que sofreram remendos superficiais e profundos (tapa buraco)

Selante de Pavimento
Impermeabilização de remendos e fissuras

3- EXECUÇÃO:

A execução dos serviços deverá prever a utilização de equipamento apropriado, mecânicos (espargidores), ou manuais (rolos de pintura e ferramentas de arraste) atendidas as condições locais e a produtividade exigida; compressor de ar, ferramentas manuais diversas; conjunto de sinalização composto de cones, cavaletes, placas de advertência, etc.

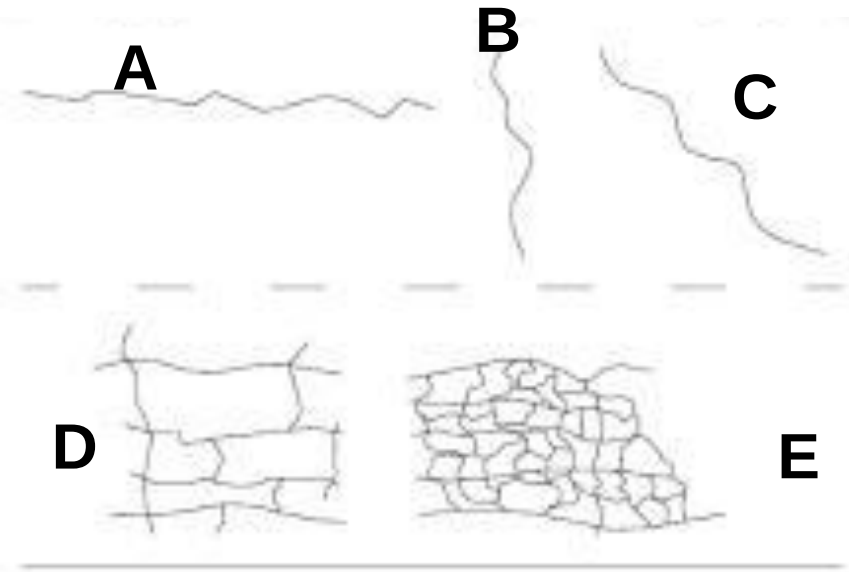
A aplicação devera ser feita a uma taxa de 0,8 a 1,0 Kg/m².

Recomenda-se a aplicação em duas camadas, e se necessário poderá ser executada camadas complementares em função das irregularidades e textura existente.

SELAGEM DE TRINCAS E JUNTAS

Tecnica utilizada para manutenção preventiva e consiste na aplicação de um material base asfáltica modificado por polímeros, com comportamento elástico de elevada performance. Apresenta a consistência adequada quando submetido a variações de temperatura e alta capacidade de aderência, características ideais para o preenchimento de trincas e juntas de pavimentos

TIPOS DE TRINCAS



(A) - LONGITUDINAL

(B) - TRANSVERSAL

(C) - OBLÍQUA

(D) - BLOCOS

(E) - COURO DE JACARÉ

andre.vale@rrunner.com.br

EVOLUÇÃO DAS TRINCAS

andre.vale@rrunner.com.br

JUNTAS DO PAVIMENTO

PROCEDIMENTO PARA APLICAÇÃO

Trincas em Revestimentos Asfálticos:

Devem ser aplicadas preferencialmente em trincas isoladas, que podem ser longitudinais ou transversais

A aplicação do material , deve ser precedida da abertura das trincas com equipamento apropriado e posteriormente, executada a limpeza, de preferência com ar comprimido, removendo todo o material solto existente

CAP ST
SELANTE ELASTOMERICO

Customização em
Asfaltos e Pavimentos Ltda.

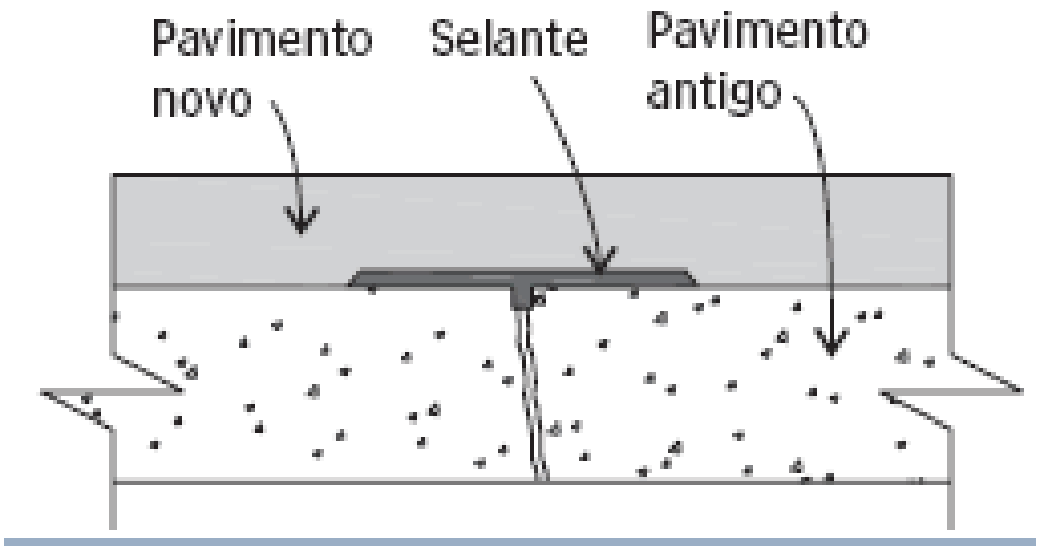
CAP ST
SELANTE ELASTOMERICO

Customização em
Asfaltos e Pavimentos Ltda.

INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

PREVENÇÃO NA REFLEXÃO DE TRINCAS

PREVENÇÃO NA REFLEXÃO DE TRINCAS



CAP ST
SELANTE ELASTOMERICO

Customização em Asfaltos e Pavimentos Ltda.

JUNTAS DE DILATAÇÃO

No caso de juntas, deve também ser removido todo material solto e garantir que a juntas estejam totalmente isentas de umidade,

Diferentemente de trincas, o produto deve ficar confinado e na altura exata do pavimento.

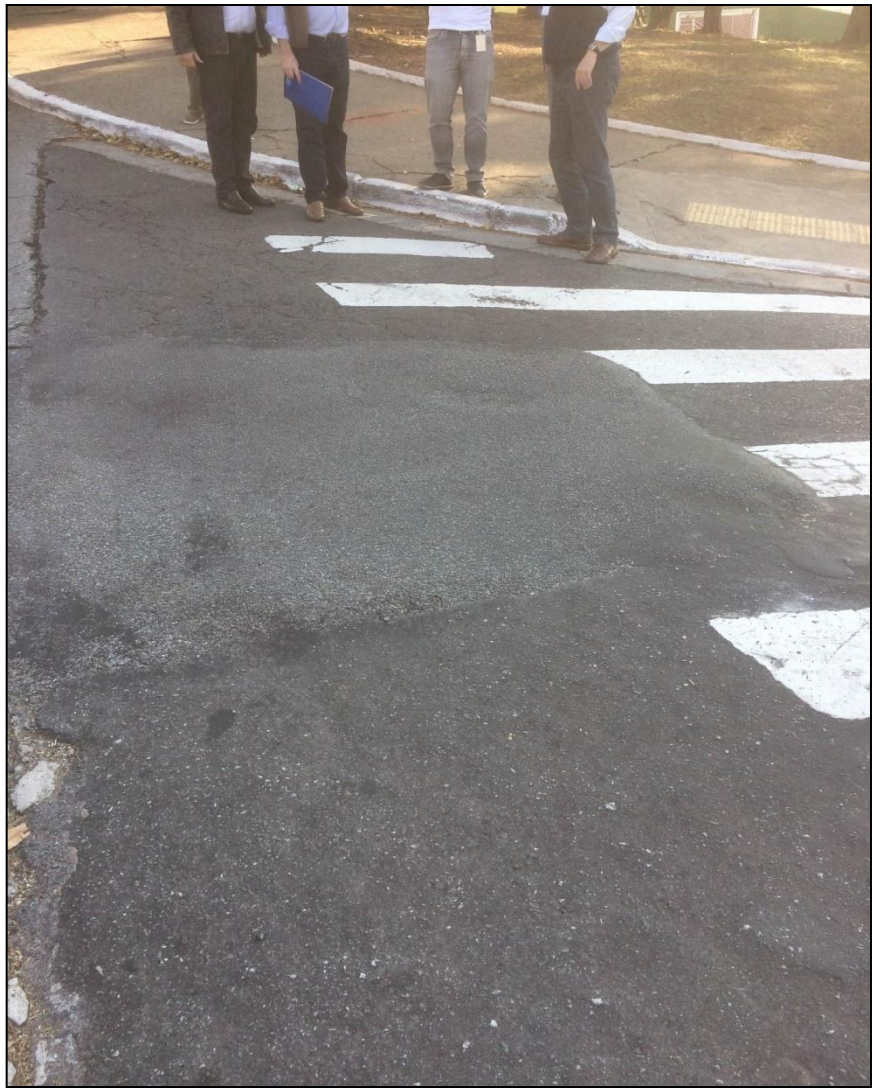
INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

JUNTAS DE DILATAÇÃO

Diferentemente de trincas, ficar confinado e na altura exata do pavimento.

