

## 4 - Manutenção

---

### 4.1 - Introdução

Devido à falta de recursos dos municípios, grande parte da rede viária é composta por estradas não-pavimentadas, que representam os principais meios de acesso para o escoamento da produção agropecuária. Por esse motivo, as solicitações de tráfego são maiores, o que acaba aumentando a deterioração da superfície das estradas não-pavimentadas e a necessidade de manutenção.

ROBERTS e ROBINSON (1983) e o OECD (1988) definem a manutenção das estradas como um conjunto de atividades que são executadas para minimizar seus defeitos e, conseqüentemente, reduzir os custos operacionais dos veículos, prolongar a vida das estradas e proporcionar aos usuários um meio seguro, econômico e confortável de acesso para áreas rurais. Segundo o DNER (1981), a manutenção tem como objetivo manter a superfície de rolamento razoavelmente lisa, firme e livre da perda excessiva de material solto e manter a declividade transversal do leito da estrada apropriada para assegurar o escoamento superficial das águas.

### 4.2 - Programas de Manutenção

Segundo o manual desenvolvido pela UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR AFRICA (1982), o sucesso da manutenção das estradas não-pavimentadas depende de um programa elaborado de acordo com as condições locais. Esses programas de manutenção dependem de um fator

importante que é a disponibilidade de recursos dos municípios. Muitas vezes, a falta de informação impede a aplicação de recursos de maneira apropriada (RIVERSON et al., 1984; RIVERSON, 1985). É importante analisar a influência das características geométricas, topográficas e geotécnicas da região estudada no desempenho das estradas. Isto pode evitar problemas na aplicação de procedimentos de manutenção elaborados para outras regiões (HOSTETTER e CROMLEY, 1987; HORTA, 1991).

Para VISSER e HUDSON (1983), um dos maiores problemas dos programas de manutenção é que nem sempre as características das estradas e mesmo das regiões são parecidas. Desse modo, esses procedimentos não devem ser aplicados para outras estradas, senão para aquelas para as quais foram desenvolvidas. Os programas de manutenção são responsáveis pela qualidade das estradas: quanto melhor as condições da superfície de rolamento da estrada, menor o custo de operação dos veículos e, conseqüentemente, menor o custo total de transportes (BERGER e GREENSTEIN, 1987; OECD, 1988). O nível de serviço depende, também, da aplicação correta dos programas de manutenção de estradas não-pavimentadas, além de influenciar na freqüência dos acidentes (HOSTETTER e CROMLEY, 1987). Para atingir um nível de serviço alto foram desenvolvidos alguns programas de avaliação, onde são colocados como indicadores a velocidade, as condições normais de percurso e as deteriorações na superfície. Essa avaliação possibilita identificar os defeitos e selecionar as atividades de manutenção necessárias para corrigi-los. Geralmente, os programas são desenvolvidos em municípios com grande quantidade de estradas não-pavimentadas e que não possuem recursos para pavimentá-las (RIVERSON et al., 1987; EATON et al., 1987).

Os programas de manutenção devem conter: o inventário das condições da superfície das estradas selecionadas para análise; uma forma de identificação do defeito, descrição e método de medida dos defeitos; tabelas das atividades de manutenção para cada tipo de defeito, contendo mão-de-obra, material e equipamentos necessários para cada atividade de manutenção; e relatórios de trabalho e da produção diária da manutenção de estradas não-pavimentadas (EATON et al., 1992; VISSER e HUDSON, 1983; RSMS, 1991).

### 4.3 - Problemas Devido à Falta de Manutenção

Quando se abandona a manutenção durante um longo período de tempo as estradas podem deteriorar-se de forma tão intensa que não se pode melhorar adequadamente o nível de serviço mediante operações normais de manutenção. A reabilitação tem o objetivo de conduzir essas seções a seu estado original de construção e inclui trabalhos em todos os elementos da estrada: superfície de rolamento, drenagem, valetas, taludes etc (TRB, 1979a).

Segundo COOK (1987), a reabilitação de estradas de baixo volume de tráfego não-pavimentadas só é justificada quando localizadas em áreas potencialmente produtoras. Para estabelecer as atividades de reabilitação é necessário elaborar um inventário das condições das estradas selecionadas. Esse inventário é baseado em trabalhos de campo onde são analisadas as condições da superfície, drenagem, pontes etc. (HORTA, 1991).

