



ITSENSOR  
PIEZO



WimRadar



ITSENSOR  
PIEZO

ITSENSOR PIEZO

# Manual do Produto

A precisão no controle de velocidade  
que **transforma a fiscalização**

 GRUPO  
PUMATRONIX

UMA EMPRESA DO  
GRUPO PUMATRONIX

REVISÃO 1.2.0 - 2025

**Pumatronix Equipamentos Eletrônicos Ltda.**

Rua Bartolomeu Lourenço de Gusmão, 1970. Curitiba, Brasil

Copyright 2020 Pumatronix Equipamentos Eletrônicos Ltda.

*Todos os direitos reservados.*

Visite nosso website <https://www.pumatronix.com>

Envie comentários sobre este documento no e-mail [suporte@pumatronix.com](mailto:suporte@pumatronix.com)

Informações contidas neste documento estão sujeitas a mudança sem aviso prévio.

A Pumatronix se reserva o direito de modificar ou melhorar este material sem obrigação de notificação das alterações ou melhorias.

A Pumatronix assegura permissão para download e impressão deste documento, desde que a cópia eletrônica ou física deste documento contenha o texto na íntegra. Qualquer alteração neste conteúdo é estritamente proibida.

## Histórico de Alterações

---

Data	Revisão	Conteúdo atualizado
12/12/2024	0.0	Versão Prévia
07/03/2025	1.0.0	Edição inicial
04/09/2025	1.1.0	Atualização identidade WimRadar (SAD-904)
23/09/2025	1.2.0	Adição da Vistoria Local do Asfalto (SAD-928)

## Visão Geral

O sensor de tráfego piezoelétrico é um sensor avançado que aproveita o efeito piezoelétrico para gerar sinais elétricos detectando mudanças de pressão de veículos. Quando inserido em uma solução de pesagem permite o monitoramento preciso da contagem de eixos, velocidade do veículo, classificação e pesagem dinâmica. Com recursos como alta sensibilidade e durabilidade, um excelente custo-benefício e de fácil instalação, é um sensor amplamente utilizado em rodovias e gerenciamento de tráfego urbano, fornecendo suporte de dados críticos para sistemas de transporte inteligentes.

O sensor ITSSENSOR PIEZO pode ser utilizado para compor aplicações completas de Sistema de balança de pesagem. As principais características do sensor são:

- 1) Alto desempenho dinâmico: detecta com precisão dados de eixo único e separa cargas contínuas, ideal para pesagem e monitoramento de alta velocidade;
- 2) Alta precisão e sensibilidade: responde a forças verticais, isolando efetivamente interferências para medições precisas;
- 3) Forte durabilidade: design totalmente selado, estrutura robusta e longa vida útil, suportando 40–100 milhões de cargas de eixo;
- 4) Excelente adaptabilidade ambiental: à prova d'água, à prova de umidade, resistente à corrosão e estável em condições climáticas extremas sem manutenção;
- 5) Fácil instalação com danos mínimos à estrada: tamanho pequeno de ranhura (20×25 mm) integra-se perfeitamente à estrada, causando interrupção mínima;
- 6) Durabilidade: longa vida útil e baixa manutenção o tornam uma solução eficiente e econômica.
- 7) Aplicações versáteis: Suporta WIM, classificação de veículos, monitoramento de velocidade, coleta de dados, fiscalização de semáforos vermelhos e pedágio;
- 8) Adaptável a várias condições de estrada: Adequado para estradas de concreto e asfalto, com sensor personalizável e comprimentos de cabo para faixas completas e largas;
- 9) Baixa manutenção: Adapta-se à deformação da estrada, com uma estrutura selada que reduz os custos de manutenção significativamente.

É um sensor utilizado mundialmente, com alta confiabilidade!

O ITSSENSOR PIEZO de pesagem em movimento, é um dispositivo de última tecnologia que apoia operações de fiscalização de pesagem e classificação de veículos.



Figura 1 – ITSSENSOR PIEZO

Possui dois modelos para as seguintes aplicações:

- Classe I: Pesagem dinâmica, com consistência de saída de  $\pm 7\%$ , adequada para aplicações que exigem peso de alta precisão dados;
- Classe II (Classificação): Utilizada para contagem, classificação e detecção de velocidade de veículos, com uma consistência de saída de  $\pm 20\%$ . É mais econômico e adequado para aplicações de gerenciamento de alto tráfego.

Os sensores de pesagem, quando incluídos em uma solução completa podem fornecer as seguintes informações estatísticas:

- Contagem e classificação e veículos;
- Peso bruto total;
- Distância entre eixos;
- Peso por eixo;
- Peso por conjunto de eixos;
- Velocidade;
- Classificação do tipo de rodado (simples ou duplo).

A Pumatronix é fornecedora dos sensores de pesagem, dispositivos de leitura de placa LPR e iluminadores para compor uma solução completa de pesagem de veículo!