Caminhão Jet-Spray para Tapa Buraco

Tapa Buraco Jet-Spray
Prefeitura Regional do Ipiranga



Fibra de Borracha

MICRO REVESTIMENTO A FRIO

Microrrevestimento a Frio com Fibra de Borracha

MICRO REVESTIMENTO A QUENTE

CBUQ com Fibra e Pó de Borracha

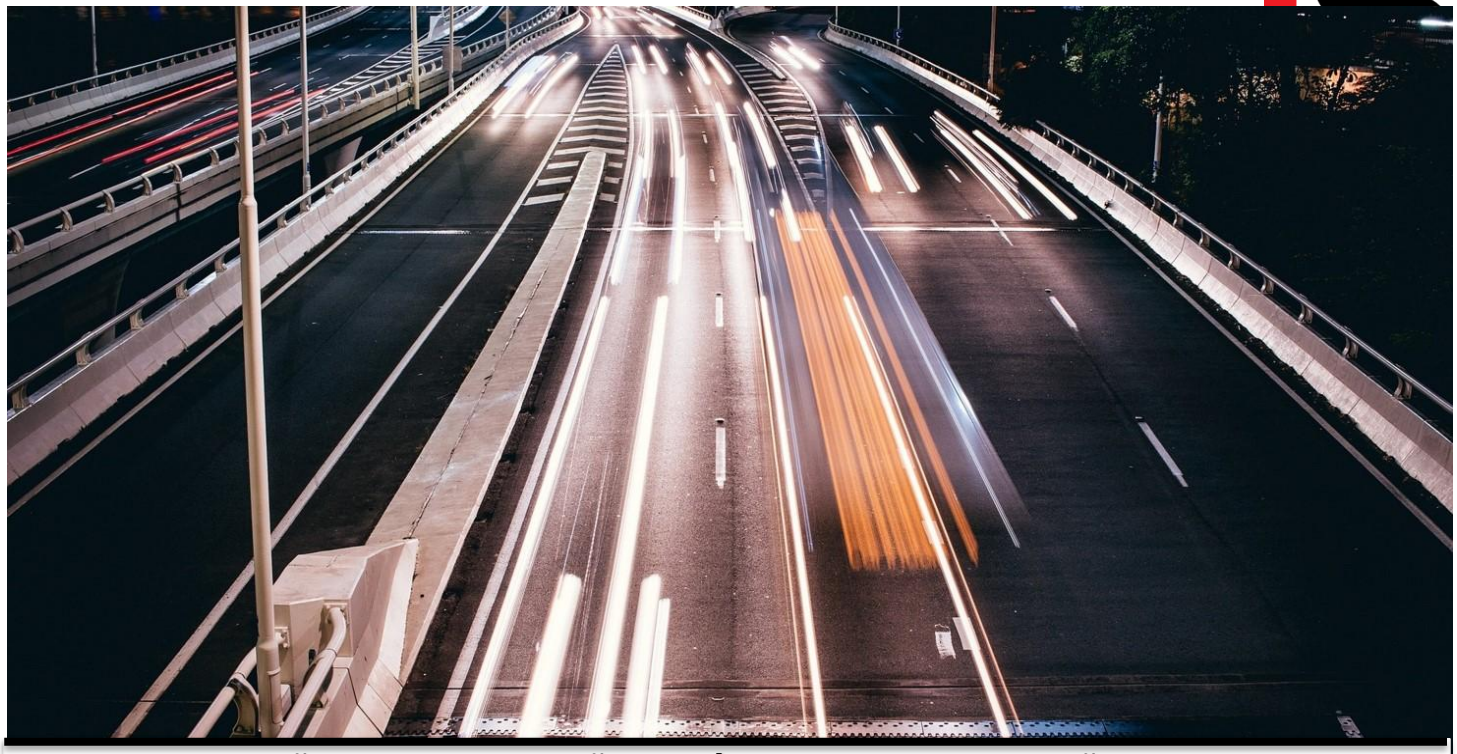
NORMATIZAÇÃO

ESCOLA de CONTAS TCMSP

METODO DE DOSAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE PARA ESTOCAGEM E APLICAÇÃO A FRIO

INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

ESCOLA de CONTAS TCMSP



GESTÃO DA MANUTENÇÃO ASFÁLTICA NA CIDADE DE SÃO PAULO
TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

Engº Valmir Bonfim, M. Eng.

Instituto de Engenharia

DVS Fresagem de pavimentos

FREMIX®

Tecnologias que serão abordadas...

Fresagem do pavimento

Microfresagem do revestimento

Nivelamento de tampões

Reciclagem com RAP Espumado

Defeitos no pavimento que afetam o conforto ao rolamento dos usuários

Defeitos:

- Oxidação do revestimento;
- Desgaste superficial;
- Trincas diversas;
- Buracos;
- Remendos etc.

Solução: ***Fresagem do pavimento e recapeamento asfáltico***

<u>Definição:</u> "Fresagem do pavimento é o corte ou desbaste de uma espessura pré-determinada do pavimento, realizado por processo mecânico, visando a restauração ou a recuperação do pavimento"

Fresagem rasa:
➡ ***Recapeamento asfáltico***

Fresagem profunda:
➡ ***Recuperação estrutural***

Fresagem do pavimento

Aeroporto de Guarulhos - Fresagem profunda - Espessura de 25 cm

Fresagem do pavimento

Vantagens da fresagem do pavimento:

- Manutenção do greide do pavimento;
- Manutenção do nivelamento nas emendas;
- Correção de deformações plásticas;
- Manutenção do nivelamento junto aos pertences de concessionárias.

Defeitos no pavimento que afetam o conforto ao rolamento dos usuários

Defeitos:

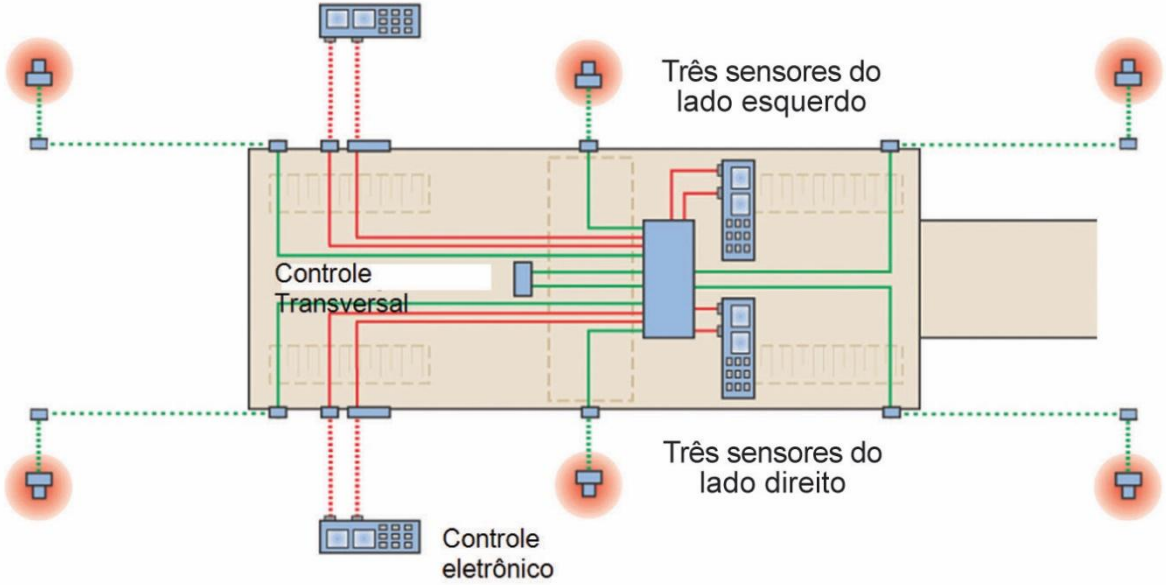
- Ondulações;
- Deformação plástica do revestimento.

