

**A UTILIZAÇÃO DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BETUME
MODIFICADO COM BORRACHA RECICLADA DE PNEUS USADOS NA
BENEFICIAÇÃO DE ESTRADAS MUNICIPAIS DE ACESSO AO ATERRO
SANITÁRIO DE AVIS**

RUI VIEGAS DE BARROS

DIRECTOR EXECUTIVO – NORVIA / PRONORSAN

PAULO FONSECA

DIRECTOR GERAL – RECIPAV

PINTO RODRIGUES

ADMINISTRADOR DELEGADO - VALNOR

RESUMO

A reciclagem de pneus usados assume cada vez maior importância nos países mais industrializados. A incorporação da borracha obtida através da reciclagem de pneus usados nos betumes para construção rodoviária tem tido um grande incremento em Portugal nos últimos anos.

Nesta comunicação apresenta-se a metodologia do projecto e da execução das obras de beneficiação das estradas de acesso ao aterro sanitário de Avis, em que foi utilizada na camada de desgaste do pavimento uma mistura betuminosa com betume modificado com borracha resultante da reciclagem de pneus usados, bem como o controlo de qualidade do fabrico e colocação desta mistura betuminosa.

1. INTRODUÇÃO

A construção de um aterro sanitário nas proximidades de Avis induziu um aumento de tráfego pesado na rede viária envolvente, que conduziu à necessidade de se realizarem obras de beneficiação e reforço do pavimento nas estradas de acesso ao aterro.

Neste trabalho apresenta-se de forma resumida a metodologia utilizada na elaboração do projecto, descrevem-se os métodos construtivos utilizados, com particular incidência no que se refere ao fabrico aplicação e controlo de qualidade das misturas betuminosas fabricadas com betume modificado com borracha reciclada de pneus usados.

Tendo por base um projecto elaborado de uma forma simples e concisa, sem levantamento topográfico nem prospecção, foi possível definirem-se com rigor os

trabalhos de alargamento da faixa de rodagem, reforço do pavimento, e beneficiação do sistema de drenagem e das intersecções.

2. ÂMBITO DOS TRABALHOS REALIZADOS

O acesso ao aterro sanitário é assegurado pelas seguintes trechos de estradas e caminhos municipais:

Trecho 1 - trecho do CM 1079 compreendido entre a EN 245 e a EM 538, com uma extensão aproximada de 4,7 kms.

Trecho 2 - trecho do CM 1080 compreendido entre a EN 245 e a EM 538, com uma extensão aproximada de 6,9 kms.

Trecho 3 - trecho da EM 538 entre o entroncamento com o CM 1079 e a EN 243, numa extensão aproximada de 13,75.kms

Tratam-se de trechos com traçados homogéneos, sem ocupação marginal significativa e com travessias urbanas de reduzida extensão, pelo que as obras de beneficiação realizadas tiveram os seguintes objectivos:

- Reforço e reabilitação funcional dos pavimentos;
- Alargamento da faixa de rodagem;
- Introdução de zonas, fora da faixa de rodagem, que permitam o cruzamento de veículos pesados;
- Remodelação geométrica das ligações mais importantes;
- Melhoria das condições do sistema de drenagem;
- Melhoria das condições do sistema de sinalização / segurança;
- Limpeza e regularização de taludes de aterro e de escavação.

3. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO EXISTENTE

3.1 Metodologia

A peça fundamental de um projecto de beneficiação de uma estrada é a fase de Caracterização da Situação Existente. É nesta fase que se identificam as deficiências, bem como das causas que as originaram.

No caso presente, a Caracterização da Situação Existente foi realizada por meio de fichas de inventário onde foram registados os elementos relativos à plataforma existente, tais como: largura da faixa de rodagem e bermas, tipo de pavimento, degradações no pavimento, e ligações para serventias para acessos a propriedades adjacentes à estrada. Foram registados também todos os elementos relativos aos órgãos de drenagem longitudinal e transversal, incluindo o seu estado de conservação.

O inventário tem por base um levantamento realizado com uma viatura equipada com um equipamento de registo automático ligado a um odómetro de precisão que garante a localização exacta dos elementos que se pretende registar.

Na mesma ficha de inventário são definidos os trabalhos a realizar após o estudo de beneficiação do pavimento da faixa de rodagem e das bermas, bem como dos trabalhos de drenagem para reparar os órgãos existentes, ou para serem executados novos órgãos que sejam definidos no projecto.

3.2 Caracterização do Pavimento Existente

A EM 538 apresentava dois tipos de pavimento, até ao km 12+300 o pavimento era constituído por macadame hidráulico com 30 cm de espessura e revestimento superficial simples. A partir deste km, e até ao fim do lanço, o pavimento era constituído por misturas betuminosas a quente. O CM 1079 era constituído por macadame hidráulico com 30 cm de espessura e revestimento superficial simples, e o pavimento do CM 1080 por uma semi-penetração e revestimento superficial simples.

De um modo geral o pavimento destes 3 trechos apresentava-se em muito mau estado. A deterioração verificada caracterizava-se essencialmente pela existência de fendilhamento acentuado, ocorrência de desprendimentos, deformações, em especial junto às bermas, e existência de remendos no pavimento. Algumas destas degradações, nomeadamente as deformações junto às bermas, estavam associadas a problemas de drenagem superficial.