### 4.4 - Atividades de Manutenção

Para assegurar uma estrada de boa qualidade deve-se realizar a manutenção periodicamente. Segundo o Manual Técnico de Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra do IPT (SANTOS et al., 1985), as principais atividades de manutenção são: Revestimento Primário; Agulhamento e Mistura Areia e Argila.

#### 4.4.1 - Revestimento Primário

O Revestimento Primário constitui-se em uma camada colocada sobre o subleito. Esta camada é obtida pela compactação de uma mistura de material argiloso com material granular. A espessura dessa camada deve levar em conta o volume e tipo de tráfego do local e as condições de suporte do subleito variando, geralmente, entre 10 e 20 cm (SANTOS et al., 1985).

Na mistura, o objetivo da adição de argila no material granular é o de atuar como ligante e regularizar a superfície final de rolamento, enquanto que o objetivo do uso do material granular é aumentar o atrito da pista com as rodas dos veículos. A dimensão máxima ideal do material granular é de 2,5 cm.

Na natureza há jazidas que podem ser utilizadas diretamente para a execução do Revestimento Primário, pois são compostas de uma mistura já em proporções satisfatórias de materiais granulares e argila. É o caso das cascalheiras de cava. No entanto, é mais comum aparecer a necessidade de se proceder a uma mistura adequada, uma vez que a maior parte das jazidas de materiais granulares é pobre em argila, como é o caso de cascalhos e pedregulhos de rio e saibros grosseiros de rochas alteradas.

Para a mistura ficar homogênea são necessárias as seguintes etapas: secagem e destorroamento da argila; cálculo das proporções em volume (em torno de 1 de argila para 2,5 de material granular) e mistura com grade de disco, motoniveladora, pá carregadeira ou pulvimisturador.

#### 4.4.1.1 - Execução do Revestimento Primário

As etapas de execução do revestimento primário são:

- regularização e compactação do subleito ou camada de reforço;
- escarificação do leito;
- lançamento e espalhamento do material;
- umedecimento ou secagem, se necessário;
- compactação.

#### 4.4.2 - Agulhamento

O Agulhamento consiste na operação de cravação, por compactação, de material granular diretamente no subleito, se este for argiloso, ou sobre uma camada argilosa colocada sobre o subleito. Os materiais granulares mais indicados para o agulhamento são os pedregulhos limpos, cascalhos e piçarras resistentes, com dimensão superior a 2,5 cm.

#### 4.4.2.1 - Execução do Agulhamento

As etapas de execução do agulhamento são:

- regularização da pista;
- escarificação do subleito ou lançamento de camada de argila;
- lançamento e espalhamento do material granular;
- revolvimento conjunto dos materiais;
- umedecimento ou secagem, se necessário;
- compactação.

#### 4.4.3 - Mistura de Areia e Argila

Esta mistura é utilizada principalmente quando o subleito é arenoso, ocorrendo o problema de "areião". A adição de argila propicia a formação de uma camada de boa qualidade como pista de rolamento, tornando coesivo o material que já apresenta boas condições de suporte. A mistura deve ser feita de modo que o volume de areia e argila esteja na relação 1:2,5 (argila : areia).

##### 4.4.3.1 - Execução da Mistura de Areia e Argila

As etapas de execução da mistura de argila e areia são:

- regularização da pista;
- lançamento e espalhamento de argila seca e destorroada;
- mistura com grade de disco;
- umedecimento;
- compactação.

## 4.5 - Estrutura Municipal para Manutenção

Segundo o DOV, a manutenção das estradas não-pavimentadas do município de São Carlos é dividida em três setores, conforme ilustra a Figura 4.1 Com base no mapa de manutenção fornecido pela ASPLA, foram identificados os códigos das estradas não-pavimentadas de cada setor. As estradas estão distribuídas em três listas de acordo com os Quadros 4.1, 4.2 e 4.3.