Solução: ***Microfresagem do revestimento e microrrevestimento asfáltico - a frio ou a quente***

<u>Definição:</u> "Trata-se de uma fresagem fina, executada superficialmente para correção das imperfeições da pista e correção do perfil longitudinal da pista e enquadramento do I.R.I. ou Q.I."

Microfresagem do revestimento

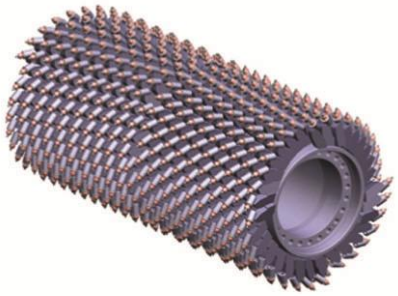
Microfresagem do revestimento



Sistema Multiplex com seis sensores

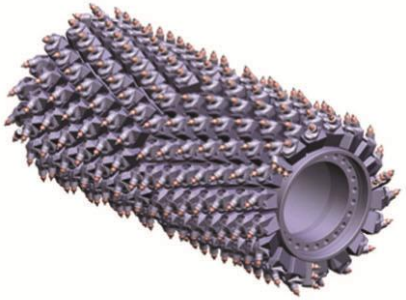
Microfresagem do revestimento

Microfresagem



FB 2000 LA 6x2
672 dentes de corte

Fresagem Fina



FB 2000 LA 8
274 dentes de corte

Fresagem Standard

FB 2000 LA 15
162 dentes de corte

Comparação entre os tipos de cilindros fresadores (cilindros com largura de 2 metros)

Microfresagem do revestimento

Microfresagem do revestimento

Defeito no pavimento que
afeta o conforto ao rolamento dos usuários

Defeito:

- Desnível do tampão de ferro

Solução: ***Nivelamento do tampão de ferro com fresadora***

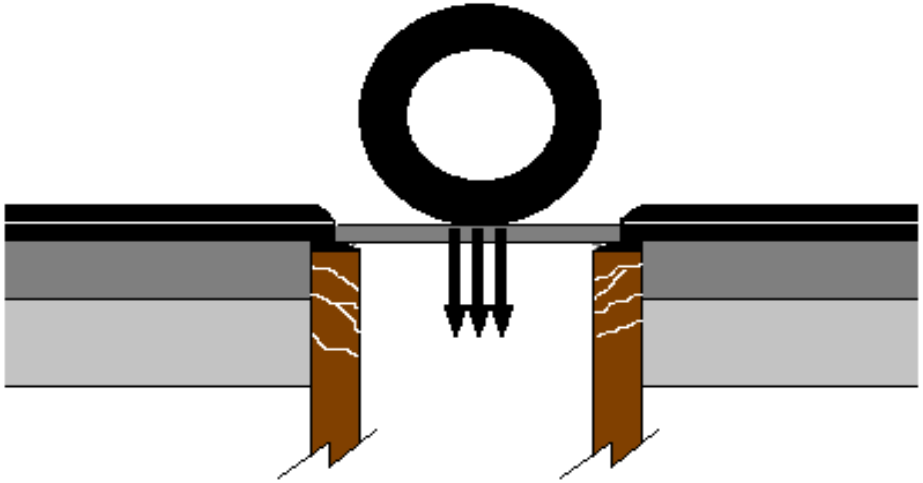
<u>Definição:</u> "Trata-se da troca do tampão de ferro com auxílio de uma fresagem circular cônica para retirada do tampão desnivelado, e instalação de um novo tampão de ferro com o concreto já curado, nivelado com o revestimento atual".

Nivelamento do tampão de ferro

O desnivelamento dos tampões podem ser originados de:

