

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

GERÊNCIA DE FOMENTO E ECONOMIA MINERAL

PARALELEPÍPEDOS E ALVENARIA POLIÉDRICA
MANUAL DE UTILIZAÇÃO

1983

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

GERÊNCIA DE FOMENTO E ECONOMIA MINERAL

**PARALELEPÍPEDOS E ALVENARIA POLIÉDRICA
MANUAL DE UTILIZAÇÃO**

1983

PARALELEPÍPEDOS E ALVENARIA POLIÉDRICA
MANUAL DE UTILIZAÇÃO

ELABORAÇÃO:

ELBIO PELLEZ

COLABORAÇÃO:

DATILOGRAFIA: CLARISSA NUNES

DESENHO: CIDIONEY SININSKI

AGRADECIMENTOS:

ÀQUELES QUE LERAM E OFERECERAM SUGESTÕES AO ORIGINAL

ARSÊNIO MURATORI

HÉLIO GOMES DA SILVA

JOÃO BATISTA MELLO F^o

MÁRIO LESSA SOBRINHO

RIAD SALAMUNI

ROBERTO EDSON VAINE

NOVEMBRO/1983

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

JOSÉ RICHÁ
GOVERNADOR

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO

FRANCISCO SIMEÃO RODRIGUES NETO
SECRETÁRIO

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

RIAD SALAMUNI
DIRETOR PRESIDENTE

ARSÊNIO MURATORI
DIRETOR TÉCNICO

NEREU CARLOS MASSIGNAN
DIRETOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

EDIR EDEMIR ARIOLI
GERENTE DE FOMENTO E ECONOMIA MINERAL

ÍNDICE

1.0	APRESENTAÇÃO	06
2.0	ANTECEDENTES	07
3.0	VANTAGENS OFERECIDAS PELOS PAVIMENTOS EM PEDRA	11
3.1	MATERIAIS	11
3.2	EXECUÇÃO	11
3.3	DURABILIDADE	12
3.4	FLEXIBILIDADE	12
3.5	MANUTENÇÃO	12
3.6	ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS	13
3.7	CUSTO	13
3.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
4.0	PROCESSOS DE PRODUÇÃO	16
5.0	CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL	18
5.1	CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS	18
5.2	CARACTERÍSTICAS EXTRÍNSECAS	18
6.0	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	22
6.1	CÁLCULO DA ESPESURA DO PAVIMENTO	23
7.0	O PAVIMENTO DE ALVENARIA POLIÉDRICA E PARALELEPÍPEDO ...	27
7.1	GENERALIDADES	27
7.2	MATERIAIS	27
7.3	MÉTODO DE CONSTRUÇÃO	31
7.4	PROTEÇÃO À OBRA	40
7.5	CONTROLES	40
7.6	MEDIÇÕES E PAGAMENTOS	42

8.0	CONSERVAÇÃO DOS PAVIMENTOS	44
8.1	REVESTIMENTOS DE PARALELEPÍPEDOS E POLIEDROS	44
8.2	DEFEITOS USUAIS E CAUSAS PROVÁVEIS	44
8.3	CORREÇÃO DE DEFEITOS ESPECÍFICOS	45
8.4	REMENDOS TEMPORÁRIOS	45
8.5	REPAROS NA CAMADA DE SUB-BASE OU NO SUBLEITO	46
8.6	REPAROS NO COLCHÃO DE AREIA	48
8.7	SUBSTITUIÇÃO E ALINHAMENTO DE PARALELEPÍPEDOS	49
8.8	REJUNTAMENTO	50
8.9	RECAPEAMENTO	52
9.0	APÊNDICE - ESPECIFICAÇÕES GERAIS DO DNER	56
9.1	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	56
9.2	REFORÇO DO SUBLEITO	60
9.3	SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO	65
10.0	ASPECTOS LEGAIS	68
10.1	INTRODUÇÃO	68
10.2	ROTEIRO PARA OBTENÇÃO DE LICENCIAMENTO	69
10.3	ANEXOS	79
11.0	BIBLIOGRAFIA	87

1.0 APRESENTAÇÃO

Como parte do programa de UTILIZAÇÃO DE MATÉRIAS PRIMAS MINERAIS LOCAIS, surgiu a necessidade de compilar os dados, informações e experiências coligidas pela MINEROPAR (Minerais do Paraná S/A), em função do trabalho já desenvolvido.

Os objetivos desta contribuição são de reunir, em um único volume, todas as informações julgadas úteis e aproveitáveis pelas entidades interessadas no emprego de pedra como alternativa de revestimento de vias de rodagem visando, particularmente, as prefeituras municipais dos pequenos municípios. Estas, embora contando com a disponibilidade de materiais adequados para essa alternativa de pavimentação, ou não chegaram a se beneficiar desta tecnologia ou a abandonaram, sem dispor dos meios que permitam a retomada dos trabalhos, independentemente de apoio técnico externo.

2.0 ANTECEDENTES

Referências de estradas e ruas pavimentadas são registradas desde a mais remota antiguidade, a exemplo dos povos egípcios, gregos, macedônios, incas e astecas. Entretanto, foram os romanos os primeiros que emprestaram aos seus trabalhos de pavimentação uma sistemática uniforme, no sentido de consolidar uma tecnologia.

Esta técnica nasceu da necessidade de Roma manter, permanentemente, abertos os canais de ligação, com os mais longínquos territórios conquistados, sob quaisquer condições de clima e para qualquer tipo de transporte utilizado na época. Para tanto, foram construídos pavimentos em pedras irregulares ou aparelhadas, assentadas sobre camadas intermediárias de distribuição de cargas e rejuntadas com argila ou cimento natural.

Com a decadência do Império Romano e a invasão dos bárbaros, ocorreu uma paralização total na evolução dos pavimentos, fato que, praticamente, se prolongou até o final da Idade Média, durante a qual os meios de transporte se restringiam ao cavalo ou ao próprio indivíduo, tendo sido abandonada a conservação dos pavimentos existentes.

No Renascimento ocorreu a retomada da produção e do comércio, com a conseqüente intensificação do tráfego de mercadorias. Os pavimentos em pedra predominavam sobre os demais tipos então empregados, mantendo esta predominância até o início do século XX.

Com o advento dos veículos auto-motores e, principalmente, com a fabricação em série, a pavimentação se tornou uma infra-estrutura imprescindível ao desenvolvimento sócio-político-econômico.

