

P264 - PRATICIDADE E AGILIDADE NA ABERTURA E NO FECHAMENTO DE VALAS SOB A ÓTICA DA EFICIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MÉTODOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

CICLO 2020/2021

Renandelon Gomes¹; Andressa Cavalcante²; Leandro Paiva²

1 COMGÁS

2 SENAI

Resumo - Os desempenhos de fechamento de vala são os que trazem maior dificuldade e prejuízo à companhia, principalmente por conta de retrabalhos e notificações por parte das prefeituras. Atualmente, os riscos e a grande demanda de tempo para a atividade são agravados pela defasagem dos métodos utilizados, assim como pela não aderência dos colaboradores às normas e procedimento. Portanto, foram desenvolvidas soluções de materiais alternativos para recomposição de solo e pavimento. Também foi desenvolvida solução para controle tecnológico de compactação, garantindo a eficiência do trabalho executado. Adicionalmente, foi identificada a necessidade de melhorar a documentação dos processos operacionais, definindo claramente fluxos, requisitos e critérios, incluindo os novos materiais e equipamentos, e, conseqüentemente, por meio de planos de treinamentos, obter o engajamento da equipe.

Palavras-chave: Compactação; Pavimentação; Reaterro de valas.

Introdução

O projeto foi idealizado com o propósito de desenvolver novas tecnologias para a praticidade e agilidade nos processos de abertura e fechamento de valas, com aplicação de novas soluções de metodologias, materiais e ferramentas ainda não utilizados pela Comgás.

Inicialmente, foram feitas visitas técnicas e consultas com equipes de campo para coleta de informações sobre dificuldades e possíveis gargalos na execução dos processos. Foi identificado que os desempenhos de fechamento de vala são os que trazem maior dificuldade e prejuízo à companhia, principalmente por conta de retrabalhos e notificações por parte das prefeituras.

Também foram feitas pesquisas no mercado e consultas à outras companhias de *utilities* nacionais e internacionais para identificação de tecnologias utilizadas para a execução de aberturas e fechamentos de valas e que têm potencial de implementação para a Comgás.

Na fase de desenvolvimento, foram propostas e testadas soluções de materiais alternativos para recomposição de solo e pavimento, e equipamentos para controle tecnológico de compactação.

Desenvolvimento

Foram propostas, testadas e validadas soluções de materiais alternativos para recomposição de solo e pavimento, e de equipamentos para controle tecnológico de compactação. Para cada solução, foram levantadas todas as normas e especificações técnicas aplicáveis.

Foram testadas duas tipologias de materiais para recomposição da camada de base: RAP Espumado (Material fresado com espuma de asfalto) e RCD (Reciclado de Construção e Demolição) com adição de 3% cimento em peso para estabilização. Os testes foram feitos em valas cedidas pela Comgás e executadas pelas próprias equipes. Ao todos, foram realizados testes em oito valas, seguindo metodologia predefinidas. Para cada teste, foi elaborado um relatório técnico. Em seguida, após análise e acompanhamento dos resultados, foram definidas as metodologias finais de aplicação, instruções e seções-tipos para cada material.

Quanto ao material para recomposição do pavimento, foram testados dois materiais para aplicação a frio. O material *Asfalto Prático*, da empresa EBAM, obteve melhores resultados.

Para o controle tecnológico de compactação, foram inicialmente testados três

equipamentos, sendo o Penetrômetro Sul-Africano tipo cone de penetração dinâmica (DCP) o que obteve melhor resultado. Foram realizados dez testes de aplicação do equipamento DCP em diferentes valas. Em todos eles uma pessoa operava o equipamento, e outra registrava as medições.

Em seguida, foi realizada análise de custo de todas as soluções tecnicamente aprovadas, de forma que fossem também economicamente viáveis.

Por último, foi desenvolvido e aplicado treinamento piloto com objetivo de aprimorar os conhecimentos e habilidades sobre os procedimentos para abertura, reaterro, e fechamento de valas, incluindo os novos materiais e tecnologias propostos no projeto. Para auxílio no treinamento, foi desenvolvida uma apostila junto com professores experientes do Senai.

Resultados

A seguir serão apresentadas as características e metodologias propostas e validadas para cada tipo de material, as seções-tipos e equipamento definido para controle tecnológico de compactação.