A manutenção é feita seguindo a ordem nas listas e a seqüência é interrompida na época das chuvas, para atender as emergências. Cada setor é composto por uma equipe de 3 trabalhadores e um conjunto de máquinas e equipamentos. As equipes percorrem três trajetos diferentes, partindo às 7:00 hs da garagem da PMSC e retornando às 17:00 hs:

- trajeto 01: estrada da Babilônia (Via Faga) até estrada Descalvado;
- trajeto 02: estrada Descalvado até estrada Ribeirão Bonito;
- trajeto 03: estrada Babilônia (Via Faga) até estrada Ribeirão Bonito.

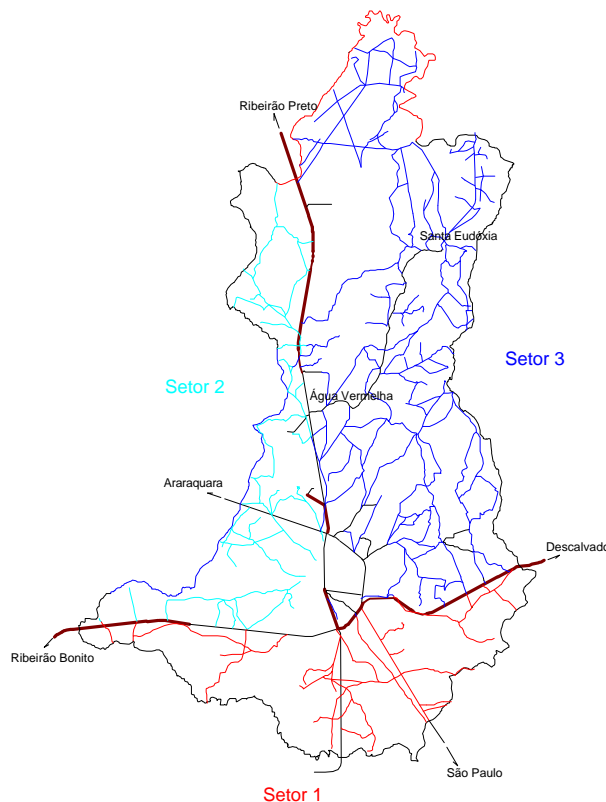


FIGURA 4.1 - DIVISÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS EM TRÊS SETORES

QUADRO 4.1 - RELAÇÃO DAS ESTRADAS MUNICIPAIS DO SETOR 1

Setor 1 - Babilônia (via Faga) até Estrada Fazenda Cristo Rei (Hélio)	
1. Estrada Babilônia (Faga) até Estação	SCA 020
2. Estrada Jatobá (até Floresta)	SCA 446
3. Estrada Vassoural	SCA 340
4. Rua Vitorio Bonucci	sem código
5. Estrada do Botafogo	SCA 020
6. Estrada Pirão	SCA 230
7. Estrada do Fazendão	SCA 115
8. Estrada Córrego Rumo até a Pista	SCA 454
9. Estrada Santa Mariazinha	SCA 454
10. Estrada Velha Descalvado (até Campinho)	SCA 075
11. Estrada Aparecidinha (até Picchi)	SCA 334
12. Estrada Montes Claros até Santo Antonio Invernada	SCA 468
13. Estrada Fazenda Água Branca	SCA 230
14. Estrada do Bate Pau	SCA 470
15. Estrada do Hildebrand	SC1 047
16. Estrada dos Parras	SCA 469
17. Estrada do Sobloco	SCA 487
18. Estrada do Quebra Canela	SCA 469
19. Estrada de Analândia (até escolinha)	SCA 276
20. Estrada do Itaguaçu	SCA 471
21. Estrada do Migliati	SCA 276
22. Estrada do Araújo	SCA 487
23. Estrada Boiadeira do Conde	SCA 276
24. Estrada do Conde	SCA 479
25. Estrada do Ribeirão Feijão (até ponte)	SCA 276
26. Estrada do Saltinho	SCA 070
27. Estrada Velha do Brôa	SCA 040
28. Estrada Água das Pombas	SCA 479
29. Estrada Santa Cândida I	SCA 472
30. Estrada Santa Bárbara até Ponte Jacaré	SCA 050
31. Estrada Chinaglia / Cristo Rei	SCA 268
32. Estrada Coqueiro	SCA 429
33. Estrada Horto	SCA 030