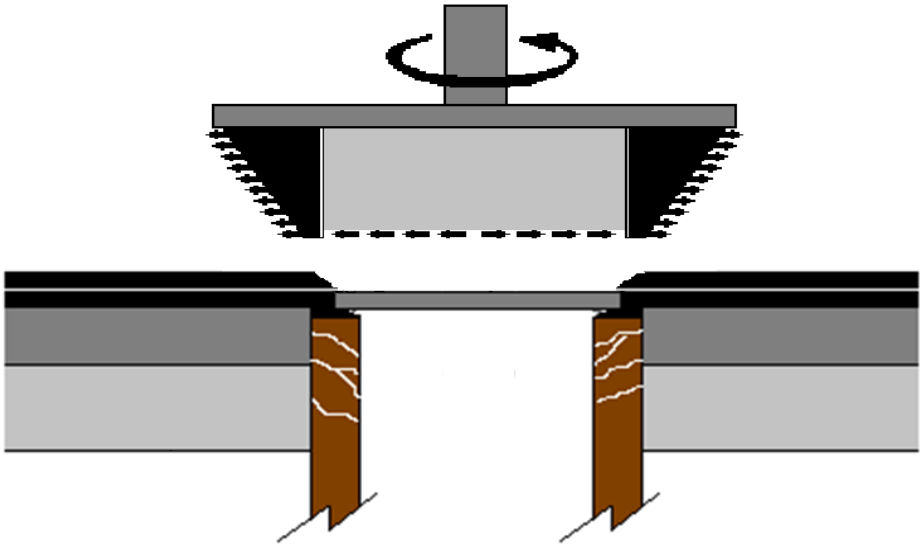
- *Falha na etapa construtiva;*
- *Recapeamento asfáltico sem o posterior nivelamento;*
- *Recapeamento asfáltico sem emprego da fresagem;*
- *Alteração do greide da pista;*
- *Deficiência estrutural das "chaminés".*

Nivelamento de tampão de ferro



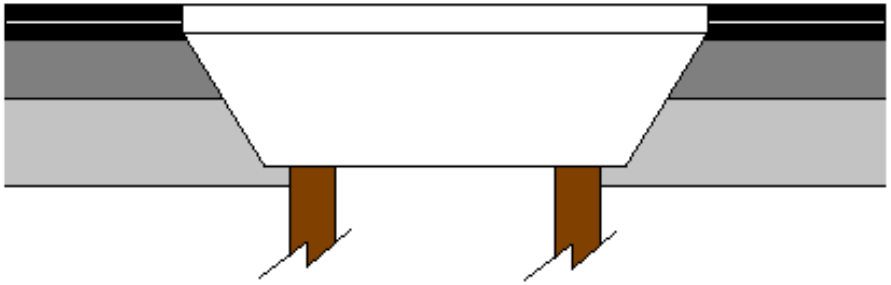
Sob ação de cargas e fragilidade de suporte, as paredes das “chaminés” se rompem agravando ainda mais a condição de nivelamento do tampão de ferro

Nivelamento de tampão de ferro



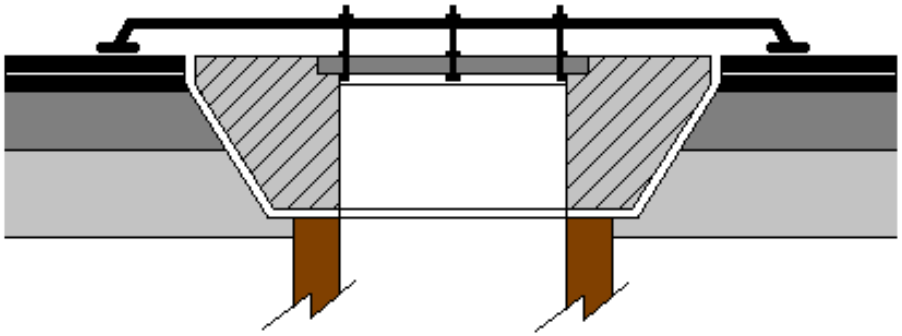
Passo 1: **Fresagem em torno do tampão de ferro com auxílio de fresadora especial**

Nivelamento de tampão de ferro



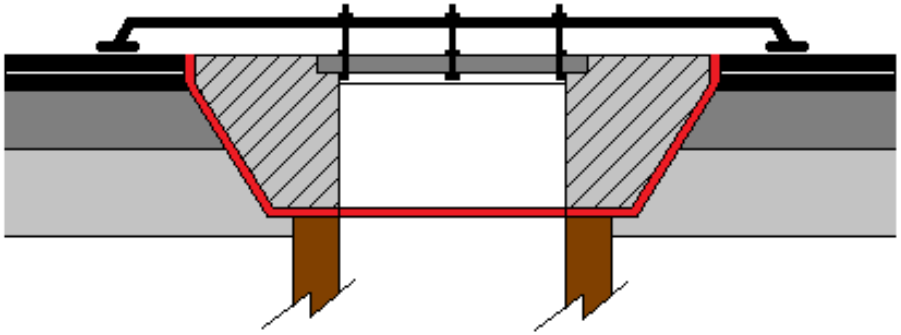
Passo 2: **Limpeza do local após a fresagem e retirada do tampão desnivelado**

Nivelamento de tampão de ferro



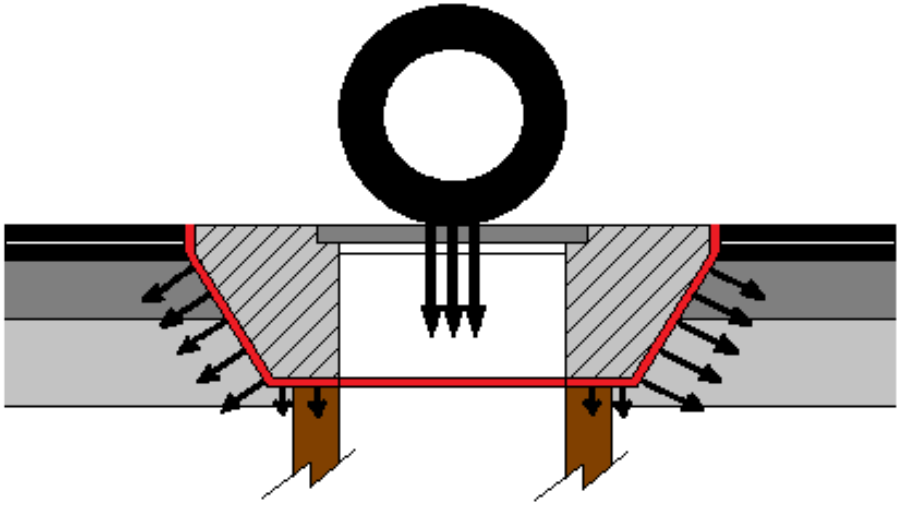
Passo 3: **Fixação da peça com auxílio de suporte apoiado em três pontos, garantindo perfeito nivelamento**