A. Materiais para Recomposição da Base

Ambos os materiais – RAP Espumado e RCD com adição de cimento – são ótimas alternativas para utilização em obras de pavimentação, por possuírem características adequadas de granulometria, comportamento mecânico e, por serem materiais reciclados, reduzem o impacto ambiental em comparação com os materiais utilizados tradicionalmente, como o BGS. São materiais de baixo custo e amplamente disponíveis. Além disso, a substituição da camada de ligação (Binder) por estes materiais também traz ganhos econômicos em relação ao transporte, logística e contratação de equipe especializada.

A.1. Base de material fresado com espuma de asfalto (RAP Espumado):

Definição: Material proveniente da fresagem de pavimentos asfálticos, e reciclado com espuma de asfalto e agregados adicionais.

Características: O material deverá atender as exigências definidas na PMSP ETS-02/200 quanto aos materiais para a mistura e à mistura reciclada.

Metodologia proposta: O material deve ser lançado em camadas de até 8 cm, compactadas com uso de compactador de solo tipo “sapo”. Umedecer o material durante a

compactação para seja mantida a umidade ótima e o grau máximo de compactação.

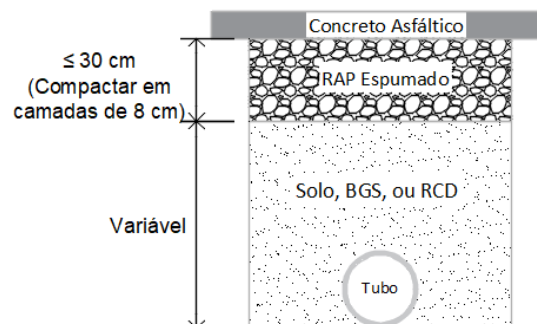


Figura 1 - Seção-tipo de recomposição de base com RAP Espumado. (Fonte: Autor)

A.2. Base de brita graduada reciclada melhorada com cimento (RCD com adição de cimento)

Definição: Material proveniente da associação de agregado reciclado, semelhante ao BGS - proveniente de resíduos da construção e demolição (RCD) - água e cimento nas devidas proporções.

Características: A NBR 15115:2004 e a ETS-001 da PMSP apresentam requisitos para uso do RCD na pavimentação no Brasil. A curva granulométrica de projeto da mistura dos agregados deve enquadrar-se tabela 1 da norma DNIT 142/2010 – ES.

Metodologia proposta: Misturar o RCD e cimento na proporção de 3% de cimento em peso. Para praticidade em campo, sugere-se medir 750 g de cimento com auxílio de um copo medidor e 25kg de RCD em um balde de 20L cheio. Em seguida, a mistura deve ser lançada em camadas de até 15 cm, compactadas com uso de compactador de solo tipo “sapo”. Deve-se umedecer o material durante a compactação para seja mantida a umidade ótima e o grau máximo de compactação.

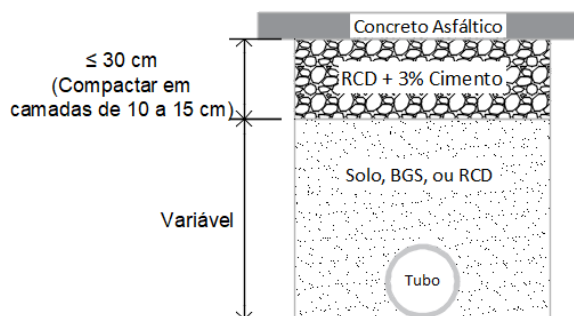


Figura 2 - Seção-tipo de recomposição de base com RCD com cimento (Fonte: Autor)

B. Material para Recomposição do Pavimento

O CBUQ aplicado a frio possibilita que a abertura e fechamento da vala sejam feitos no mesmo dia e pela mesma equipe, diminuindo os custos com logística e transporte, e de contratação de mão-de-obra especializada.

B.1 Asfalto prático

Definição: Concreto Asfáltico Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) com adição de polímeros e aditivos que retardam a cura (ou endurecimento) do asfalto, possibilitando assim a sua estocagem e aplicação a frio.

O material *Asfalto Prático*, da empresa EBAM, deve ser aplicado em conjunto com conjunto com as seguintes imprimações betuminosas da empresa Betunel: Imprima® e LigaFlex®.

Características: O material é produzido na Faixa IV sendo, portanto, aplicável apenas como camada de rolamento, de acordo com o quadro 3.2 da IE-03/2009.

Metodologia proposta: Aplicar o Imprima® sobre o BGS e, em seguida, o LigaFlex® nas bordas internas da vala. Não precisa diluir. Aguardar alguns minutos (início da mudança de cor do material). Em seguida, desagregar e lançar o material *Asfalto Prático* dentro da vala, na espessura definida em projeto (Espessura máxima de 5 cm por camada). Realizar compactação preferencialmente com uso de compactador tipo “sapo”.