A medida que os volumes de carga/trocas foram crescendo, estimulando a constante renovação tecnológica no aprimoramento da frota com engenhos mais capazes, em termos de velocidade e de carga total, os pavimentos foram sendo melhorados, tanto a nível de projeto como de técnicas construtivas.

As opções por um ou outro tipo de pavimento respondem, portanto, a um elenco de condicionantes que se inicia nas relações de disponibilidade trabalho/capital até limitações de ordem técnica, devido ao tipo de tráfego solicitado.

No entanto, qualquer que seja o pavimento adotado, este deverá oferecer ao conjunto da sociedade uma série de benefícios, alcançados a partir do emprego coerente de recursos naturais, humanos e financeiros, que podem ser grupados como segue (11):

À COMUNIDADE:

- *barateamento no custo dos transportes, com a conseqüente redução no custo de vida;*
- *maiores facilidades de locomoção e melhorias nos sistemas sanitários, educacionais, de segurança, etc.;*
- *elevação das condições de habitabilidade da região.*

AOS PROPRIETÁRIOS:

- *acesso fácil e garantido às propriedades;*
- *valorização dos imóveis;*
- *embelezamento das paisagens vizinhas.*

AOS USUÁRIOS:

- *diminuição no custo de operação dos veículos;*
- *economia de tempo e maior conforto para os passageiros;*
- *aumento da capacidade de transporte.*

AOS PODERES PÚBLICOS:

- maiores arrecadações pelas valorizações e aumentos na produtividade;
- melhores condições para realizações dos planos administrativos;
- atendimento das justas necessidades da coletividade.

A preferência por pavimentos asfálticos e de concreto (tecnologia com alta incidência do fator capital), em detrimento da pavimentação com pedra (tecnologia com alta incidência do fator trabalho), é uma consequência óbvia do crescimento da industrialização (concentração do capital) que, paralelamente ao melhor acabamento que estes pavimentos oferecem, possibilitam a mecanização dos processos de execução.

Dentro do Programa de Utilização de Matérias-Primas Mineraiis Locais, a divulgação e uso de pavimentação em pedra vem de encontro às condicionantes sócio-políticas-econômicas, atualmente vigentes no país, onde se verifica alta disponibilidade do fator trabalho, em contrapartida à escassez do fator capital, detalhe esquecido ou artificialmente superado, com evidentes consequências danosas à economia. Trata-se, portanto, de verificar a real adequação das soluções de pavimentação propostas aos volumes de tráfego, à composição da frota e à disponibilidade de recursos existentes.

Isto posto, a MINEROPAR propõe uma retomada da pavimentação com pedras, seja com emprego de paralelepípedos, seja com emprego de pedras irregulares (alvenaria poliédrica) para, atendendo aos objetivos maiores da sociedade, gerar empregos e aumentar a qualidade de vida da população. Certamente, essa iniciativa abrirá espaço às pequenas e micro-empresas no setor de mineração que, mesmo com baixo investimento inicial, produza efeitos multiplicadores na própria região geradora do bem mineral através de:

- *Ampla utilização de mão de obra semi-especializada e não-especializada;*
- *Substituição de derivados de petróleo e outras matérias primas importadas, além de reduzir os gastos com transporte;*
- *Contenção da evasão de recursos humanos e financeiros, oferecendo alternativas econômicas locais.*

3.0 VANTAGENS OFERECIDAS PELOS PAVIMENTOS EM PEDRA

Os pavimentos constituídos por pedra assumem vantagens mais evidentes onde os volumes de tráfego são pequenos, as condições geométricas ou de drenagem são muito exigentes, os subleitos muito fracos ("argilitos turfas"), ou, ainda, em condições muito severas de uso como em terminais de transporte, postos de gasolina, etc, onde os derramamentos de combustíveis e os esforços de arranque, deterioram rapidamente as misturas asfálticas.

As vantagens assinaladas estão sempre presentes, isoladamente ou em conjunto, em obras urbanas conforme se explana a seguir.

3.1 MATERIAIS

São utilizados materiais disponíveis em locais próximos às obras, constituídos de rochas duras, de estrutura massiva, sãs ou levemente intemperizadas e cortadas na forma de poliedros irregulares ou regulares (paralelepípedos). Neste particular, somente a região noroeste do Estado apresenta dificuldades para a seleção de locais para obtenção de rocha com características geomecânicas adequadas ao emprego em pavimentação poliédrica.

A obtenção destes materiais pode ser realizada a qualquer tempo e sob qualquer clima, além de permitir a estocagem do produto em qualquer condição e por períodos de tempo determinados exclusivamente por fatores de conveniência político-administrativa.

3.2 EXECUÇÃO

A execução deste tipo de pavimento não requer mão-de-obra especia-

lizada ou equipamentos sofisticados, podendo ser empregada mão-de-obra semi-qualificada (calceteiros) e sem qualificação (ajudantes), através de pequena estrutura, em administração direta, ou através de pequenos empreiteiros ou subempreiteiros locais, num ritmo compatível com o aporte de recursos, otimizando o aproveitamento da mão-de-obra segundo as peculiaridades e sazonalidades da economia de cada região.

3.3 DURABILIDADE

Excluídas as falhas ou insuficiências das camadas inferiores do pavimento, a superfície de rolamento constituída por poliedros de rocha, adequadamente selecionada e cortada, apresenta uma duração ilimitada. Esta resistência se estende a ação dos solventes desprendidos pelos veículos (diesel, gasolina, etc.).

3.4 FLEXIBILIDADE

As características de flexibilidade e maleabilidade deste tipo de pavimento, assimila e distribui bem, condições inferiores do leito estradal, sejam oriundas da má preparação e execução das camadas inferiores do pavimento ou problemas decorrentes da existência de água no subleito e/ou solos inadequados na fundação.

3.5 MANUTENÇÃO

A manutenção é realizada de forma rápida e eficiente através de equipes pequenas, dispensando o uso de máquinas, com integral reaproveitamento dos materiais, que são reassentados no local após a recuperação da infra-estrutura.

3.6 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

A pavimentação poliédrica emprega em todas as suas fases materiais e mão-de-obra locais, não exigindo alta qualificação nem imobilização em equipamentos sofisticados, mantendo a maior parte dos recursos financeiros investidos circulando na própria região, promovendo um efeito multiplicador destes investimentos muito mais intenso e imediato, ao contrário de soluções mais elaboradas que requerem máquinas, homens e materiais, oriundos, na maioria das vezes, de fora da região.