Nivelamento de tampão de ferro



Passo 4: **Injeção de argamassa fluida e de secagem rápida**

Nivelamento de tampão de ferro



O tampão permanece nivelado com o tráfego pesado, independentemente da capacidade de suporte das chaminés, pois as cargas são distribuídas fortemente nas paredes laterais do pavimento

Nivelamento de tampão de ferro

Defeitos no pavimento que afetam o conforto ao rolamento dos usuários

Defeitos:

- Trincas diversas;
- Deformação plástica;
- Bombeamento de finos;
- Colapso da estrutura do pavimento.

Solução: ***Fresagem profunda e reciclagem do material fresado***
RAP Espumado – Reciclagem em Usina KMA

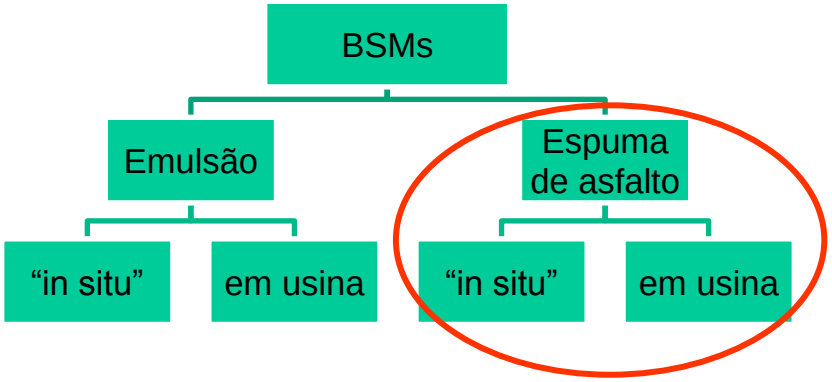
<u>Definição:</u> "Trata-se da reciclagem do material fresado, o RAP, do próprio local ou proveniente da fresagem de outras localidades, em usina móvel do tipo KMA, reciclado com espuma de asfalto"

Material fresado
RAP – Reclaimad Asphalt Pavement

O material resultante da fresagem ou da microfresagem do pavimento pode ser reciclado e utilizado como camada de base em pavimentos onde se necessita de reforço estrutural (RAP ESPUMADO)

Material estabilizado com betume
= BSM (Bitumen Stabilised Materials)

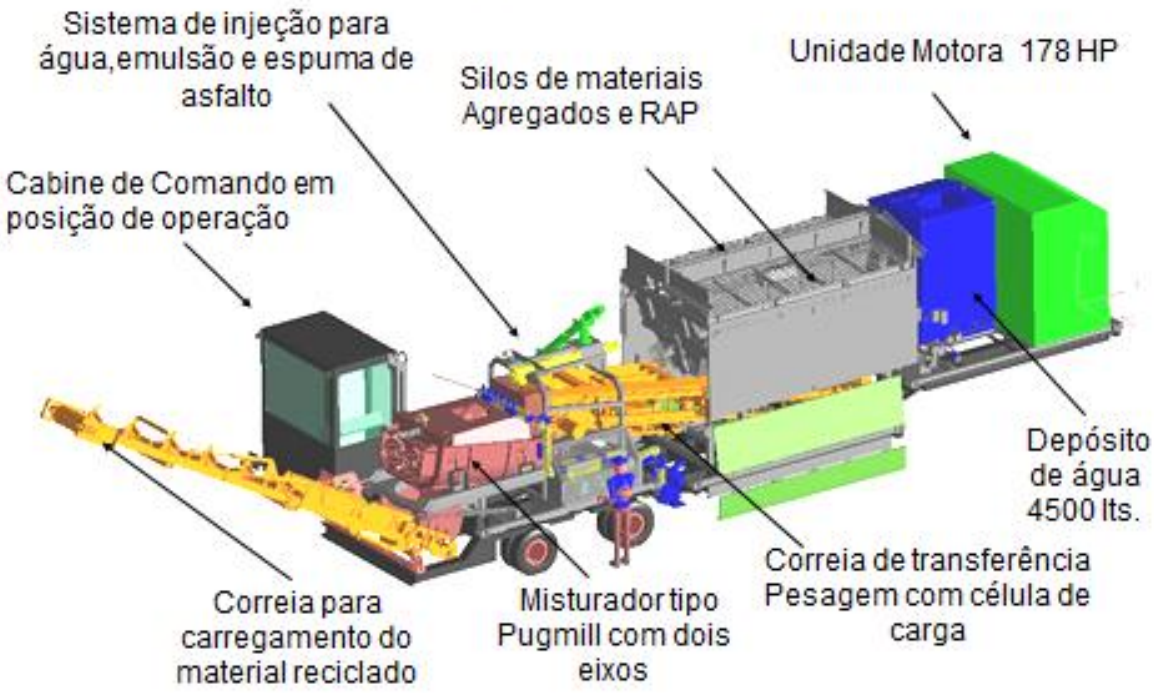
- a reciclagem a frio não emite gases na atmosfera
- possibilita o reaproveitamento de 100% do material fresado