Nas figuras seguintes apresentam-se alguns exemplos destas degradações:



Figura 1 – Pavimento deformado devido a deficiência de drenagem



Figura 2 – Pele de crocodilo e buracos no pavimento

3.2 Caracterização da Drenagem Superficial

Na sua grande maioria, as valetas de plataforma não eram revestidas e encontravam-se cobertas de vegetação. Apenas no CM1079, entre o km 1+500 e km 1+700, as valetas são revestidas em betão.

Em termos de drenagem transversal, verificou-se que não existiam situações graves de mau funcionamento, apenas algumas bocas necessitavam de ser reconstruídas. De um modo geral as passagens hidráulicas necessitavam de limpeza, bem como as respectivas linhas de água.

Na figura seguinte apresenta-se um exemplo de uma valeta não revestida antes dos trabalhos de beneficiação:



Figura 3 – Exemplo do estado das valetas com vegetação

4. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS REALIZADOS

4.1 Pavimentação

4.1.1. Alargamento da faixa de rodagem e implantação de bermas

O alargamento da faixa de rodagem foi realizado com material granular de granulometria extensa tratado com cimento, com 0.20m de espessura, no mínimo com 0.50m de largura, para assegurar uma faixa de rodagem com 5m de largura. Esta camada foi estendida às bermas em função da largura da plataforma existente, com um máximo de 0.70m. Na figura 4 apresenta-se o perfil tipo do alargamento realizado.

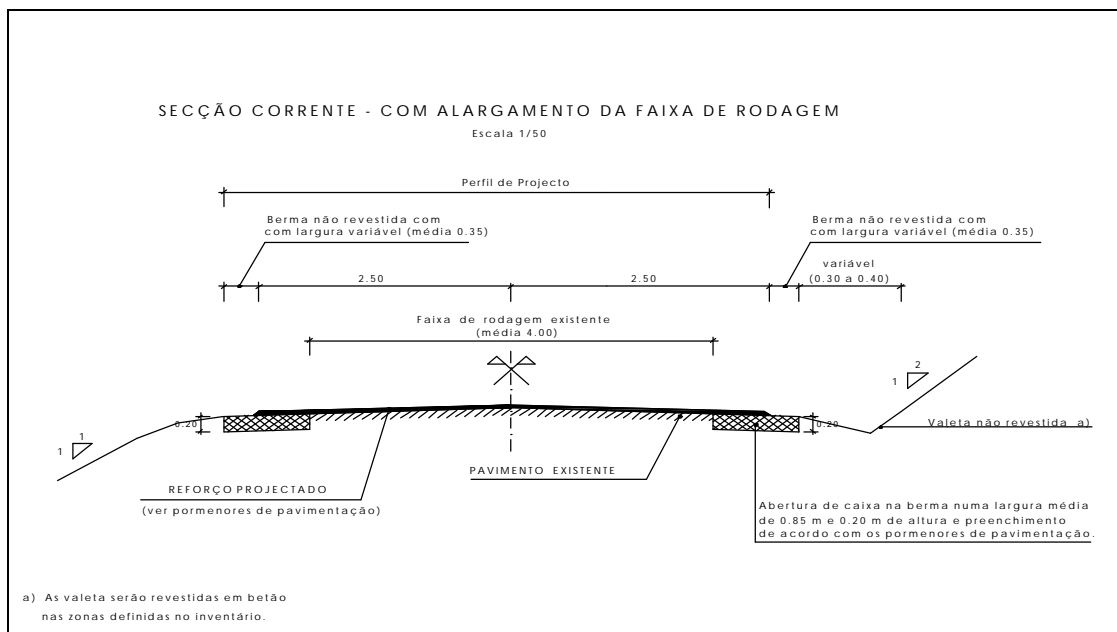


Figura 4 – Perfil Transversal Tipo do alargamento da faixa de rodagem

4.1.1.2. Saneamentos

Na caracterização do pavimento existente referiu-se, como resultado da inspecção visual, a existência de algumas zonas localizadas com deformação acentuada, normalmente associadas a problemas de drenagem. Nestas zonas, onde ocorreram assentamentos, procedeu-se a operações de saneamento, nomeadamente através da remoção das camadas do pavimento existente e do solo de fundação. Após a compactação do “fundo da caixa” resultante, o material removido foi substituído por material granular de granulometria extensa tratado com cimento, até à cota do pavimento existente. Os locais onde se procedeu aos saneamentos estavam identificados e localizados nas fichas de inventário, através da designação S.

4.1.1.3. Reperfilamento do pavimento existente

Nos locais em que o pavimento apresentava deformações longitudinais ou transversais, que não tinham origem na sua fundação, e/ou existiam buracos, procedeu-se ao seu reperfilamento com misturas betuminosas fabricadas a quente, com espessuras variáveis, de modo a proceder às correcções necessárias. Nas fichas de inventário este trabalho estava designado por RP/EN.