Assim, este tipo de pavimentação emprega matéria-prima e mão-de-obra locais para a produção e assentamento dos paralelepípedos; os fatores externos se constituem nos equipamentos de transporte, além do combustível, representando a parcela menor do investimento total.

A experiência mostra, que na utilização de uma tecnologia de mão-de-obra intensiva, cerca de 49% do custo total da obra é gasto com salários (equipamentos 13%, materiais 7%, transporte 31%), enquanto que com tecnologia de capital intensivo o gasto com salários é de cerca de 3% do custo total (equipamentos 52%, materiais 23%, transporte 22%); assim comparando-se as duas tecnologias pode-se afirmar que a primeira tem uma capacidade para gerar empregos cerca de 15 vezes maior que a segunda (8).

3.7 CUSTO

Considerando a pavimentação poliédrica como um revestimento, sem outra função estrutural, e comparando-a com outros tipos de revestimento, com emprego de derivados de petróleo ou não, esta é a solu-

ção mais barata, mesmo sem considerar os benefícios da durabilidade centenária e da manutenção fácil e barata. Se o conjunto do pavimento for adequadamente dimensionado, admite cargas por eixo da mesma grandeza obtida em pavimentos flexíveis ou semi-rígidos convencionais. Uma aproximação do custo por m^2 de pavimentação com revestimento de pedras apresenta uma variação bastante pronunciada, dependendo das condições locais de obtenção da pedra, distâncias de transporte, até a qualidade geotécnica do solo, ao nível do subleito. Assim, temos para o caso mais favorável, a obtenção rápida e próxima de pedras irregulares em áreas dotadas de solos com suportes de regulares a bons, o que permite o assentamento e rejuntamento das pedras com o próprio solo local com custo próximo de Cr\$ 700,00/ m^2 (- 0,20 da ORTN de Abril/83). Para áreas mais difíceis, com necessidade de confecção de uma camada de sub-base (0,2 m), mais areia para assentamento e rejuntamento de pedras regulares (paralelepípedos), tem-se o custo da ordem de Cr\$ 3.100,00/ m^2 , ou seja, 88% do valor da ORTN de Abril/83. Dentro desta faixa de valores é que se situam a maioria das alternativas possíveis de pavimentação com uso intensivo de mão-de-obra, no Estado do Paraná.

3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de vias urbanas, bem como as suas características, a sua conservação e sua limpeza, devem satisfazer às necessidades próprias da população; deverá, no entanto, subordinar-se às possibilidades financeiras da administração municipal, o que pode constituir um condicionamento na resolução de múltiplos problemas ligados à circulação local.

Os materiais a empregar na pavimentação de vias urbanas, além de ter qualidades consideradas importantes para esta finalidade (aderência, rugosidade, resistência, aspecto etc), devem *permitir repa-*

rações fáceis, rápidas e econômicas, de modo a reduzir o tempo de paralização do tráfego resultante de trabalho de aberturas de valas; estes trabalhos devem ser executados de modo que o pavimento conserve suas características iniciais.

Portanto, ao engenheiro/administrador que executa pavimentações de ruas de cidade, cabe levar em conta (11):

- a) facilidades de remoções do pavimento para serviços no subsolo;*
- b) tráfego de veículos em velocidades moderadas;*
- c) percursos em distâncias relativamente pequenas, em velocidades variáveis e sujeitas a paradas constantes;*
- d) superfícies de rolamento estáveis, sem muito rigor quanto aos pontos de atrito;*
- e) construção, muitas vezes intermitente, sujeita a orçamentos reduzidos e liberação de verba fracionada.*

As desvantagens citadas para esse tipo de pavimento, relativas ao desconforto causado pelas trepidações e conseqüente aumento do custo operacional não são relevantes, por se tratarem de vias de baixo volume de tráfego. O que deve ser considerado é que as vantagens oferecidas pela pavimentação em pedra podem ser consideradas desvantagens das misturas asfálticas. No entanto, vale salientar que é muito difícil exprimir em números, a influência da superfície de rolamento nos custos de operação, na medida em que uma via pode ser considerada excelente ou péssima, sem que a natureza do seu revestimento seja suficiente para definir, economicamente, essa qualidade (9).

4.0 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Chama-se *PARALELEPÍPEDO* a uma peça de pedra com a forma do sólido que lhe empresta o nome. Normalmente, a peça tem a forma de um paralelepípedo retângulo. No processo de produção do paralelepípedo, a terminologia empregada é a seguinte:

MACACO - é o nome pelo qual é conhecido o paralelepípedo;

FOLHA - é o bloco de pedra preparado para a retirada dos paralelepípedos. Possui a forma aproximada de um paralelepípedo retângulo, de base quadrada, de mais ou menos 0,45m de lado e 0,20m de altura. Existem folhas de 8, 16 e 32, conforme o número de peças que dela podem ser extraídos;

ENCUNHADOR - é o operário encarregado de transformar, manualmente, o bloco em folhas;

MACAQUEIRO - é o operário encarregado da operação normal de subdivisão da folha em paralelepípedos;

CALCETEIRO - é o operário que se ocupa do assentamento dos paralelepípedos;

MARTELO, PONTEIRO, ESCOPRO E PICHOTE - são ferramentas especiais, em aço, para a produção dos paralelepípedos.

O processo de produção inicia-se com a abertura dos grandes blocos da frente da pedreira, fase em que se utiliza explosivos, dependendo do tamanho do bloco original. Os blocos de pedra obtidos, já com uma face plana, são cortados pelos encunhadores em folhas de 8, de 16 ou de 32 peças, conforme o seu tamanho. As folhas de 16 e de 32 peças são reduzidas às folhas de 8 pelos macaqueiros. Os paralelepípedos são obtidos das folhas de 8. Para tanto, os macaqueiros marcam uma das faces por meio de escopro; depois, golpeiam com o martelo, a face oposta à que foi marcada, separando o paralelepípedo da folha. O serviço é terminado com a correção das irregularidades que, eventualmente, apresentem as faces do paralelepípedo, me-

diante o emprego do ponteiro. Em média, cada encunhador prepara folhas para dois macaqueiros.