RAP Espumado
Reciclagem a frio em usina KMA

RAP Espumado
Reciclagem a frio em usina KMA

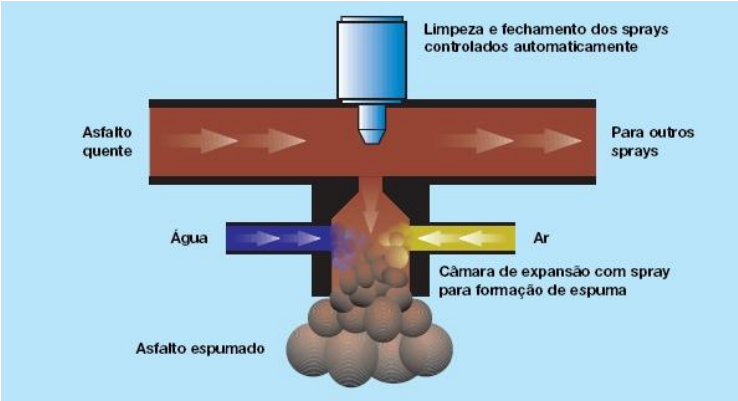
Desenho esquemático da Usina Móvel do tipo KMA



RAP Espumado
Reciclagem a frio em usina KMA

- a usina é móvel e possui motor para o seu funcionamento;
- possibilita a reciclagem de material fresado proveniente de outras localidades;
- reciclagem com outros tipos de materiais;
- reciclagem com outros tipos de aditivos;
- dosagem dos insumos controlada por células de carga e por microprocessador;
- Possui peneiras para controle dos grumos na mistura;
- possui silo para a correção granulométrica do RAP;
- capacidade de estocagem do material reciclado;
- possibilita o acesso ao pavimento remanescente;
- possibilita medições de deflexão no pavimento após a fresagem;
- possibilita a execução de intervenções localizadas no pavimento.

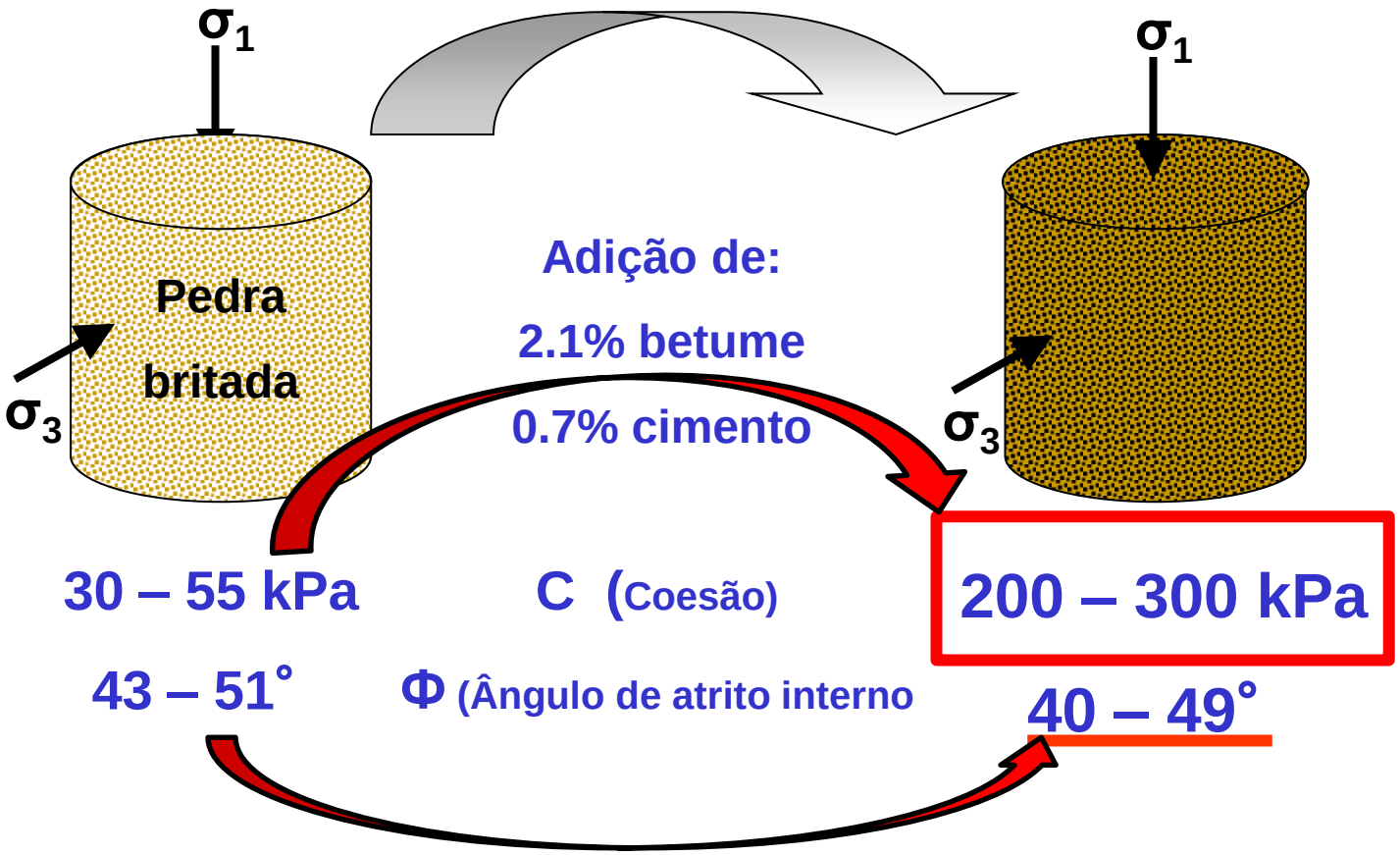
"É o resultado do CAP a 170° C, que se expande quando em contato com o ar e água na temperatura ambiente, iniciando-se o processo no interior de câmaras de expansão".