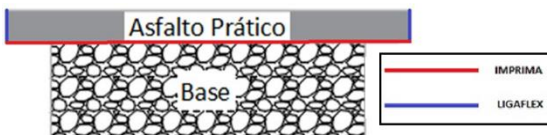


Figura 3 - Seção-tipo de recomposição pavimento com material Asfalto Prático (Fonte: Autor)

C. Controle Tecnológico de Compactação

O Penetrômetro Sul-Africano tipo cone de penetração dinâmica (DCP) foi o equipamento de controle de compactação que obteve os melhores resultados no teste, por ser um equipamento de fácil manuseio, não destrutivo, além de ter correlação com o índice CBR, amplamente utilizados nos ensaios de controle de compactação. Com o equipamento, é possível garantir que a compactação seja feita adequadamente, diminuindo a incidência de patologias e, como consequência, de reclamações e multas.

Definição: Equipamento que possibilita a aferição, de maneira rápida e in situ, da

resistência dos solos e materiais constituintes das valas, através do índice de penetração do equipamento (penetração por golpe).

Características: A ASTM D6951/D6951M descreve e regulamenta o uso do equipamento DCP.

Metodologia: O operador do equipamento segura o dispositivo pelo cabo/punho na posição vertical e crava a ponta no solo, permitindo sua penetração por meio de sucessivos golpes de um martelo deixado cair em queda livre de uma altura de queda padrão (575 mm). O responsável pelo registro mede e anota a penetração total para um determinado número de golpes por meio de uma tabela de medição, conforme sugerido na ASTM D6951 e na NTS 327:2019, da SABESP.



Figura 4 - Teste com Equipamento Penetrômetro Sul-Africano (DCP). (Fonte: Autor)

Conclusões e Contribuições

O projeto P268 o projeto se encontra na fase 8 (Industrialização) do Nível de maturidade tecnológica TRL, possuindo um sistema real desenvolvido e aprovado, pronto para alcançar o próximo nível de maturidade, o qual abrange a produção e escalonamento. Para que esse nível seja alcançado são necessárias as seguintes ações:

- Logística de produção e Aquisição dos materiais;
- Desenvolvimento de fornecedores;
- Estocagem adequada dos materiais;
- Revisão dos procedimentos atuais;
- Cursos, treinamentos e capacitações.

Referências

COMGÁS – NE 003 – Abertura e escoramento de valas;

DNIT 031/2004 –ES: Pavimentos flexíveis– Concreto asfáltico –Especificação de serviço;

DNIT 031/2004 –ES: Pavimentos flexíveis– Concreto asfáltico –Especificação de serviço;

DNIT 140/2010 – ES - Pavimentação – Sub-base de solo melhorado com cimento – Especificação de serviço;

DNIT 142/2010 – ES - Pavimentação – Base de solo melhorado com cimento - Especificação de serviço;

DNIT 165/2013 – EM - Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material;

DNIT 166/2013-ES: Pavimentação – Reciclagem de pavimento a frio “in situ” com adição de espuma de asfalto – Especificação de serviço;

DNIT 169/2014 – ES: Pavimentação - Reciclagem de pavimento em usina com espuma de asfalto - Especificação de Serviço;

ESP- 09/92 - Imprimações Betuminosas;

ET-DE-P00/009 - Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento – BGTC;

ET-DE-P00/027 07/2005: Concreto Asfáltico;

ET-DE-P00/033 - Reciclagem in situ a frio com espuma de asfalto;

ET-DE-P00/049 - Reciclagem de pavimento asfáltico em usina com adição de espuma de asfáltico;

IE–03/2009: Camadas de concreto Asfáltico Usinado a Quente.

IE–03/2009: Camadas de concreto asfáltico usinado a quente;

IR – 01/2018 - Instrução de reparação de pavimentos flexíveis danificados por abertura de valas.

IR – 01/2018 - Instrução de reparação de pavimentos flexíveis danificados por abertura de valas;

MTE – Norma regulamentadora NR – 18.

NBR15115 06/2004: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;

Norma Técnica SABESP NTS 327: Controle de compactação em reaterros de valas com o uso do Dynamic Cone Penetrometer (DCP);

PMSP ETS 02/2009: Base de material fresado com espuma de asfalto;

PMSP/SP ETS 001/2003: Camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimento com agregado reciclado de resíduos sólidos da construção civil;

ARTERIS ES 142- Rev. 0 (julho/2021) - Solo Melhorado com Cimento;

ASTM D6951/D6951M: Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications.