

# **PROPOSIÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA PARA ALOCAÇÃO DE RECURSOS FINANCEIROS EM ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS NO BRASIL**

THAYSE BALAROTTI PEDRAZZI

*ENG<sup>A</sup>. MSC EM ENGENHARIA CIVIL PELA UNICAMP*

CASSIO EDUARDO LIMA DE PAIVA

*ENG<sup>o</sup>. PROF. DR. ASSOCIADO AO DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA E TRANSPORTE  
DA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQ. E URBANISMO DA UNICAMP*

## **RESUMO**

Este artigo técnico apresenta uma metodologia para a distribuição dos recursos financeiros em atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos flexíveis, considerando as condições de disponibilidade plena recursos financeiros e de restrição de orçamento para a execução das atividades. A estratégia proposta tem o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de um plano anual de ações de manutenção e restauração para os diferentes segmentos de pavimentos de uma malha rodoviária com os recursos financeiros disponíveis.

## **1. INTRODUÇÃO**

A manutenção de rodovias pavimentadas é uma operação problemática e de alto custo, porém é absolutamente vital um programa eficaz de manutenção dos pavimentos para o adequado funcionamento de uma rodovia e para o conforto, segurança e economia dos usuários.

A escassez de recursos financeiros e a falta de planejamento para a manutenção das estradas pavimentadas nos órgãos rodoviários brasileiros têm contribuído para a inadequada utilização

dos limitados orçamentos destinados para este fim, e para o agravamento do estado dos pavimentos da malha rodoviária brasileira, principalmente das rodovias federais.

Neste contexto, foi desenvolvida uma compreensiva metodologia para alocação de recursos financeiros em serviços de manutenção e restauração (M&R) de pavimentos flexíveis, que permite analisar a distribuição dos recursos financeiros em ações de M&R para os diferentes segmentos de pavimentos de uma malha rodoviária para a condição da disponibilidade de diferentes níveis orçamentários.

Baseada no levantamento das condições de superfície e estrutural dos pavimentos analisados e nos parâmetros de tráfego das rodovias, a metodologia proposta define o estado funcional dos pavimentos, indica soluções de intervenção e orienta a distribuição dos recursos financeiros disponíveis.

A metodologia proposta foi implementada em um programa de computador e faz parte dos estudos realizados para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado [1] apresentada na UNICAMP, com Co-autoria: “Bolsa do CNPq-Brasil”.

## **2. CONSIDERAÇÕES DA METODOLOGIA PROPOSTA**

### **2.1 Atividades e Variáveis Envolvidas na Metodologia**

A metodologia propõe para a análise de intervenções de M&R: cenários alternativos de pavimentos flexíveis deteriorados, compostos de revestimento em TSD ou CBUQ, base e sub-base granulares e subleito com CBR igual a 8%, de rodovias rurais em pista simples, considerados em seções homogêneas de pavimentos (em termos de estrutura de pavimento e de solicitação de tráfego) com área padrão igual a  $350 \text{ m}^2$  (3,5 m x 100 m).

Baseada em levantamentos das condições de superfície (frequência de ocorrência e severidade dos defeitos no revestimento) e estrutural (medida da deflexão máxima recuperável) dos pavimentos e nos parâmetros de tráfego das rodovias, a metodologia permite que, para cada um dos diferentes cenários de pavimento flexível deteriorado analisados, seja feito o diagnóstico do estado funcional do pavimento, que sejam identificadas soluções alternativas de intervenção, com o respectivo conjunto de serviços de M&R necessários para cada solução de intervenção e os seus custos, e que seja estabelecida a sua ordem de prioridade para receber intervenção e para a alocação dos recursos financeiros disponíveis. Desta forma, produzindo

um plano de prioridades de serviços de M&R para o período de um ano que pode ser executado com a cota de recursos orçamentários disponíveis.

A principal variável usada na metodologia para avaliação da condição funcional dos pavimentos e definição de soluções alternativas de intervenção de M&R foi o VSA (Valor de Serventia Atual) “inspirado no PSI (*Present Serviceability Index*) do ensaio rodoviário AASHO (atual AASHTO) e quantificado como se indica na tabela 3”.