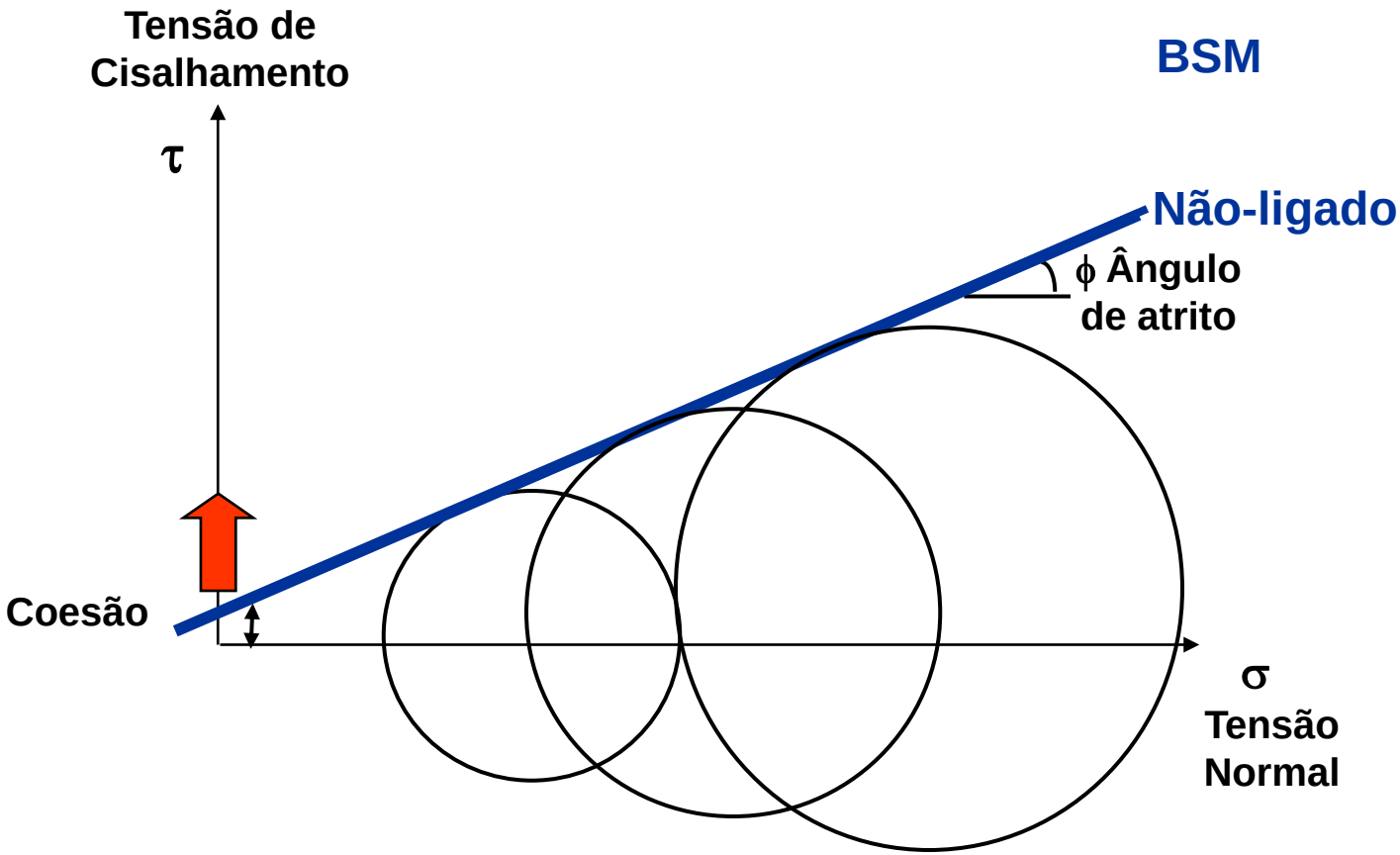
Laboratório de espuma de asfalto

Vantagem na utilização dos BSM´s

A camada não trinca!!!


σ1
σ3
Pedra
britada
Adição de:
2.1% betume
0.7% cimento
σ1
σ3
30 – 55 kPa
C (Coesão)
200 – 300 kPa
43 – 51°
Φ (Ângulo de atrito interno
40 – 49°

Efeito da estabilização com betume



ESCOLA de CONTAS
TCMSP

O Grupo de estudos se coloca à disposição da PMSP para apresentar detalhadamente cada tecnologia e agradece a atenção dispensada!

Grupo de Estudos e Pesquisa de Tecnologias de Pavimentos

GEP TecPav