4.1.1.4. Reforço do pavimento

Após a realização dos trabalhos preliminares descritos nos parágrafos anteriores, procedeu-se à execução de uma camada de desgaste em mistura betuminosa descontínua, fabricada com betume modificado com borracha reciclada de pneus usados, com 5 cm de espessura nos CM 1079 e 1080, com 6 cm no EM 538 até ao km

12+300, e com 4 cm na restante extensão desta estrada municipal que já tinha uma camada de desgaste em betão betuminoso.

A opção por este tipo de mistura betuminosa obedeceu a razões ambientais, técnicas e económicas. As razões ambientais são evidentes, pois a borracha reciclada utilizada nesta obra corresponde a cerca de 60.000 pneus usados, que caso não tivesse sido tomada esta opção estariam amontoados em qualquer local do nosso país com o impacto negativo que se conhece. Quanto às razões técnicas e económicas, elas baseiam-se no facto de o pavimento existente se encontrar bastante fendilhado, e, para se evitar a propagação das fendas à superfície, ser necessário uma espessura de camadas betuminosas com betumes tradicionais superior a 10 cm. As misturas betuminosas fabricadas com borracha reciclada de pneus usados têm sido utilizadas com sucesso nos países mais industrializados, e recentemente em Espanha foi publicada uma directiva oficial que recomenda o seu uso na construção rodoviária. Em Portugal já foram realizadas algumas obras, de Norte a Sul do país, que tiveram a supervisão do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, que realizou diversos ensaios às misturas betuminosas e ao ligante modificado com borracha. Os resultados destes ensaios foram publicados em diversos relatórios e artigos técnicos, onde se pode comprovar que as misturas betuminosas fabricadas com betume modificado com borracha apresentam uma vida à fadiga 5 a 10 vezes superior à dos betumes tradicionais, e uma capacidade de inibir a reflexão de fendas do pavimento às novas camadas também muito superior. Por estas razões, as especificações adoptadas em várias administrações rodoviárias consideram uma redução de 50% da espessura para obter o efeito equivalente ao das misturas betuminosas fabricadas com ligantes tradicionais.

No concurso para a empreitada de realização das obras de beneficiação foram apresentadas duas soluções: uma com betumes tradicionais, e outra com betumes modificados com borrachas. As propostas mais favoráveis corresponderam à solução com betumes modificados com BMB (Betumes Modificados com Borracha).

4.2 Drenagem

Com base no levantamento efectuado das condições de drenagem existentes, que consta das fichas de inventário de pavimentação/drenagem, considerou-se a beneficiação do sistema através da execução dos seguintes trabalhos:

- Limpeza, regularização e reperfilamento de valetas, de modo a garantir um rebaixamento mínimo de 0.2 metros relativamente à cota final do pavimento a executar, e em alguns casos com posterior execução de valetas revestidas em betão, com secção triangular.
- Continuidade de valetas sob serventias, com tubos de diâmetro de 0.30 ou 0.40m, envolvidos em betão numa espessura mínima de 0.10m;
- Prolongamento, limpeza e recuperação das passagens hidráulicas existentes;
- Execução de bocas em escavação e em talude de aterro;

- Reconstrução de valetas em betão;

A opção pelo revestimento das valetas resulta da consideração dos seguintes factores:

- Proximidade entre a faixa de rodagem e a valeta;

- Necessidade de garantir uma correcta impermeabilização da plataforma de modo a evitar infiltrações na fundação do pavimento.

4.3 Sinalização e Segurança

A sinalização horizontal foi executada de acordo com o Decreto Regulamentar 22A/98, optando por marcar unicamente o eixo, tendo em consideração a reduzida largura das faixas de rodagem. Foram colocados novos sinais de código, e recolocada a sinalização vertical sempre que os alargamentos interferiram com a sua localização. Foram colocadas guardas de segurança flexíveis nos aterros mais altos, junto aos pontões, e balizas de posição em todas as passagens hidráulicas.

4.4 Aspecto geral da obra após a conclusão dos trabalhos

Nas figuras seguintes apresentam-se algumas fotografias das estradas, após a conclusão dos trabalhos de beneficiação.



Figura 5 – Aspecto geral do pavimento e da drenagem longitudinal



Figura 6 – Vista geral das marcações horizontais e guardas de segurança



Figura 7 – Aspecto geral de um entroncamento reformulado

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de misturas betuminosas com betumes modificados com borracha é uma técnica muito interessante do ponto de vista ambiental e técnico-económico. No presente caso, em que as estradas têm um tráfego reduzido, e o pavimento se encontrava fendilhado, esta técnica ainda é mais vantajosa, uma vez que a espessura de misturas betuminosas necessárias para evitar a propagação das fendas excede largamente a necessidade em termos capacidade estrutural.

As obras de beneficiação destes trechos tiveram um custo aproximado de 42.000 euros por km, o que representa um valor abaixo da média do que é habitualmente praticado no país.

Por outro lado, o caso de obra apresentado permite concluir que é possível com projectos simplificados, realizar obras com qualidade e com os custos controlados.

6. BIBLIOGRAFIA

[1] Empreitada de Requalificação dos Acessos ao Aterro Sanitário de Avis – Projecto de Execução