O conjunto de serviços de manutenção e restauração, que compõem cada solução alternativa de intervenção definida para o pavimento, foi definido em função do tipo, frequência de ocorrência e severidade dos defeitos presentes no revestimento do pavimento, do valor da deflexão máxima recuperável ( $D_C$ ) e do volume de tráfego futuro previsto para o período de projeto de restauração (VDMp). Outras variáveis usadas na metodologia incluem volume de tráfego incidente (VDM) e classe de projeto da rodovia (Classe de projeto) que indicam a condição de tráfego do pavimento e, juntamente com o VSA, descrevem a prioridade do pavimento para receber intervenção (prioridade de recuperação), através da malha e entre os diferentes tipos e categorias de rodovias analisadas.

Os horizontes de disponibilidade de recursos financeiros considerados para análise pela metodologia foram: o ideal e o de restrições orçamentárias. No horizonte ideal de recursos financeiros foi considerada a condição da disponibilidade plena de recursos financeiros, igual à solicitada para a execução das soluções ideais de engenharia em todos os cenários de pavimentos analisados: atividades de restauração nos pavimentos que se encontram comprometidos estruturalmente, e atividades de manutenção nos pavimentos que apresentam deficiências funcionais e/ou estruturais, mas que ainda não estão comprometidos estruturalmente. No horizonte de restrições orçamentárias foi considerada a condição da disponibilidade de uma porcentagem (igual a 1 a 99%, no intervalo de porcentagens inteiras) da verba total solicitada para a execução das ações de M&R em todos os cenários de pavimentos analisados em condições ideais.

### **2.1.1 Dados de Pavimento**

Os dados de pavimento constituem os dados de entrada da metodologia e que devem ser definidos para cada cenário de pavimento a ser analisado: 1) Número de identificação da seção de pavimento; 2) Volume diário médio de tráfego incidente no pavimento na data da avaliação do pavimento para projetos de M&R: VDM; 3) Volume diário médio de tráfego

previsto para o período de projeto de restauração (10 anos): VDMp; 4) Classe de projeto da rodovia: Classe de projeto; 5) Defeitos no revestimento: tipo, frequência de ocorrência e severidade; 6) Deflexão máxima recuperável:  $D_C$ .

Para cada seção de pavimento a ser analisada os valores de VDM, VDMp e Classe de projeto devem ser tomados como indicado na tabela 1.

**Tabela 1. Valores de VDM, VDMp, Classe de projeto**

Tipo de tráfego	VDM (veículos/dia)	VDMp (veículos/dia)	Classe de projeto
muito pesado	1501	1501	1 ou 0
pesado	651	651 ou 1501	2 ou 1 ou 0
meio pesado	201	201 ou 651 ou 1501	4 ou 3 ou 2 ou 1 ou 0
médio	61	61 ou 201 ou 651	4 ou 3 ou 2 ou 1 ou 0
leve	12	12 ou 61 ou 201	4 ou 3 ou 2
muito leve	3	3 ou 12 ou 61	4 ou 3

No experimento foi definido que o valor do VDM considera apenas a contagem do tráfego de veículos comerciais com eixos do tipo simples (eixo dianteiro roda simples e eixo traseiro roda dupla) e do tipo tandem duplo, por representarem os tipos de veículos que comumente transitam na malha rodoviária brasileira.

No experimento foi adotado como premissa que se a seção de pavimento necessitar de ação de reconstrução, VDMp deve ser igual ao volume diário médio de tráfego incidente ou no máximo dois estágios acima do atual.

O critério adotado no experimento para a definição da Classe de projeto das seções de pavimento foi semelhante ao estabelecido pelo Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER [2], que considera cinco classes técnicas de rodovias em função do volume de tráfego projetado (bidirecional e referente a veículos mistos), quais sejam:

- a) Classe 0 (zero) ou classe especial: corresponde ao melhor padrão técnico, com características técnica mais exigentes, adotada por critérios de ordem administrativa;
- b) Classe I (um): recomendada para o projeto de rodovias com a demanda de tráfego superior a 200 veículos/hora ou superior a 1400 veículos/dia;
- c) Classe II (dois): recomendada para o projeto de rodovias com a demanda de tráfego de 700 a 1400 veículos/dia;
- d) Classe III (três): recomendada para o projeto de rodovias com demanda de tráfego de 300 a 700 veículos/dia;
- e) Classe IV (quatro): corresponde à classe de projeto mais pobre, recomendada para o projeto de rodovias com a demanda de tráfego de 50 a 200 veículos/dia.

Adaptando as recomendações técnicas do Manual do DNER [2], a Classe de projeto para cada seção de pavimento a ser analisada no experimento deve ser tomada como indicado na tabela 1.