## Riscos de Manuseio

---



**Armazenamento e Transporte:**  
Frágil: Manter o ITSENSOR PIEZO na caixa original. Não colocar peso em cima.  
Empilhamento máximo de caixas de Sensores: 10.

---



**Umidade:** Não deixar exposto em ambiente úmido.

---



**Impacto:** Não bater nem jogar o ITSENSOR PIEZO.

---



**Manuseio:** Deve ser feito por meio de luva plástica.  
Não dobrar a área do ITSENSOR PIEZO.

---



**Fechamento do corte no asfalto:** Quando aplicado o elastômero ou piche, quando quentes, ao tocar no cabo podem danificar o mesmo. Utilize sempre uma proteção adicional aos cabos antes do fechamento do corte no asfalto.

---



**Na preparação do Sensor Piezo é proibido dobrar o sensor com ângulos acentuados. As dobras necessárias nas extremidades do Sensor Piezo devem estar de acordo com os ângulos e instruções especificados no Guia de Instalação do produto.**

---

## Modelos

Os modelos disponibilizados são:

- Classe I: Pesagem dinâmica

Classe I – Pesagem em Movimento	Medida do Sensor	Comprimento do cabo
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE I 1,5M	1,5m	40 metros
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE I 2,0M (6'7")	2,0m (6'7")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE I 2,5M (8'3")	2,5m (8'3")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE I 3,33M (11")	3,33m (11")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE I 3,5M (11,6")	3,5m (11,6")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE I 5,5 M	5,5 m	

Obs.: Customizações na medida do cabo e tamanho do sensor podem ser feitas, desde que pré-aprovado pela equipe comercial Pumatronix, a depender do tamanho do projeto.

- Classe II: Utilizada para contagem, classificação e detecção de velocidade de veículos

Classe II – Classificação	Medida do Sensor	Comprimento do cabo
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE II 1,5M	1,5m	40 metros
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE II 2,0M (6'7")	2,0m (6'7")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE II 2,5M (8'3")	2,5m (8'3")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE II 3,33M (11")	3,33m (11")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE II 3,5M (11,6")	3,5m (11,6")	
ITSSENSOR PIEZO ELETRICO CLASSE II 5,5 M	5,5 m	

Obs.: Customizações na medida do cabo e tamanho do sensor podem ser feitas, desde que pré-aprovado pela equipe comercial Pumatronix, a depender do tamanho do projeto.

## Sumário

---

1. Conhecendo o Produto .....	7
1.1. Funcionamento .....	7
1.2. Composição .....	7
2. Documentação Adicional.....	9
3. Especificações Mecânicas.....	9
4. Especificações Elétricas .....	9
5. Configuração Inicial .....	10
5.1. Pré-Requisitos de Instalação.....	10
5.1.1 Vistoria do Pavimento.....	10
5.2. Infraestrutura Necessária .....	27
6. Cuidados e Manutenção .....	27
7. Condições Gerais da Garantia .....	28
7.1. Situações em que o Produto Perde a Garantia.....	28
8. Política de Privacidade.....	28

# 1. Conhecendo o Produto

Os Sensores de Tráfego Inteligentes foram projetados para instalação permanente no pavimento ou na superfície da estrada para coletar dados de tráfego. A construção exclusiva do ITSENSOR PIEZO permite que ele seja montado diretamente na superfície da rodovia de forma flexível.

Obtém dados precisos e específicos de velocidade, gatilho de trigger e estatísticas de tráfego. Tem alta confiabilidade, fácil instalação, custo-benefício.

Usado principalmente para contagem e classificação de veículos, medição de peso bruto total, detecção de comprimento do veículo, distância entre eixos, peso por eixo e peso por conjunto de eixos.

## 1.1. Funcionamento

O ITSENSOR PIEZO foi desenvolvido e projetado para instalações permanentes na superfície da via para a coleta de dados de tráfego. A construção dos sensores permite a instalação direta na via em um formato flexível de modo que eles possam ser ajustados às necessidades da via.

A construção plana do ITSENSOR PIEZO permite baixo ruído devido à flexão da via, faixas adjacentes e ondas dos veículos que se aproximam.

A instalação do ITSENSOR PIEZO na via se dá com um pequeno corte, o que minimiza os danos feitos ao asfalto, reduzindo assim o tempo de instalação e quantidade de materiais utilizados no processo.

Está disponível tanto como ITSENSOR PIEZO Classe I, que possui um melhor custo benefício para aplicações em balanças estatísticas e pesagem seletiva, ou como ITSENSOR PIEZO de Classe II, que possui um custo-benefício mais eficaz para Contagem, Classificação, Coleta de Tarifas em Pedágio do tipo AVI (automáticas), Detecção de Velocidade e Avanço de Vermelho.

O ITSENSOR PIEZO atua quando ocorre a variação da pressão aplicada sobre ele causada por um eixo ou conjunto de eixos quando estes passam sobre o mesmo.