Chama-se *PEDRA IRREGULAR* ou *POLIEDRO*, a uma peça de pedra de forma irregular, com uma das faces destinada ao rolamento, aproximadamente plana. O processo de produção pode ser totalmente manual ou com auxílio de rompedores e britadores.

No processo manual, à semelhança dos paralelepípedos, inicia-se com fragmentação dos blocos e posteriormente amarrados com o emprego de marretas de 5 a 8 kg. Pequenas correções e ajustes são realizados pelo artífice calceteiro. Neste caso as jazidas exploradas são, preferencialmente, aquelas de rocha cuja alteração avança ao longo dos planos de fraturamento. Outra alternativa é o trabalho do operário junto à frente da pedreira, cujo desmonte é realizado mediante "fogachos" estabelecendo um rendimento superior ao caso anterior. Na produção mecânica se procede uma ajustagem da abertura do britador marroeiro e se procede a seleção visual do material, ou através de peneiras de malha quadrada de 3,5 ou 4 polegadas. As diferenças fundamentais num caso e noutro é o tamanho médio das peças e naturalmente o volume produzido.

5.0 CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL

Os paralelepípedos e os poliedros deverão ser rochas granulares satisfazendo as seguintes condições:

5.1 CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS

As rochas das quais se pretende extrair pedra para revestimento de vias de transporte, deverão ser de granulação fina a média, inalteradas, além de apresentarem condições satisfatórias de dureza e tenacidade. Além disso, as rochas que se destinam à extração de paralelepípedos, deverão se apresentar homogêneas o suficiente para permitir o corte com a forma especificada.

Os ensaios e as especificações mais comuns são os seguintes:

- durabilidade (sulfato de sódio) máxima: 10%
- peso específico aparente, mínimo: 2.400 kg/m³
- desgaste a abrasão Los Angeles, máximo: 40%
- resistência a compressão simples, mínimo: 1.000 kg/m²
- absorção d'água (48 horas) máximo: "mármore" = 4%
"granitos" = 0,5%

5.2 CARACTERÍSTICAS EXTRÍNSECAS

FORMA - os paralelepípedos devem se aproximar o mais possível da forma prevista, com faces planas e sem saliências e reentrâncias acentuadas, principalmente a face que irá constituir a superfície exposta do pavimento. As arestas deverão ser linhas retas e as faces perpendiculares entre si. Em certos casos e em determinados tipos de rochas, permite-se que a face inferior seja ligeiramente menor que a superior, e a peça passe a ser um tronco de pirâmide de

bases paralelas, cuja diferença máxima admitida é de 0,02m. Estas diferenças ficam acentuadas quando a rocha é um basalto: a face superior lisa e retangular é obtida com relativa facilidade com bom aproveitamento dos planos de clivagem da rocha, mas as demais faces são de muito difícil obtenção e o produto final assemelha-se a um tronco de pirâmide ou a uma cunha.

A pedra irregular, como o próprio nome indica, não apresenta uma forma constante e portanto, só se pretende, em cada tipo de jazimento, limitar o campo de variação, de maneira que no seu conjunto, a superfície pavimentada apresente uma certa homogeneidade.

DIMENSÕES - são bastante variadas, dependendo do local e da natureza da rocha, conforme se ilustra para os paralelepípedos, na tabela a seguir:

Local \ Dimensões (cm)	São Paulo IPT	Rio de Janeiro	França	DNER
Largura	11,5 - 15	11 - 14	10 - 14	14 - 17
Comprimento	22 - 28	17 - 23	18 - 24	18 - 22
Altura	13 - 15	14 - 17	16 - 20	10 - 14

As pedras irregulares amarradas manualmente, deverão ter a face que se destina ao rolamento plana, com uma dimensão tal que se inscrevam num círculo de diâmetro entre 0,10m e 0,20m; a altura poderá variar entre 0,10 e 0,15m.

As pedras obtidas por britagem terão dimensões compatíveis com a peneira utilizada (3 $\frac{1}{2}$ " ou 4").

Em média, são necessários 33 paralelepípedos para cobrir um metro quadrado, contra a média de 55 peças irregulares, obtidas manualmente e 100 a 110 peças obtidas por britagem.

**CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DOS MATERIAIS ORIUNDOS
DE DIVERSAS LOCALIDADES NO PARANÁ E SANTA CATARINA**

PARALELEPÍPEDOS				
MUNICÍPIO	LITOLOGIA	PRODUÇÃO DE EXTRAÇÃO	PRODUÇÃO DE ASSENTAMENTO	Nº DE PEÇAS POR m²
Inácio Martins	Basalto	11,25 peças/H.h	2,6m ² /H.h	35
General Carneiro	Basalto	11,25 peças/H.h	2,5m ² /H.h	34
Quatro Barras	Granito	10,0 peças/H.h	3,0m ² /H.h	33
Joinville	Granito	10,4 peças/H.h	1,88m ² /calc.h 3,75m ² /serv.h	38
PEDRA IRREGULAR				
Inácio Martins	Basalto	80 peças/H.h	1,25m ² /H.h	55
União da Vitória	Basalto	88 peças/H.h	1,25m ² /H.h	46
Renascença	Basalto	62 peças/H.h	1,25m ² /H.h	55
Coronel Vivida	Basalto	90 peças/H.h	1,25m ² /H.h	54
Chopinzinho	Basalto	100 peças/H.h	1,70m ² /H.h	55
São João	Basalto	110 peças/H.h	1,40m ² /H.h	56
Verê	Basalto	85 peças/H.h	1,25m ² /H.h	57
Dois Vizinhos	Basalto	120 peças/H.h	1,5 m ² /H.h	55
Pato Branco	Basalto	100 peças/H.h	1,7 m ² /H.h	55
Campo Largo*	Diabásio	90 peças/H.h	0,85m ² /H.h	79
Campo Largo*	Gnaisse	85 peças/H.h	0,85m ² /H.h	65
Campo Largo*	Dolomito	118 peças/H.h	0,85m ² /H.h	72

* Experiência Piloto EMLAR, COMEC, SETR, MINEROPAR, envolvendo treinamento de pessoal

3º PLANALTO — NW-CARUÁ

REGIÃO CARENTE DE MATERIAIS PÉTREOS, ESPESSA COBERTURA DE SOLOS ARENOSOS FINOS, OCORRÊNCIAS ESPARSAS DE ROCHAS BÉSSÁLTICA AO LONGO DOS VALES MAIS DISSECADOS.