Para cada seção de pavimento a ser analisada foi definido que deve ser verificada a presença e a frequência de ocorrência de oito tipos de defeitos no revestimento, conforme especificações do DNER-PRO 08/94 [3]: trincas classe 1 (FC-1), classe 2 (FC-2) e classe 3 (FC-3), desgaste (D), afundamento plástico localizado (ALP) e de trilha de roda (ATP), ondulação (O) e panela (P), e para os defeitos de ALP, ATP, O e P deve ser verificada também a sua severidade. Os valores da frequência de ocorrência de cada defeito no revestimento da seção de pavimento e da severidade dos defeitos ALP, ATP, O e P devem ser tomados como indicado na tabela 2.

**Tabela 2. Valores da frequência de ocorrência e da severidade de cada defeito no revestimento da seção de pavimento**

<b>DEFEITOS</b>	FC-1, D, FC-2, FC-3, ATP, ALP, O e P	
Frequência de ocorrência*	0, 10, 35 ou 75%	
Severidade**	ATP/ALP	8, 15 ou 25 mm – para pavimento com revestimento em CBUQ
		8 ou 15 mm – para pavimento com revestimento em TSD
	O	15 ou 30 mm
	P	15, 25 ou 50 mm

\* Para cada defeito a sua frequência de ocorrência na seção de pavimento deve ser tomada igual a 0, 10, 35 ou 75%, sendo que em cada seção de pavimento a soma total das frequências de ocorrência dos defeitos existentes no revestimento deve ser no máximo igual a 100%.

\*\* Quando não ocorrer o defeito de ATP, ALP, O ou P no revestimento da seção de pavimento a sua severidade deve ser tomada igual a 0 (zero).

Para cada seção de pavimento a ser analisada a medida da deflexão máxima recuperável ( $D_C$ ) deve ser tomada igual a: 60, 90, 120 ou 150 ( $10^{-2}$ mm).

### 2.1.2 Avaliação do Estado dos Pavimentos

O estado dos pavimentos foi avaliado no experimento através de três variáveis: VSA, VDM e Classe de projeto. Para analisar os valores de VSA, VDM e Classe de projeto de cada seção de pavimento, estas variáveis foram divididas em 5 ou 6 *classes* como indicado na tabela 3, sendo que quanto maior a classificação destes valores pior é o estado do pavimento, mais degradado e com maior volume de tráfego incidente.

**Tabela 3. Critérios para avaliação do VSA, do VDM e da Classe de projeto**

<b>VSA</b>	4,0 – 3,6	3,5 – 3,1	3,0 – 2,6	2,5 – 2,1	2,0 – 1,6	1,5 – 0
conceito	bom	bom	regular	regular	ruim	péssimo
	não comprometido estruturalmente			comprometido estruturalmente		
<i>classes</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>VDM (veículos/dia)</b>	3	12	61	201	651	1501
<i>classes</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Classe de projeto</b>	4	3	2	1	0	
<i>classes</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	

### 2.1.3 Atribuição de Soluções Alternativas de Intervenção e Serviços de M&R

Na metodologia, considerando as condições mínimas aceitáveis de serventia (VSA) para as ações de M&R e a forma de atuação destas intervenções, foi definido que para cada seção de pavimento devem ser analisadas três soluções de intervenção:

- 1) Solução Definitiva: processo de reparo do(s) defeito(s) no qual a ação de intervenção adotada considera a causa geradora do(s) defeito(s) e a elimina completamente; compreende uma intervenção em toda a área da seção de pavimento com o objetivo de recompor a integridade da estrutura do pavimento, que apresenta a camada do revestimento, ou ainda da base, comprometida estruturalmente. Inclui ações de reforço estrutural, quando o pavimento encontra-se em condições regulares (VSA *classes* 4), ou ações de reconstrução quando o pavimento encontra-se em condições ruins a péssimas (VSA *classes* 5 e 6). O tempo de vida útil dessa solução é superior ao tempo de vida útil remanescente do pavimento antes da intervenção.
- 2) Solução Paliativa: processo de reparo do(s) defeito(s) no qual a ação de intervenção adotada atua sobre o(s) defeito(s) sem se preocupar com a sua causa; compreende uma intervenção localizada sobre o(s) defeito(s) com o objetivo de reduzir a sua velocidade de degradação e conservar a capa do pavimento, que apresenta deficiências funcionais e/ou estruturais mas que ainda não se encontra comprometido estruturalmente, ou de recuperar a integridade superficial do revestimento do pavimento que se encontra comprometido estruturalmente, para oferecer condições de tráfego. Inclui ações de manutenção e é utilizada quando o pavimento encontra-se em boas a péssimas condições (VSA *classes* 1, 2, 3, 4, 5 e 6). O tempo de vida útil dessa solução pode ser menor ou igual à vida útil remanescente do pavimento antes da intervenção.

- 3) Solução Não fazer nada: medida a ser considerada para qualquer condição de pavimento (VSA classes 1, 2, 3, 4, 5 e 6), na qual se assume não intervir no pavimento e tem custo igual a zero.

Assim, para cada seção de pavimento existem duas ou três soluções alternativas de intervenção, com efetividades diversas, dependendo da classificação do valor do seu VSA, como mostra a tabela 4.

**Tabela 4. Critério para seleção das soluções alternativas de intervenção**

classes do VSA	Soluções Alternativas de Intervenção		
	Solução definitiva	Solução paliativa	Solução não fazer nada
6	reconstrução	manutenção*	não fazer nada
5	reconstrução	manutenção*	não fazer nada
4	reforço	manutenção*	não fazer nada
3	-	manutenção	não fazer nada
2	-	manutenção	não fazer nada
1	-	manutenção	não fazer nada

\* A solução adotada neste estudo sempre se restringe àquela que representa o menor custo possível.

#### 2.1.4 Avaliação de Prioridades de Recuperação dos Pavimentos

A prioridade de cada seção de pavimento para receber atividade de intervenção de M&R foi determinada em função dos resultados da avaliação do estado do pavimento em termos de classes do VSA, do VDM e da Classe de projeto (tabela 3), e computado em um índice de prioridade (IP), conforme a equação 1. Sendo que quanto maior o valor do IP, maior é a prioridade da seção de pavimento para receber atividade de intervenção de M&R.

$$IP = 3 \times \text{classedoVSA} + 2 \times \text{classedoVDM} + 1 \times \text{classedaClassedeprojeto} \quad (1)$$

onde a classe do VSA é igual a 1, 2, 3, 4, 5 ou 6; a classe do VDM é igual a 1, 2, 3, 4, 5 ou 6; a classe da Classe de projeto é igual a 1, 2, 3, 4 ou 5. Visto que, os dados básicos considerados no modelo de priorização foram o VSA, VDM e a Classe de projeto, é possível que duas ou mais seções de pavimento apresentem o mesmo valor do IP quando possuírem valores iguais para estas variáveis. Nesta situação, será dada maior prioridade à seção de pavimento com menor custo para a solução definitiva ou com maior VDM.

### **2.1.5 Alocação dos Recursos Financeiros**

No experimento foi definido que para estabelecer o plano anual de ações de M&R para as diferentes seções de pavimento analisadas com os recursos financeiros disponíveis, podem ser consideradas duas situações: 1) disponibilidade plena de recursos financeiros e 2) disponibilidade de verba restrita.

Para a condição da disponibilidade plena de recursos financeiros, o objetivo era definir a melhor ordem para a execução das soluções ideais de engenharia em todos os pavimentos analisados será: atividades de restauração nos pavimentos que se encontram comprometidos estruturalmente, e atividades de manutenção nos pavimentos que apresentam deficiências funcionais e/ou estruturais, mas que ainda não estão comprometidos estruturalmente.

Para a condição da disponibilidade de verba restrita, o objetivo era dividir os recursos financeiros disponíveis de modo a tentar tratar primeiro todos os pavimentos que apresentam comprometimento estrutural (que requerem ações de restauração), mesmo com soluções paliativas e por um menor período de tempo; e, se sobrar recursos, então tentar tratar os pavimentos que não apresentam comprometimento estrutural (que requerem ações de manutenção).

## **3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA**

Com o objetivo de apresentar os resultados gerados pela metodologia proposta, foi feita uma simulação no programa de computador desenvolvido com cenários hipotéticos de pavimentos flexíveis. Nesta simulação (figura 1) foi considerado para análise um conjunto de 20 seções de pavimento com diferentes condições de defeitos no revestimento, deflexão máxima recuperável, VDM, VDMp e Classe de projeto, tomadas conforme as tabela 1 e 2. E para o conjunto de seções de pavimento definido para esta simulação, foram consideradas as condições da disponibilidade de 100% e 30% dos recursos financeiros necessários para a execução das soluções ideais de engenharia em todos os pavimentos analisados.