QUADRO 4.2 - RELAÇÃO DAS ESTRADAS MUNICIPAIS DO SETOR 2

Setor 2 - Estrada de Ribeirão Bonito até Leito da Linha Floresta (Fernando)	
1. Estrada da Água Fria	SCA 050
2. Estrada do Monjolinho	SCA 255
3. Estrada da Ferradura	SCA 452
4. Piçarreira (manutenção quando necessária)	SCA 255
5. Estrada do Guaporé	SC1 036
6. Estrada do Galdino	SCA 442
7. Estrada do Aracê de Santo Antonio	SC1 036
8. Estrada do Aterro Sanitário	SCA 442
9. Estrada do Clube da Sicom	SC1 044
10. Estrada do Varjão (até pista Santa Eudóxia)	SCA 333
11. Estrada do Lobo	SCA 040
12. Estrada da Motuca	SC 009
13. Estrada do Capão Preto (até Vinte e Nove)	SCA 010
14. Estrada do Vinte e Nove (até Barra)	SCA 010
15. Estrada Morro Alto	SCA 123
16. Estrada do Teixeira	SCA 010
17. Estrada Leito Linha Floresta até Estação	SCA 123
18. Estrada do Chibarro	SC1 040
19. Estrada São Roberto	SCA 335
20. Estrada Boiadeira	SCA 070
21. Estrada da Fazenda Palmeiras	SCA 070
22. Estrada do Alto da Lagoa até Santa Cândida II	SCA 070
23. Estrada Santa Rosa	SCA 017
24. Estrada do Ramiro	SCA 070
25. Estrada do Bianconi	SCA 070
26. Estrada São Vicente (em frente Pixoxo)	SCA 155
27. Estrada Morrinho (Fazenda Álamo)	SCA 325
28. Estrada Olho D'Água / Gabriela	SCA 155
29. Estrada da Fazenda Coqueiro	SCA 070
30. Estrada do Kouri	SCA 070

QUADRO 4.3 - RELAÇÃO DAS ESTRADAS MUNICIPAIS DO SETOR 3

Setor 3 - Estrada do Mogi até Estrada do Salto (Água Vermelha) (Salvador)	
1. Estrada das Pedrinhas	SCA 305
2. Estrada do Barranco Amarelo	SCA 130
3. Estrada do Falcão	SCA 130
4. Estrada Kuka Fresca (até final)	SCA 130
5. Estrada do Laranjal	SCA 212
6. Estrada da Araras	SCA 312
7. Estrada do Ferreirinha	SCA 237
8. Estrada da Balsa	SCA 333
9. Estrada do Quilombo	SCA 420
10. Estrada da Pratavieira	SC1 027
11. Estrada do Terrugi	SCA 333
12. Estrada da Fazenda Palmeirinha	SCA 329
13. Estrada Buracão	SCA 333
14. Estrada Cachoeira	SCA 329
15. Estrada Boavistinha / Nevada	SCA 005
16. Estrada do Stefanutti	SCA 434
17. Estrada do Inga Mirim	SCA 329
18. Estrada Santo Antonio	SCA 333
19. Estrada do Salto (Água Vermelha)	SC 011
20. Estrada do Chile (Água Vermelha)	SCA 329

#### 4.5.1 - Equipamentos e Máquinas

O Quadro 4.4 mostra os equipamentos e máquinas disponíveis pela Prefeitura Municipal de São Carlos utilizados na manutenção das estradas não-pavimentadas do município.

QUADRO 4.4 - EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS UTILIZADOS PELAS EQUIPES DE MANUTENÇÃO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS.

EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS	IDENTIFICAÇÃO								
	M010	M016	M022	M034	M046				
Motoniveladora	M010	M016	M022	M034	M046				
Pá Carregadeira	M012	M026	M038	M054					
Retro Escavadeira	M008	M048							
Trator de Esteira	M028								
Trator de Roda	M014	M018	M020	M033	M036	M050	M052	M058	
Rolo Compactador	M002	M040	M060						
Caminhão Basculante	C105	C147	C149	C151	C155	C201	C203	C207	C219
Caminhão Truck	C015								
Caminhão Carroceria	C099	C209							

As pás carregadeiras são utilizadas nas pedreiras, sendo uma fixa dentro da jazida em São Carlos e as outras circulantes. A fixa atende os pontos próximos e as circulantes atendem os pontos mais distantes, retirando

material em pontos de fácil acesso e reduzindo os custos de transporte. Os equipamentos pesados permanecem em locais determinados, evitando-se, assim, perda de tempo e gastos desnecessários. O abastecimento das máquinas e equipamentos é feito por um veículo apropriado. De acordo com o relatório do DOV, o consumo médio de combustível (óleo diesel) é de 30.000 l/mês.