3º PLANALTO — BASALTO

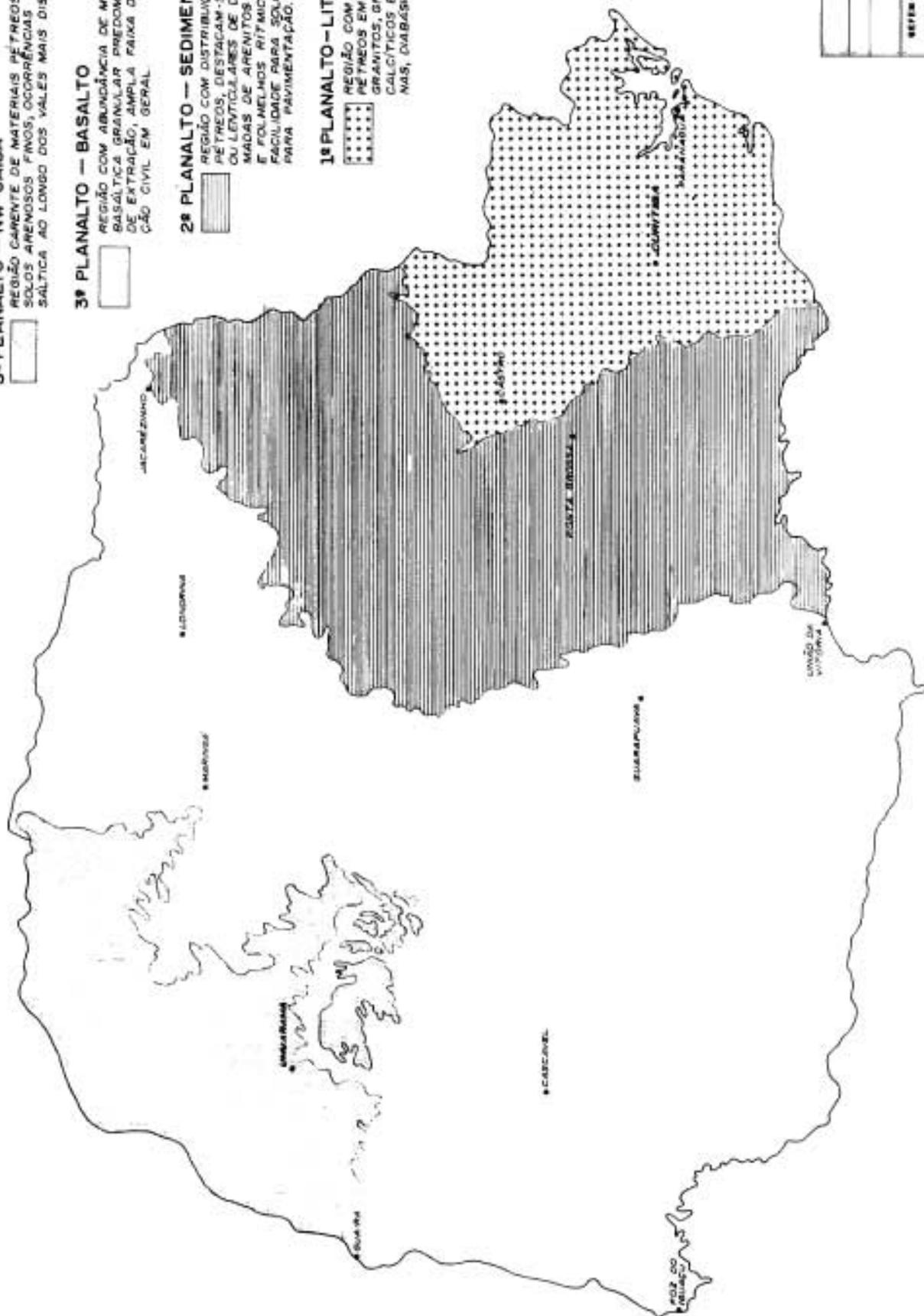
REGIÃO COM ABUNDÂNCIA DE MATERIAIS PÉTREOS; ROCHA BASÁLTICA GRANULAR PREDOMINANTE, COM FACILIDADE DE EXTRAÇÃO, AMPLA FAIXA DE UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM GERAL.

2º PLANALTO — SEDIMENTOS

REGIÃO COM DISTRIBUIÇÃO ESPARSA DE MATERIAIS PÉTREOS, DESTACAM-SE AS INTRUSÕES TABULARES OU LENTICULARES DE DIABÁSIO, OCORREM AINDA CÔMADAS DE ARENITOS DUROS E/OU CIMENTADOS E FOLHELOS RÍTMICOS ENDURECIDOS NA RELATIVA FACILIDADE PARA SOLOS ARENOSOS ADEQUADOS PARA PAVIMENTAÇÃO.

1º PLANALTO — LITORAL E EMBASAMENTO

REGIÃO COM DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS PÉTREOS EM VARADA GAMA DE LITOLÓGICAS: GRANITOS, GNAÍSES, MARMÁTIOS, MARMORES CALCÍTIOS E DOLOMITICOS, ROCHAS ALCALÍNAS, DIABÁSIO, QUARTZITOS, ETC.



MINEROPAR Minérios do Paraná S.A.	
SERVIÇO NACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PÉTREOS	
DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS PÉTREOS NO ESTADO DO PARANÁ	
ESCALA	1:500.000
PROJEÇÃO	UTM
COORDENADAS	19S

6.0 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

As cargas aplicadas sobre um bloco de pedra são integralmente transmitidas ao subleito, através das camadas intermediárias porventura existentes, pois a descontinuidade física entre um bloco e outro, teoricamente impede a transmissão lateral, apesar do eventual rejuntamento entre as peças, motivo pelo qual ao paralelepípedo não se atribui valor estrutural, sendo, teoricamente, considerado apenas um revestimento.

As saliências e reentrâncias das faces laterais, assim como o atrito provocado pelo material de rejuntamento, não são efetivamente considerados para o cálculo no que se refere a distribuição tangencial das cargas aplicadas sobre o bloco e retransmitidas ao subleito imediatamente abaixo.

Essa distribuição de cargas através das faces laterais tem o seu aproveitamento justificado no método BRIPAR de M.Dantas (3), em que o material de rejuntamento é uma mistura de brita e areia ou pedrisco, não sendo, entretanto, considerado pela maioria absoluta dos autores.

A descontinuidade entre os blocos rígidos de pedra, de dimensões médias e pequenas, garante, todavia, um comportamento semi-flexível que admite grandes deformações.

Não existe um método para o projeto de pavimento de paralelepípedo cuja aceitação seja consensual e de ampla difusão, motivo pelo qual não se apresentará aqui nenhum método de projeto como uma alternativa definida para esse tipo de pavimento.

É justamente, na possibilidade de se adequar as soluções desse tipo

de pavimento, às disponibilidades locais de materiais que reside um dos méritos desta alternativa.

6.1 CÁLCULO DA ESPESSURA DO PAVIMENTO

A determinação da espessura dos pavimentos construídos em pedra sempre foi uma questão essencialmente prática. A experiência em cada região, com suas características de solos e clima é que permite, depois de mais de uma centena de anos em emprego sistemático desses pavimentos, que se estabeleça relações empíricas entre o tráfego, o tipo de solo do subleito e a espessura total do pavimento.

A associação de alguns conceitos teóricos, com a observação de pavimentos, cujo comportamento em nada se pode criticar, é que em prestam um grau de aceitação bastante bom ao que preescrevem as Normas Rodoviárias nº 71 do DER/SP, que fixam como 23cm, no mínimo, a soma das espessuras da base de areia e do revestimento de pedra.

Também é adotado o método apresentado pelos Engenheiros Colucci Filho e Santos (2), baseado em estudos desenvolvidos pelo Corpo de Engenheiros dos E.U.A., onde as espessuras são fixadas a partir de correlações entre a espessura necessária de sub-base e o CBR do subleito e, a espessura necessária de base e a maior carga por eixo simples, não sendo atribuído qualquer valor estrutural à camada de assentamento ou à camada de revestimento.

A experiência no Estado do Paraná revela que as Normas Rodoviárias nº 71 propõem uma alternativa mais próxima das necessidades práticas dos pavimentos em pedra, que poderão vir a ser construídos, principalmente os urbanos.

Adotando-se o valor de 23cm como fixo, e aplicando a fórmula empírica do CBR utilizada pelos franceses (Peltier), que fornecem valores semelhantes aos dos gráficos comumente utilizados, e, assumindo ainda que a carga, por roda, é de 6 toneladas, abrangendo portanto, praticamente todas as possibilidades de tráfego, teremos:

$$e_p = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{I_s + 5} \quad \text{onde } e_p = \text{Espessura total do pavimento em centímetros}$$

I_s = Índice de suporte Califórnia (CBR) do subleito, em %

P = Carga por roda, em toneladas

Substituindo pelos valores adotados, teremos:

$$23 = \frac{100 + 150 \sqrt{6}}{I_s + 5} \quad I_s = \frac{100 + (150 \times 2,45) - 5}{23} = 15,3\%$$

Deste resultado se conclui que, se o subleito tiver um suporte menor que 15,3% a espessura total do pavimento será maior que 23cm.

Evidentemente que o aumento da espessura do pavimento não será realizada mediante o aumento da espessura do bloco ou do colchão de assentamento, pois além do custo elevado, seriam criados problemas de instabilidade, além de dificuldades na conciliação da geometria (cotas) das guias e sarjetas da via. Esta situação se resolve com a execução de uma sub-base ou reforço do subleito, na espessura exigida pelo dimensionamento, cujo CBR será, necessariamente, superior a 15%, conforme se demonstra no exemplo a seguir:

$I_s = 6\%$ e $P = 6$ ton

$$e_p = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{I_s + 5} = \frac{100 + 150 \sqrt{6}}{6 + 5} = \frac{467}{11}$$

$$e_p = 42,45 \text{cm}$$

A espessura da sub-base a ser utilizada neste caso é de 19,45cm (42,45-23,0) e o CBR mínimo desse material é o obtido anteriormente, isto é, 15%.

Para efeitos práticos, convém lembrar que, em vias de tráfego leve e pouco intenso, como é o caso do tráfego urbano, na maioria das ruas, não se cumpre a condição $P = 6$ ton, não havendo necessidade de se cogitar em dimensionamento para esse tipo de tráfego, bastando o calçamento direto das peças sobre o colchão de assentamento. No entanto, cabe assinalar que subleitos constituídos por solos argilosos de baixo suporte e alta expansão devem ser dotados de um reforço, representados por solos de características geotécnicas conhecidas, dependendo do tráfego. Acrescente-se a isso, que para os casos mais freqüentes de ruas de cidades, onde já existem construções e, portanto, limitações quanto às cotas das guias e do pavimento, a necessidade de reforço no subleito ou da sub-base implica necessariamente em rebaixo do subleito. Quando ocorre o inverso, isto é, a geometria recomenda a adição de material (aterro), para atingir o greide final da rua, este material deverá ser selecionado e não deverá apresentar suporte (CBR) inferior a 15%, nos 0,4m finais da camada.

Como fechamento do que foi até aqui apresentado podemos tecer os seguintes comentários conclusivos:

- quando o subleito se constituir de material cujo índice de suporte seja superior a 15%, o pavimento em pedra (colchão de assentamento + revestimento) pode ser executado diretamente sobre o subleito regularizado (escarificado e compactado), sendo desnecessária a adição de qualquer camada a título de reforço ou sub-base;
- como o revestimento e o colchão de assentamento possuem espessuras

pré-fixadas, o conhecimento do CBR do subleito serve como verificação. Se este valor de CBR for inferior aos 15% recomendados e as condições de tráfego não o exigirem, a experiência demonstra o bom comportamento do pavimento sem sub-base ou reforço desde que o subleito não seja constituído por solos completamente inadequados: solos brejosos, solos de argilitos expansivos e/ou de suporte baixo (inferiores a 6%);

- no caso de subleitos constituídos por solos muito fracos e/ou muito susceptíveis a ação da água, estes deverão ser reforçados por solos de características geotécnicas conhecidas, homogêneas e estáveis (saibros arenosos, solos lateríticos etc);*
- em caso de vias urbanas, cujo tráfego seja tipicamente local e residencial (conjuntos habitacionais, loteamentos fechados etc) o dimensionamento pode ser desprezado, sendo o pavimento construído diretamente sobre o subleito e se o CBR deste for superior a 15%, o assentamento poderá ser feito num colchão do próprio solo local;*
- aos procedimentos de regularização do subleito (declividades transversais e longitudinais), devem ser concedidos os maiores cuidados, pois um subleito mal preparado, anula as conclusões anteriormente enunciadas.*

7.0 O PAVIMENTO DE ALVENARIA POLIÉDRICA E PARALELEPÍPEDO

Neste título são transcritas as especificações do DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) para os pavimentos em epígrafe, às quais estão acrescidas de observações, suficientemente destacadas do texto original, que representam a experiência de pavimentos executados no Estado do Paraná e coletadas durante o Programa de Utilização de Matérias-Primas Mineraiis Locais.