A figura 2 mostra os resultados da avaliação do estado do pavimento, das soluções alternativas de intervenção e da prioridade de recuperação para cada seção de pavimento considerada. As figuras 3 e 4 mostram os resultados da alocação de recursos para a condição da disponibilidade de 100% e 30%, respectivamente.

seção	FC-1	D	FC-2	FC-3	ATP	SV	ALP	SV	O	SV	P <sub>2</sub>	SV	Dc	VDM	Classe	VDM <sub>b</sub>
1	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	90	3	4	3
2	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	12	4	12
3	0	0	0	0	0	0	75	8	0	0	10	15	90	61	1	61
4	10	0	0	0	35	8	0	0	0	0	0	0	90	3	3	3
5	0	0	0	0	35	15	0	0	0	0	35	15	90	12	2	12
6	0	0	0	0	0	0	10	8	75	15	0	0	90	61	2	61
7	10	0	0	0	75	8	0	0	0	0	0	0	90	3	3	3
8	0	0	0	0	0	0	0	0	75	15	0	0	90	12	2	12
9	0	0	0	0	0	0	0	0	75	30	0	0	90	61	0	61
10	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	3	3	3
11	0	0	0	0	0	0	35	8	0	0	35	15	90	12	3	12
12	0	0	0	0	35	15	10	15	10	15	35	15	90	61	0	61
13	0	0	10	0	0	0	0	0	75	15	10	15	90	61	1	61
14	0	0	35	10	0	0	0	0	0	0	0	0	60	201	3	201
15	0	0	0	0	0	0	10	8	0	0	10	15	60	651	2	651
16	10	0	0	0	0	0	35	15	0	0	0	0	60	201	4	201
17	0	0	75	0	10	8	0	0	0	0	10	15	60	651	1	651
18	0	0	35	10	35	8	0	0	10	15	10	15	60	651	2	651
19	0	0	10	10	75	8	0	0	0	0	0	0	60	201	2	201
20	0	0	0	0	0	0	0	0	75	30	0	0	60	201	2	201

Figura 1. Seções hipotéticas de pavimentos flexíveis deteriorados

seção	VSA	VDM	Classe	SOL_DEF	custo_def	SOL_PAL	custo_pal	SOL_NÃO	custo_não	IP
1	1	1	1		0	manutencao	1031,15	nao fazer nada	0	6
2	1	2	1		0	manutencao	663,73	nao fazer nada	0	8
3	4	3	4	reforco	6340,83	manutencao	1158,77	nao fazer nada	0	22
4	3	1	2		0	manutencao	335,82	nao fazer nada	0	13
5	5	2	3	reconstrucao	2874,3	manutencao	995,02	nao fazer nada	0	22
6	5	3	3	reconstrucao	2238,34	manutencao	80,85	nao fazer nada	0	24
7	4	1	2	reforco	3990,88	manutencao	659,22	nao fazer nada	0	16
8	4	2	3	reforco	4442,2	manutencao	0	nao fazer nada	0	19
9	4	3	5	reforco	5552,75	manutencao	0	nao fazer nada	0	23
10	1	1	2		0	manutencao	1025,9	nao fazer nada	0	7
11	4	2	2	reforco	5361,13	manutencao	918,93	nao fazer nada	0	18
12	5	3	5	reconstrucao	3334,62	manutencao	1557,94	nao fazer nada	0	26
13	5	3	4	reconstrucao	2420,04	manutencao	689,18	nao fazer nada	0	25
14	1	4	2		0	manutencao	1594,88	nao fazer nada	0	13
15	1	5	3		0	manutencao	762,39	nao fazer nada	0	16
16	2	4	1		0	manutencao	1155,35	nao fazer nada	0	15
17	4	5	4	reforco	15395,87	manutencao	3420,52	nao fazer nada	0	26
18	5	5	3	reconstrucao	20233,92	manutencao	3131,69	nao fazer nada	0	28
19	5	4	3	reconstrucao	9110,79	manutencao	2283,83	nao fazer nada	0	26
20	4	4	3	reforco	8938,37	manutencao	2953,76	nao fazer nada	0	23