O Quadro 4.5 mostra o custo de operação de equipamentos utilizados na manutenção das estradas não-pavimentadas, segundo a PMSC. Incluem equipamento, operador, combustível e demais insumos no mês de abril/95.

QUADRO 4.5 - CUSTO DE OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA MANUTENÇÃO DAS ESTRADAS NÃO-PAVIMENTADAS PELA PMSC (ABRIL/95).

EQUIPAMENTO	CUSTO (R\$/hora)
Rolo Compactador (20 ton.)	13,19
Motoniveladora (pot. 25 cv.)	32,98
Pá Carregadeira (retro)	9,23
Caminhão Basculante / Carroceria	9,23
Pá Carregadeira - pneu (950)	16,50
Trator de Esteira	13,51

#### 4.5.2 - Jazidas de Materiais Granulares

A atividade de manutenção que a PMSC executa com maior frequência é o lançamento de material granular sobre o leito da estrada e espalhamento com motoniveladora. Esse tratamento é, via de regra, feito com o material conhecido localmente como piçarra. Trata-se de alteração de basalto, escavável com pá carregadeira, sem necessidade de explosivos. Pode estar associados a pedreiras como camada que capeia o material são.

No município há vários afloramentos dessa rocha e, ao longo dos anos, várias pedreiras vêm sendo exploradas. No momento, a PMSC utiliza a piçarra da "Cava do Botafogo". Essa piçarra é o resultado da fragmentação do basalto decomposto, que pode ter grau de decomposição variável em função do ponto do qual está sendo retirado. Os fragmentos maiores, após perderem, pela ação do tráfego, a camada mais decomposta, apresentam diâmetro de até 10 cm. A "Cava do Botafogo" situa-se na

Estrada Municipal Cônego Washington José Pera (SCA 255). A Figura 4.2 ilustra a localização da jazida.