7.1 GENERALIDADES

O pavimento de **alvenaria poliédrica** consiste de um revestimento de pedras irregulares, assentadas por processo manual, rejuntadas com areia, betume ou argamassa de cimento-areia e assentados sobre um colchão de areia ou a uma sub-base de solo estabilizado, de acordo com as presentes instruções.

O pavimento de **paralelepípedos** consiste no assentamento manual de paralelepípedos rejuntados com areia, betume ou com argamassa de cimento-areia, sobre um colchão de areia, de acordo com as normas, instruções e especificações que se seguem.

GUIA: é uma peça prismática de cantaria, de rocha ou de concreto, com seção retangular ou trapezoidal, destinada a limitar a pista pavimentada, proteger o calçamento e evitar o deslocamento dos poliedros e dos paralelepípedos. É talhada, ou moldada, em reta ou em curva.

MEIO-FIO: é o conjunto de guias assentadas e alinhadas ao longo dos bordos da pista.

ESPELHO: é a parte do meio-fio, na face livre, aproximadamente ver-

tical, que se constitui o ressalto entre o nível do pavimento e o da calçada ou passeio.

PISO: é a face superior do meio-fio ou do cordão.

CORDÃO (ou tento): é uma peça de rocha, ou de concreto, com seção retangular ou trapezoidal, destinada a ser assentada com o piso coincidindo com a superfície dos poliedros e dos paralelepípedos, com a finalidade de proteger os bordos do pavimento ou amarrar (fixar) determinadas seções do mesmo.

PEDRAS MESTRAS: são os primeiros poliedros ou paralelepípedos, assentados em alinhamentos paralelos ao eixo da pista, destinados a servir de guia para o assentamento dos demais.

7.2 MATERIAIS

Os materiais só poderão ser empregados após autorização da Fiscalização. Serão feitos ensaios de laboratório para identificar as características dos materiais. Todo e qualquer material rejeitado pela Fiscalização será retirado, imediatamente, do canteiro de serviço.

7.2.1 PEDRAS

As pedras para a confecção dos poliedros, paralelepípedos, meios-fios e tentos (cordões), deverão satisfazer às características físicas e mecânicas especificadas pela ABNT. As pedras poliédricas terão uma face para rolamento aproximadamente plana e que se inscreva em círculos de raio entre 0,05m e 0,10m e altura entre 0,10m e 0,15m.

Os paralelepípedos deverão apresentar aproximadamente as dimensões 0,10m x 0,20m x 0,15m. Os meios-fios terão seção aproximadamente retangular, com dimensões mínimas de 0,18m no piso, 0,40m na altura, 0,80m no comprimento, quando reto, e 0,60m no comprimento, quando curvo, e serão aparelhados no piso e no espelho. Os cordões ou tentos, terão seção aproximadamente retangular, com dimensões mínimas de 0,12m no piso, 0,30m na altura e 0,50m no comprimento e serão aparelhados no piso.

7.2.2. MATERIAIS PARA O COLCHÃO

Quando empregado o colchão de areia, este será procedente de rio ou de jazida e deverá consistir de partículas limpas, duras e duráveis, preferivelmente, silicosas, isentas de torrões de terra e de outras substâncias estranhas. Deverá satisfazer à seguinte graduação:

PENEIRAS	DIÂMETRO NOMINAL	PORCENTAGEM QUE PASSA
1/4"	6,35 mm	100%
nº 200	0,074mm	5 a 15%

Quando empregada uma sub-base estabilizada, esta deverá satisfazer às especificações do DNER para esse tipo de serviço (ver apêndice no capítulo 09).

A experiência local demonstra que o colchão de assentamento poderá ser executado com materiais diversos ao acima especificado, obedecidas as restrições para os casos de tráfego pesado e volumoso, onde os pavimentos em pedra não são recomendáveis devido ao aumento do custo operacional. Assim, para pavimentos urbanos, podem ser utilizadas com sucesso as argilas laterizadas do 3º Planalto (ter-

ra roxa), os solos arenosos oriundos das formações Furnas, Itararé, Botucatu e Caiuá, além dos saibros de quartzitos e granitos, areias aluvionares em geral, e subprodutos de britagem (pó de pedra + pedrisco).

7.2.3 MATERIAIS PARA REJUNTAMENTO

Quando empregado o rejuntamento com areia, essa deverá ter as mesmas características da especificada para emprego no colchão de areia.

Neste caso valem as mesmas observações realizadas para os materiais destinados a colchão de assentamento.

Quando feito o rejuntamento com betume, o material betuminoso poderá ser:

a) Cimento asfáltico de Trinidad (natural) - deverá ter a penetração de 30-40 e satisfazer às especificações do DNER;

b) Cimento asfáltico derivado de petróleo (soprado) - penetração 30-40;

c) Argamassa de cimento-areia - quando empregado o rejuntamento com argamassa de cimento-areia, será adotado o traço 1:3.

O cimento deverá satisfazer às especificações da ABNT - EB-1 - Cimento Portland Comum.

O rejuntamento com material betuminoso poderá ser executado ainda:

- cimento asfáltico de petróleo (CAP), de Penetração 50-60 e 85-100;
- alcatrão (AP) dos tipos AP-10, AP-11 ou AP-12;

- emulsão asfáltica dos tipos RR-1C ou RM-2C;
- todos atendendo as Especificações Brasileiras da ABNT.

O rejuntamento é, freqüentemente, utilizado somente nos bordos da plataforma, principalmente em segmentos em rampa forte, de modo a melhorar as condições de escoamento das águas superficiais, funcionando portanto, como sarjeta, principalmente no caso de alvenaria poliédrica, oportunidade em que pode ser executado na forma de um tratamento superficial invertido cujo agregado tem a mesma faixa preconizada para rejuntamento (100% passando na 1/4").