Figura 2. Avaliação das seções de pavimentos flexíveis

seção	custo	M&R	tipo de solução	serviços										
				FC-1	D	FC-2	FC-3	ATP	ALP	O	P2	HR		
18	20233,92	reconstrucao	Definitiva			17+32 (100%)	17+32 (100%)							23+29
12	3334,62	reconstrucao	Definitiva							34	6			5+1
19	9110,79	reconstrucao	Definitiva			16+30	16+30							21+28
13	2420,04	reconstrucao	Definitiva									6		5+1
6	2238,34	reconstrucao	Definitiva											5+1
5	2874,3	reconstrucao	Definitiva									6		5+1
17	15395,87	reforco	Definitiva			17+32 (100%)	17+32 (100%)							23
9	5552,75	reforco	Definitiva											23
20	8938,37	reforco	Definitiva								14+20			23
3	6340,83	reforco	Definitiva							2		6		23
8	4442,2	reforco	Definitiva											22
11	5361,13	reforco	Definitiva							2		6		22
7	3990,88	reforco	Definitiva	1						2				20
15	762,39	manutencao	Paliativa								9		35	
16	1155,35	manutencao	Paliativa	1							10			
14	1594,88	manutencao	Paliativa			11+10	11+10							
4	335,82	manutencao	Paliativa	1						2				
2	663,73	manutencao	Paliativa	1	4									
10	1025,9	manutencao	Paliativa		4									
1	1031,15	manutencao	Paliativa		4								35	
	96803,26													
	0													

Figura 3. Plano de ações de M&R com a disponibilidade de 100% dos recursos

seção	custo	M&R	tipo de solução	serviços		FC-2 17+32 (100%)	FC-3 17+32 (100%)	ATP	ALP	O	P2	HR 23+29
				FC-1	D							
18	20233,92	reconstrucao	Definitiva									
12	3334,62	reconstrucao	Definitiva							34	6	5+1
19	2283,83	manutencao	Paliativa			11+10	11+10	9				
13	2420,04	reconstrucao	Definitiva								6	5+1
6	80,85	manutencao	Paliativa						2			
5	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	659,22	manutencao	Paliativa	1				2				
15	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	nao fazer nada	Nao fazer nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	29012,48											
	28,5											

**Figura 4. Plano de ações de M&R com a disponibilidade de 30% dos recursos**

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Segundo a figura 4, com a disponibilidade de 30% (R\$ 29.040,98) dos recursos financeiros foi possível executar as cinco primeiras seções de pavimento que requeriam reconstrução, sendo a terceira e a quinta seções com a solução paliativa (manutenção) e as outras seções com a solução definitiva (reconstrução), e mais uma seção que requeria reforço estrutural com a solução paliativa (manutenção), a sétima seção na ordem de prioridade das seções de pavimento que requerem reforço estrutural. Não foi possível executar nenhuma das seções de pavimento que requeriam manutenção. Foram gastos no total R\$ 29.012,48, sobrando R\$ 28,50.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo técnico apresentou uma sistemática de auxílio ao gestor de distribuição de verbas para atividades de manutenção e restauração de pavimentos flexíveis, que permite, o desenvolvimento de um plano de ações de M&R, com soluções ideais de engenharia, para os diferentes segmentos de pavimentos de uma malha rodoviária na condição de haver disponibilidade plena de recursos financeiros, e o estabelecimento de um critério técnico para a divisão da verba quando o montante disponível é inferior ao solicitado.

A implementação da metodologia proposta em um programa de computador, caracterizado pela acessibilidade, torna possível a aplicação prática da metodologia pelos órgãos gestores de rodovias, pois acredita-se que as agências que possuam em comum os mesmos tipos de pavimentos e de volumes de tráfego poderão utilizar o programa sem incorrer em erros. Desta forma, os gestores da manutenção de pavimentos flexíveis passam a dispor de uma ferramenta bastante útil para a tomada de decisões relativas à seleção das soluções de intervenção e à alocação dos recursos financeiros disponíveis para o desenvolvimento do plano anual de ações de M&R a ser executado na malha rodoviária sob sua responsabilidade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] PEDRAZZI, T. B. “Proposição de uma Estratégia para Alocação de Recursos Financeiros em Atividades de Manutenção e Restauração de Pavimentos Flexíveis”. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Campinas, 2004.
- [2] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. “Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais”. DNER, Rio de Janeiro, Publicação 706, 1999.
- [3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. “DNER-PRO 08 - Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos”. DNER, Rio de Janeiro, 1994.