O ITSENSOR PIEZO típico consiste de no mínimo um sensor piezelétrico colocado transversalmente na pista.

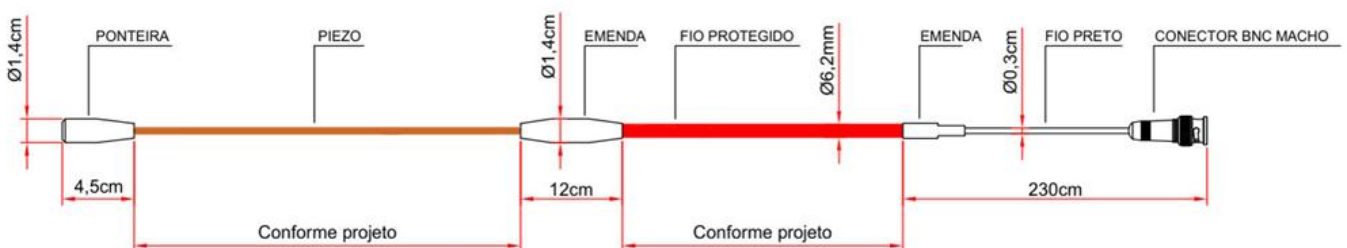


Figura 2 - Sensor de Tráfego ITSENSOR PIEZO

## 1.2. Composição

O ITSENSOR PIEZO é composto pelos seguintes itens:

- 1) ITSENSOR PIEZO: Parte que contém o Sensor e conexões para o Gabinete de Processamento. A medida do Sensor é variável, podendo ser de 1.5m, 2m, 2.5m, 3.0m, 3.3m, 3.5m e 5.5metros. Todos os tamanhos de sensor acompanham cabo de 40 metros.



Figura 3

- 2) Brackets: Dispositivo para fixação do ITSENSOR PIEZO nos cortes do pavimento.



Figura 4

- 3) Ferramenta de Aplicação: Ferramenta de auxílio para colocação do ITSENSOR PIEZO nos rasgos do pavimento.



Além do sensor, dos Brackets e da ferramenta de instalação, é necessário aplicar na instalação o *Cimento de Resina* no pavimento para a selagem do sensor Piezo. Para obter o *Cimento Resina* são misturados a Resina e um Catalisador, que podem ser adquiridos em fornecedor credenciado (Consulte o comercial Pumatronix/ PMTX para mais informações):

- CATALISADOR TECHWIM PZ
- RESINA TECHWIM PZ

## 2. Documentação Adicional

Produto	Link	Descrição
ITSSENSOR PIEZO	<a href="#">Guia de Instalação de Manutenção</a>	Guia contendo as informações necessárias para efetuar a instalação e a manutenção do ITSSENSOR PIEZO

## 3. Especificações Mecânicas

- Dimensão do sensor: 1.6mmX6.3mm,  $\pm 1.5\%$ , de comprimento variável, conforme o projeto;
- Material Piezoelétrico: Película piezoelétrica PVDF enrolada em espiral;
- Bainha exterior: Latão com 0,4 mm de espessura;
- Núcleo central: Fio de cobre de calibre 16, banhado a prata, plano e trançado;
- Temperatura de Operação:  $-40^{\circ}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ;
- Sensibilidade à temperatura:  $0.2\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- Cabo e Conector: Cabo RG58 blindado direto no solo;
- Embalagem: 540x540x145mm com dois ou quatro sensores por caixa;
- Dimensões do Bracket: Instalado com suporte de montagem a cada 15cm. Material: Nylon, não pode ser reutilizado;
- Dimensões do Corte de instalação: 20mmx25mm ( $\pm 3\text{mm}$ ). O comprimento do corte deve ser 100 a 200 mm mais longo do que o comprimento total do sensor;
- Interface de saída: Q9;
- Cabo de sinal passivo: RG58A/U, com bainha de polietileno de alta densidade, pode ser diretamente enterrado; diâmetro exterior de 4 mm, capacidade nominal de 132pF/m;
- Vida útil do produto: >40 a 100 milhões de vezes por eixo.



**Na preparação do Sensor Piezo é proibido dobrar o sensor com ângulos acentuados. As dobras necessárias nas extremidades do Sensor Piezo devem estar de acordo com os ângulos e instruções especificados no Guia de Instalação do produto.**

## 4. Especificações Elétricas

- Tensão de Saída: Depende do comprimento do sensor e da massa aplicada
- Coeficiente piezoelétrico: 22 pC/N
- Nível de saída típico: A  $25^{\circ}\text{C}$ , utilizando uma cabeça de borracha de 250mm\*6,3mm, pressionando uma força de 500KG, saída de pico 11-13V
- Uniformidade de saída  $\geq 20\text{pC/N}$  Padrão (De acordo com o Certificado de Teste)  $\pm 20\%$  para Classe II (Classificação)  $\pm 7\%$  para Classe I (Pesagem em Movimento)
- Capacitância: 3.3m, cabo de 40m, 18,5nF
- Resistência de isolamento: DC 500V >2,000M $\Omega$

## 5. Configuração Inicial

### 5.1. Pré-Requisitos de Instalação

As condições no local de monitoramento, prévias à instalação, são indispensáveis à operação do equipamento.

#### 5.1.1 Vistoria do Pavimento

A instalação de sensores Piezoelétricos exige a vistoria do pavimento em que pode ser instalado, especificamente o pavimento flexível (asfalto CBUQ).

Os pavimentos são estruturas que não duram para sempre e uma hora ou outra apresentarão defeitos. Esses defeitos, por sua vez, podem estar relacionados ao fim da vida útil do projeto (situação ideal) ou estar relacionados com diversos outros fatores externos, como erros na execução ou mistura. Dessa forma, identificar esses defeitos e saber suas causas é de extrema importância para a área de pavimentação, tanto para evitar erros futuros como também saber as medidas e intervenções necessárias quando forem instalados os sensores Piezoelétricos.

##### 5.1.1.1. Especificações sobre a Vistoria do Pavimento

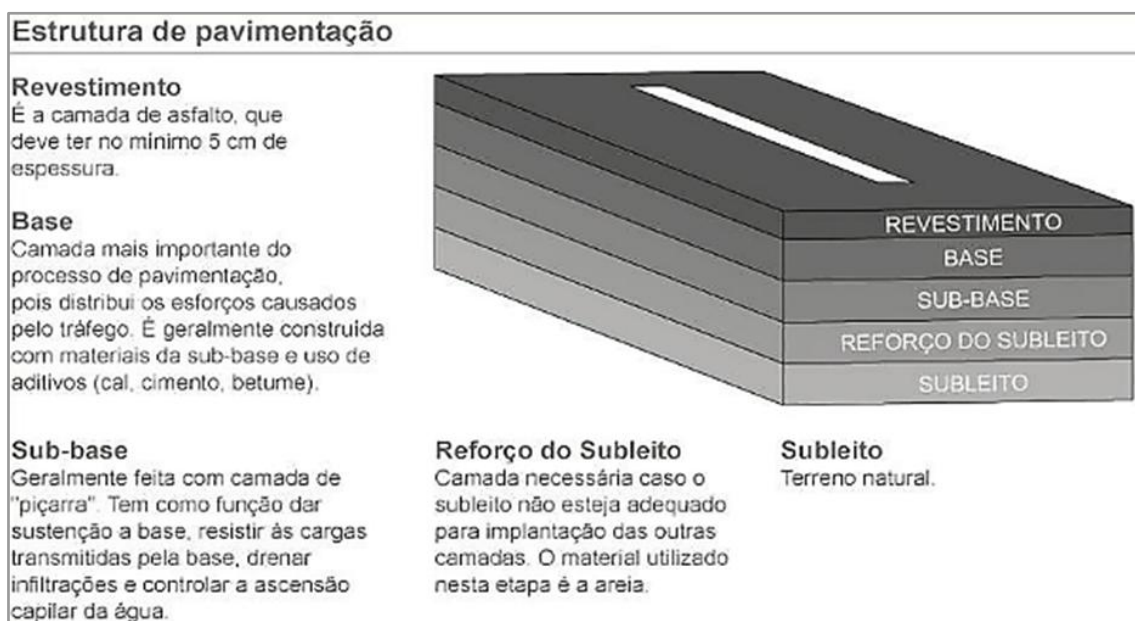


Figura 5

##### 5.1.1.2. Vistoria Local do Asfalto

Realizar a vistoria do asfalto em um trecho de 80 a 100 metros do local. É importante seguir um procedimento detalhado para garantir que as condições do local sejam adequadas, sem interferências que possam comprometer a precisão do sistema.

###### 1. Avaliação Visual do Asfalto:

Avaliar se o asfalto está em boas condições gerais ou se apresenta desgastes significativos.

- Verificar se há trincas no pavimento.



Figura 9

- Observar a presença de ondulações, buracos ou remendos recentes.



Figura 10

- Identificar se o trecho foi recapado ou se mantém o pavimento original.
- Avaliar se o asfalto é liso ou se há rugosidade.



Figura 11

- Confirmar se o pavimento não está abaulado em excesso.
- Avaliar se o trecho possui aclive ou declive.
- Observar a proximidade de curvas, verificando se há um trecho reto mínimo de 300 metros antes e após o local de instalação.

## 2. Condições de Fluxo de Tráfego:

- Verificar a presença de entrada ou saída de veículos próximas, como acessos a ruas, estabelecimentos comerciais, residências, igrejas, hospitais, escolas, ou outros pontos de interesse.
- Observar se há lombadas ou qualquer outro elemento que possa reduzir a velocidade dos veículos. Se houver deverá estar a pelo menos 300 metros nos dois sentidos, aproximação e afastamento.

### 5.1.1.3. Principais Defeitos do Pavimento Flexível (Asfalto CBUQ)

- Trincas de Fadiga e Deformação Permanente na Trilha de Roda

A área submetida a ação repetida do tráfego forma, ao longo do tempo, dois dos principais defeitos dos pavimentos flexíveis que são as Trincas por Fadiga do Revestimento (Fatigue Cracking), chamado também de couro de jacaré, e a Deformação Permanente na Trilha de Roda (Rutting).

As trincas de fadiga são trincas interligadas formando pequenos blocos, sendo muitas vezes chamado de "couro de jacaré". Essas trincas de fadiga, que não devem ser confundidas com as Trincas em Bloco (Block Cracking), são causadas por problemas estruturais, como por exemplo o subdimensionamento das camadas, pelo enfraquecimento estrutural do pavimento em períodos de chuva, ou ainda pela ação repetida do tráfego durante o período de projeto.

As deformações permanentes na trilha de roda são deflexões causadas na área de passagem dos pneus. Pode ser causado por subdimensionamento das camadas do pavimento, erro na dosagem da mistura asfáltica, falta de compactação com posterior consolidação pelo tráfego, ou pelo cisalhamento causado por enfraquecimento. A Figura 8 ilustra as trincas por fadiga e a deformação permanente na trilha de roda, ficando clara a área de passagem dos pneus.



*Figura 6 - Deformação Permanente (Rutting) e Trincas de Fadiga (Fatigue Cracking) na trilha de roda.  
Fonte: Autor (2018)*

- Trincas de Bloco

A grande diferença visual entre trincas de bloco e trincas de fadiga, na maioria das vezes, está no tamanho dos blocos e nos padrões. Geralmente as Trincas de Bloco (Block Cracking) são maiores e apresentam uma forma bem próxima a um retângulo, diferentemente do que ocorre nas de fadiga. Além disso, essas trincas não estão relacionadas com a fadiga e são frequentemente causadas pela mudança de viscosidade da

camada de revestimento ou de contração e expansão das demais camadas do pavimento, devido variação da temperatura ao longo do dia.

As trincas podem surgir também devido à utilização de uma porcentagem alta de agregados miúdos e um Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) com menor valor de penetração, ou seja, maior viscosidade. Além disso, o baixo volume de tráfego nos primeiros anos do pavimento, fase de consolidação, pode acelerar o processo de envelhecimento do pavimento. A severidade dessas trincas está relacionada com o tamanho da abertura, e com a presença de erosão nos cantos. As trincas devem ser seladas ou tratadas para evitar a entrada de água e posteriormente o surgimento de outros defeitos. A Figura 9 ilustra o defeito.



*Figura 7 - Trincas de Bloco (block cracking). Fonte: Autor (2018)*

- **Trincas Longitudinais**

Além de problemas causados pelo tráfego, os pavimentos podem apresentar defeitos relacionados a mudança de temperatura ou má execução. As Trincas Longitudinais (Longitudinal Cracking) são trincas paralelas ao eixo da via e podem aparecer tanto nas trilhas de roda como em outras regiões da via. Geralmente esse defeito é causado pela má execução em juntas de divisão de faixas de tráfego.

A Figura 10 ilustra as Trincas Longitudinais. Muitas vezes esses defeitos são confundidos com o começo de uma Trinca de Fadiga (Fatigue Cracking), que apresenta o mesmo padrão.



Figura 8 - Trinca Longitudinal (Longitudinal Cracking). Fonte: Autor (2017)

- Panelas

Outro defeito bastante comum são as Panelas (Potholes). As panelas são buracos devido a desintegração de partes do revestimento e são causados por ação do tráfego ou devido a presença de água. Esse tipo de defeito inicia-se com as trincas de fadiga e, com o tempo, partes se soltam da estrutura do pavimento.

Além das causas estruturais, as panelas podem ter sua origem em problemas construtivos. Muitas vezes com a pressa por "resultados", para não mencionar a falta de ética, além da falta de fiscalização, alguns executam o revestimento sem a correta aplicação da camada de imprimação, ou sem esperar o seu tempo de cura. A ausência desse procedimento faz com que não ocorra a aderência entre as camadas, gerando por sua vez a remoção localizada do revestimento. O grau de severidade das panelas é medido com base na profundidade, o qual maior do que 5 centímetros é considerado alta. A Figura 11 ilustra uma panela de severidade alta.



Figura 9 - Panelas (Potholes). Fonte: Autor (2018)

- Desgaste

Os materiais betuminosos apresentam compostos orgânicos maltenos e asfaltenos. Os maltenos constituem a parte oleosa do material, com propriedades plásticas e de viscosidade. O asfaleno é a porção sólida do material e confere propriedades de rigidez. Com o envelhecimento do material e as mudanças climáticas, os maltenos transformam-se em asfaltenos. Essa mudança nos materiais betuminosos também gera defeitos chamados de Desgastes.

Os Desgastes (Raveling) estão relacionados à perda de adesividade do material betuminoso, causado por envelhecimento, endurecimento, oxidação ou devido a intemperização. Além de problemas associados ao envelhecimento do material, os desgastes podem estar relacionados à falta de ligante asfáltico na mistura, à perda de adesividade por ação de produtos químicos externos ou ainda à abertura ao tráfego antes do ligante aderir ao agregado. Embora o desgaste esteja muitas vezes associado ao excesso de uso, ele pode ser resultado de outras ações, inclusive a execução de revestimento em condições desfavoráveis. A Figura 12 ilustra um desgaste (raveling) no pavimento.



Figura 10 - Desgastes (Raveling). Fonte: Autor (2018)

- Corrugações

Uma das características de um pavimento é resistir aos esforços horizontais impostos pelo tráfego. As Corrugações nos pavimentos são deformações plásticas que formam certas ondulações na superfície. Esse defeito é resultado geralmente de esforços tangenciais, ou seja, de esforços de aceleração e frenagem que os pneus exercem sobre o pavimento asfáltico.

Os manuais internacionais de pavimentos asfálticos diferenciam esse defeito em duas categorias:

- Quando apresentam pequeno comprimento de onda são chamados de "Corrugation".
- Já comprimentos de onda maiores, ou levantamento isolado, são chamados de "Shoving".

O motivo do seu surgimento está ligado às falhas estruturais (espessuras muito finas de revestimento), falhas na dosagem de mistura asfáltica ou ainda problemas construtivos. No caso de camadas finas, o movimento de frenagem e aceleração podem causar o "escorregamento" dessa camada, devido à baixa

estabilidade da mistura, gerando as corrugações. A Figura 13 exemplifica o defeito em frente ao Parque CERET do Anália Franco em São Paulo, próximo a um semáforo.



Figura 11 - Corrugações (Shoving and Corrugation). Fonte: Autor (2018)

- Remendos

O Remendo (Patch) é uma área do pavimento em que foi removido o material original e substituído por um novo. São aplicados para correção principalmente de Painelas (Potholes) que caso não forem corrigidos podem comprometer ainda mais a estrutura. Embora sejam utilizados para correção, os remendos também são considerados defeitos no pavimento.

Isso ocorre, pois, a presença de uma área remendada indica que algum outro defeito já ocorreu ali. Dessa forma, são considerados como defeitos para que a área não seja ignorada e sempre tenha fiscalização, afim de evitar o aparecimento de outros defeitos. Entretanto, os remendos não se aplicam para todos os casos de deterioração no pavimento, sendo necessário analisar caso a caso.

A Figura 14, por exemplo, indica área remendada mas que apresenta diversas trincas ao redor. Ou seja, logo com a propagação das trincas estará novamente deteriorado.



Figura 12 - Remendos (Patch). Fonte: Autor (2018)

- Trincas por Reflexão

No passado era comum a utilização de paralelepípedos como última camada de um pavimento, e há diversos pontos de cidades em que ainda são encontrados esses materiais. Mas, a sobreposição desses materiais com camada asfáltica pode gerar defeitos.

As Trincas de Reflexão (Reflection Cracking) são trincas que aparecem devido problemas com a camada inferior, como por exemplo, trincas na base que aparecem no revestimento. Essas trincas estão ligadas também com a rigidez da camada onde o revestimento asfáltico está assentado. No caso de paralelepípedos, que são materiais de elevada rigidez, o seu formato reflete na camada de revestimento como trincas, conforme a Figura 15. Esses materiais, por apresentarem superfície lisa, não tem aderência com a camada asfáltica, e essa com o tempo acaba se soltando da estrutura, Figura 16.



*Figura 13 - Trincas de Reflexão (Reflection Cracking). Fonte: Autor (2018)*



*Figura 14 - Falta de Adesividade em Paralelepípedos. Fonte: Autor (2018)*

A Reflexão de Trincas, ou simplesmente a propagação das trincas, é um fenômeno que ocorre pelo contato pleno de uma camada superior de mistura asfáltica com uma camada inferior que apresenta fissuras em sua superfície.

Quando um pavimento fissurado na camada inferior é solicitado por uma carga, ocorre um estado diferente de tensões na região do contato. Isso faz com que a distribuição das tensões não ocorra de forma uniforme no pavimento, gerando uma concentração em alguns pontos. Com isso, as trincas tendem a refletir nesses pontos em que ocorre a descontinuidade de distribuição dos esforços.

As reflexões das trincas é um dos principais motivos pelos quais não devemos executar camadas asfálticas, ou simplesmente recapeamentos, sob camadas que não foram seladas as trincas ou fresadas. Caso isso ocorra, a probabilidade da nova camada apresentar trincas logo nos primeiros meses de uso é extremamente alta.

- Trincas Transversais

As Trincas Transversais (Transverse Cracking) ocorrem de forma perpendicular ao eixo da via, e estão geralmente relacionadas com a contração térmica do revestimento ou da camada inferior, podendo também ser causada por reflexão. A Figura 17 ilustra uma trinca transversal ligando-se a longitudinal.



Figura 15 - Trinca Transversal (Transverse Cracking). Fonte: Autor (2018)

- Bombeamento de Finos

O aparecimento das trincas, buracos e outros defeitos apresentados anteriormente, diminuem a serventia dos pavimentos e geram maiores custos rodoviários. Além disso, caso não ocorram manutenções, podem levar a outros defeitos como por exemplo, o Bombeamento (Water Bleeding and Pumping).

O bombeamento consiste na saída de materiais por meio das trincas ou juntas, podendo ser divididos em duas categorias. Quando ocorre a saída de água, a literatura internacional classifica esse tipo de bombeamento como "Water Bleeding". Já quando o material expelido da estrutura se trata de água e finos da camada inferior, chama-se de Bombeamento de Finos (Pumping).

O bombeamento ocorre com a aplicação das cargas móveis sobre o pavimento, aumentando a pressão e gerando a saída de material pelas trincas. A presença de água armazenada nas camadas inferiores é uma das razões desses defeitos ocorrerem, levando também a diminuição da capacidade de suporte. Além disso, a presença de finos ou vegetação em regiões trincadas indica a presença de acúmulo de água e bombeamento no pavimento. Esse defeito pode ainda estar relacionado com a falta de uma drenagem adequada, a Figura 16 indica a ocorrência, muito comum em áreas urbanas.



Figura 16 - Bombeamento (Pumping and Water Bleeding). Fonte: Autor (2018)

- Exsudação e Agregados Polidos

Os Defeitos ocorrem muitas vezes por inadimplência na execução ou erros em projetos, dosagens e etc. A Exsudação (Bleeding) é o excesso de ligante asfáltico na superfície de um pavimento flexível, o qual torna-se facilmente identificável pelo reflexo que causa com a incidência de luz.

Esse defeito é causado por um conjunto de erros. Muitas vezes ocorrem pelo erro na dosagem da mistura asfáltica, como por exemplo, utilizar elevado teor de ligante. Pode ser causado também pelo excesso de imprimação na hora da execução, ou ainda pela falta de vazios na dosagem da mistura asfáltica.

Os Agregados Polidos (Polished Aggregate) são os desgastes dos agregados e do ligante dos pavimentos. O defeito é causado pela abrasão do tráfego ou por uma seleção inadequada de agregados.

Ambos os defeitos não causam apenas problemas na "aparência" do pavimento, o excesso/falta de ligante e o polimento dos agregados influencia na macrotextura dos pavimentos. Com a macrotextura afetada, o coeficiente de atrito diminui e pode levar a acidentes devido a aquaplanagem, principalmente. A Figura 19 ilustra a exsudação.



*Figura 17 - Exsudação (Bleeding). Fonte: Autor (2018)*

- Trincas de Bordo e Desnível entre a Pista e o Acostamento

Em Pavimentos que não possuem acostamento ou com falta de confinamento lateral, ocorrem os defeitos de trincas nos bordos. As Trincas de Bordo (Edge Cracking) ocorrem por compactação insuficiente da mistura, por drenagem deficiente no pavimento ou como mencionado, pela falta de confinamento lateral e geralmente essas trincas tem um aspecto parabólico.

A Figura 20 ilustra uma trinca de bordo ligando-se a outras trincas (transversais e longitudinais), e com a presença de vegetação, muito provavelmente devido drenagem deficiente.



*Figura 18 - Trincas de bordo (Edge Cracking). Fonte: Autor (2018)*

- Deformações ou Ondulações no Asfalto

Em Pavimentos que não possuem boa base ou veículos com excesso de peso circulam aparecem ondulações deslocando o asfalto CBU para as regiões intermediárias onde os rodados dos caminhões e veículos passam.



*Figura 19*



*Figura 20 - Deformações ou Ondulações causadas pela passagem de veículos muito pesados e/ou uma má qualidade da base aplicada*