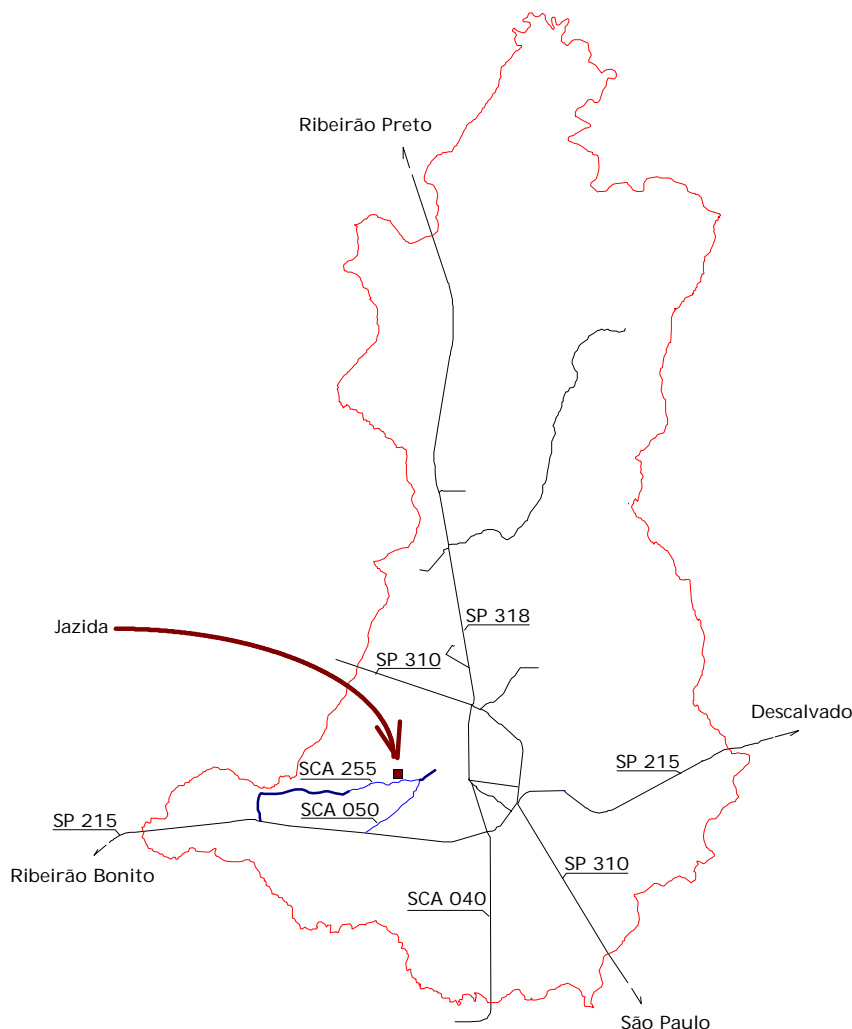


FIGURA 4.2 - LOCALIZAÇÃO DA JAZIDA NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS

#### 4.5.3 - Atividades de Manutenção Executadas pela PMSC

Os serviços de manutenção praticados pela PMSC em épocas de chuvas resumem-se no lançamento de material (piçarra) sobre o leito da estrada e no espalhamento com a motoniveladora. Todos os defeitos são corrigidos da mesma forma. Não é feito um estudo do defeito para identificar a causa e a atividade de manutenção mais adequada para sua correção. Uma atividade muito executada pelas equipes de manutenção em épocas de seca é a "patrolagem", que consiste em nivelar a superfície

da estrada com motoniveladora, sem acréscimo de material. Essa atividade é executada para corrigir a geometria vertical da estrada, proporcionando uma declividade transversal adequada. Entretanto, pode contribuir na ocorrência de defeitos, pois a estrada fica encaixada no terreno, não sendo possível drenar a água para fora da estrada.

Segundo o responsável pela manutenção das estradas não-pavimentadas da PMSC, o maior problema é a carência de recursos e equipamentos, além da falta de conhecimentos técnicos sobre o assunto. A prefeitura dispõe de equipamentos e máquinas antigas, que muitas vezes estão paradas para manutenção, impossibilitando o serviço das equipes. Outro problema é que alguns equipamentos são utilizados apenas na manutenção de ruas e avenidas dentro do perímetro urbano, como é o caso do rolo compactador.

#### **4.5.4 - Defeitos Identificados pelas Equipes de Manutenção da PMSC**

Os maiores problemas identificados pelas equipes de manutenção ocorrem na época das chuvas, principalmente devido à deficiência ou ausência do sistema de drenagem. Em geral, as estradas não possuem declividade transversal adequada, o que provoca o empoçamento de água e o aparecimento de sulcos (trilhas) no centro da pista, que com a chuva aumentam de tamanho.

Em trechos de solos argilosos, os principais problemas que surgem são de pista escorregadia e atoleiros. Esses problemas acabam originando outros, pois muitas vezes para tentar solucioná-los é colocada sobre o material argiloso uma camada de material granular (cascalho) sem compactação. Com o tráfego esse material acaba se movendo e formando faixas de material granular no centro e nas laterais da pista de rolamento. Esses problemas agravam-se em trechos com rampas acentuadas e curvas.

Devido à "patrolagem", muitas estradas encontram-se encaixadas no terreno, não sendo possível drenar a água para fora da pista de rolamento através de saídas d'águas (sangras). Em alguns trechos as

saídas estão bloqueadas pelo material acumulado nas laterais. Não existem valetas nas laterais, sarjetas ou bacias de dissipação. Muitas saídas d'água executadas pela equipe de manutenção da PMSC são fechadas pelos fazendeiros, que não permitem que a água escoe para dentro de suas propriedades. Isso provoca o empoçamento de água na pista, contribuindo para os problemas de erosão e formação de buracos.

Em determinados trechos, a largura da faixa de rolamento é muito estreita, não sendo possível passar dois veículos ao mesmo tempo. Na maioria das estradas apenas uma faixa é utilizada em ambos os sentidos de tráfego, principalmente em trechos onde há acúmulo de material arenoso nas laterais da estrada.