- Exemplos de Asfaltos Ruins



*Figura 21*



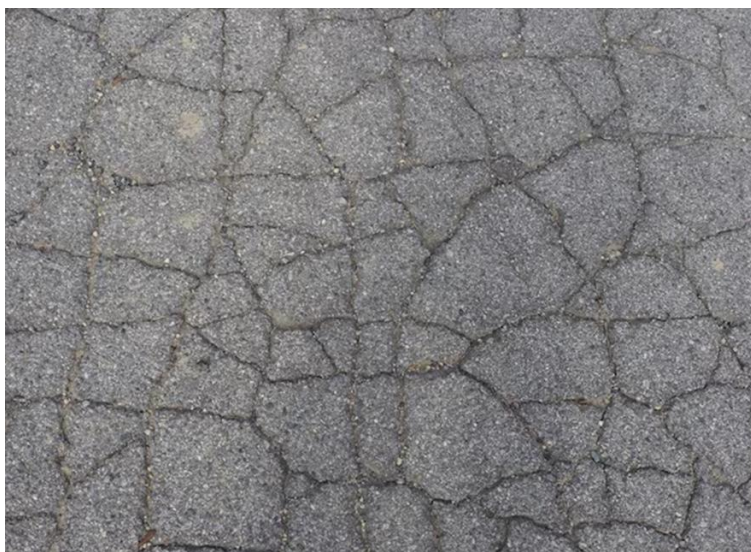
*Figura 22*



*Figura 23*



*Figura 24*



*Figura 25*



*Figura 26*



*Figura 27*



*Figura 28*

- Exemplos de Asfaltos Bons



*Figura 29*



*Figura 30*



*Figura 31*



*Figura 32*



Figura 33

## 5.2. Infraestrutura Necessária

Após a [Vistoria Local do Asfalto](#) e a [Vistoria do Pavimento](#) em que o ITSSENSOR PIEZO será instalado, devem ser executados os processos abaixo, se possível, na ordem apresentada, conforme detalhado no Guia de Instalação e Manutenção do ITSSENSOR PIEZO:

- 1) Corte no asfalto para o sensor;
- 2) Corte no asfalto para a passagem de cabos;
- 3) Testes, preparação e instalação do ITSSENSOR PIEZO;
- 4) Colocação do sensor de temperatura no corte para passagem de cabos (quando aplicado o modelo Classe I, utilizado em Pesagem);
- 5) Fechamento do corte no asfalto para o ITSSENSOR PIEZO (utilizando o *Cimento Resina*);
- 6) Fechamento do corte no asfalto para passagem de cabos (protegendo os cabos quando utilizar elastômero ou piche quente).

Obs.: É de responsabilidade do instalador a avaliação e levantamento dos requisitos para incorporação do sensor Piezo à sua solução de pesagem.



**Fechamento do corte no asfalto: Quando aplicado o elastômero ou piche, quando quentes, ao tocar no cabo podem danificar o mesmo. Utilize sempre uma proteção adicional aos cabos antes do fechamento do corte no asfalto.**

## 6. Cuidados e Manutenção

Alguns cuidados são necessários para garantir o desempenho do produto e prolongar sua vida útil.



**Riscos do Produto: O uso do produto apresenta riscos, que estão apresentados na seção de Riscos de Manuseio.**

## 7. Condições Gerais da Garantia

---

A Pumatronix garante o produto contra qualquer defeito de material ou processo de fabricação pelo período de 1 ano a contar da data de emissão da nota fiscal, desde que, a critério de seus técnicos autorizados, constate-se defeito em condições normais de uso.

A reposição de peças defeituosas e execução de serviços decorrentes desta Garantia somente serão procedidas na Assistência Técnica Autorizada da Pumatronix ou de terceiro por ela expressamente indicado, onde deverá ser entregue o produto para reparo.

Esta Garantia somente será válida se o produto estiver acompanhado de *Formulário de Manutenção* devidamente preenchido e sem rasuras e acompanhado de Nota Fiscal.

### 7.1. Situações em que o Produto Perde a Garantia

---

- 1) Utilização de software/hardware não compatível com as especificações do Manual;
- 2) Ligação do produto à rede elétrica fora dos padrões estabelecidos no manual do produto e instalações que apresentam variação excessiva de tensão;
- 3) Infiltração de líquidos provenientes da abertura/fechamento do produto;
- 4) Danos causados por agentes naturais (descarga elétrica, enchente, maresia, exposição excessiva a variações climáticas, entre outros fatores) ou exposição excessiva ao calor (além dos limites estabelecidos no Manual);
- 5) Utilização do produto em ambientes sujeitos a gases corrosivos, com umidade excessiva e/ou poeira;
- 6) Mostrar sinais de adulteração de lacres de segurança;
- 7) Apresentar sinais de abertura e modificação feita pelo Cliente em locais do produto não autorizados pela Pumatronix;
- 8) Danos causados por acidentes/quedas/vandalismo;
- 9) Exibir número de série adulterado e/ou removido;
- 10) Danos decorrentes do transporte e embalagem do produto pelo Cliente em condições incompatíveis com o mesmo;
- 11) Mau uso e em desacordo com o Manual de Instruções.

## 8. Política de Privacidade

---

Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) - Lei nº13.709, de 14 de agosto de 2018, este produto tem funções programáveis para a captação e processamento de imagens que podem infringir a LGPD quando utilizado, em conjunto com outros equipamentos, para captar dados pessoais.

O equipamento não coleta, utiliza ou armazena informações pessoais, sensíveis ou não para sua operação.

A Pumatronix não se responsabiliza pelas finalidades, uso e tratamento das imagens captadas, sendo que o controle das informações e formas de operação do produto são de exclusiva decisão do usuário ou adquirente do produto.