7.3 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO

7.3.1 PREPARO DO SUBLEITO

Será procedido de acordo com as normas e especificações do DNER para regularização do subleito (ver apêndice no capítulo 09).

7.3.2 EXECUÇÃO DOS MEIOS-FIOS

Deverá ser aberta uma vala para o assentamento das guias, ao longo dos bordos do subleito preparado, obedecendo ao alinhamento, perfil e dimensões estabelecidos no projeto. O fundo da vala deverá ser regularizado e, em seguida, apiloado. Para corrigir o recalque produzido pelo apiloamento será colocada no fundo da vala uma camada do próprio material escavado, que será, por sua vez, apiloado e assim por diante, até chegar ao nível desejado. Sobre o fundo da vala apiloada e limpa, prepara-se uma base de concreto de cimento, com 0,10m de espessura e resistência de 15kg/cm² em 28 dias, sobre a qual serão assentadas as guias. As guias serão assentadas obedecen-

do ao alinhamento estabelecido no projeto, de modo a que o piso coincida com o nível do pavimento depois de construído. As juntas das guias serão tomadas com argamassa de cimento e areia, traço 1:3. O material escavado da vala deverá ser repostado e apilado logo que fique concluído o assentamento das guias.

Verificações e Tolerâncias - o alinhamento e perfil do meio-fio serão verificados antes do início do pavimento. Não será tolerado desvio de mais de 0,005m em relação ao alinhamento e perfil estabelecidos.

7.3.3 ASSENTAMENTO DAS PEDRAS POLIÉDRICAS

Sobre o leito preparado, será espalhada uma camada solta e uniforme de areia, ou de pó-de-pedra, na espessura máxima de 0,08m, sobre a qual o artífice-calceteiro assentará as pedras mestras, com espaçamento de cerca de 4,00m no sentido transversal, de acordo com os perfis aprovados. Segue-se o assentamento das demais pedras, com as faces de rolamento cuidadosamente escolhidas, entrelaçadas e bem unidas, de modo que não coincidam as juntas vizinhas, ficando as de forma alongada em sentido transversal ao eixo da via pública ou da estrada. As juntas maiores serão tomadas com lascas de pedra e as menores com o material do colchão, deixando-se, sempre, bem visíveis e limpas, as faces de rolamento, a fim de facilitar a Fiscalização. No mesmo dia da execução, o revestimento será coberto por uma camada de areia seca e limpa, de cerca de 0,010m de espessura e batido a soquete do tipo e peso especificados.

7.3.4 ASSENTAMENTO DOS PARALELEPÍPEDOS

Sobre o leito preparado será espalhada uma camada solta e uniforme

de areia, ou pó de pedra, numa espessura máxima de 0,08m, destinada a compensar as irregularidades e desuniformidades de tamanhos dos paralelepípedos. Feito isso, são os paralelepípedos distribuídos ao longo do subleito, em leiras longitudinais espaçadas de 2,50m, para facilitar a localização das linhas de referência para o assentamento. Cravam-se ponteiros de aço ao longo do eixo da pista, afastados entre si não mais de 10,00m. Marca-se com giz nestes ponteiros com o auxílio de régua e nível de pedreiro, uma cota tal que, referida ao nível da guia, dê a seção transversal correspondente ao abaulamento ou superelevação estabelecida pelo projeto. Distende-se fortemente um cordel pela marca de giz de ponteiro, e um outro de cada ponteiro às guias, normalmente ao eixo da pista. Entre o eixo e as guias outros cordões devem ser distendidos paralelamente ao eixo, com espaçamento não superior a 2,50m. Inicia-se então, o assentamento dos paralelepípedos.

Evidentemente que estes cuidados e procedimentos podem e devem ser adotados igualmente para o assentamento de pedras irregulares.

Em trechos retos - Pronta a rede de cordões, principia-se o assentamento da primeira fileira, normal ao eixo. Nessa fileira deverá haver uma junta coincidindo com o eixo da pista. Os paralelepípedos deverão ser colocados sobre a camada solta de areia ou pó-de-pedra, acertada no ato do assentamento de cada paralelepípedo pelo calceteiro, de modo a que sua face superior fique cerca de 0,01m acima do cordel. O calceteiro golpeia o paralelepípedo com o martelo de modo a trazer sua face superior ao nível do cordel. Assentado o primeiro paralelepípedo, o segundo será colocado ao seu lado, tocando-o ligeiramente, formando-se uma junta pelas irregularidades da face do paralelepípedo; este, por sua vez, será assentado como o primeiro. A fileira deverá progredir do eixo da pista para as guias, devendo terminar junto a estas, preferivelmente, por um paralelepípedo mais

comprido que o comum em vez de se colocar um paralelepípedo comum e mais um pedaço de paralelepípedo. A segunda fileira deverá iniciar colocando-se o primeiro paralelepípedo sob o cordel do eixo da pista. Os demais paralelepípedos serão assentados como os da primeira fileira. As juntas da terceira fileira deverão, tanto quanto possível, ficar no prolongamento das juntas das primeiras fileiras, os da quarta no prolongamento da segunda, e assim sucessivamente, de modo que as juntas dos paralelepípedos de cada fileira se alternem com relação às duas fileiras vizinhas, isto é, a que cada junta fique em frente ao paralelepípedo adjacente, dentro do seu terço médio. Os paralelepípedos empregados numa mesma fileira deverão ter larguras aproximadamente iguais. As juntas longitudinais e transversais não deverão exceder de 0,015m. (Fig.01).

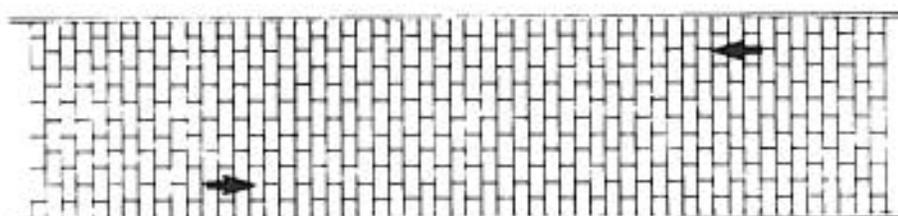


Fig.1 - Caso normal de assentamento de paralelepípedos

Em alargamentos para estacionamento - os alargamentos para estacionamento de veículos serão feitos de acordo com a Figura 2, isto é, modifica-se o alinhamento das guias e prolonga-se normalmente as fileiras dos paralelepípedos.

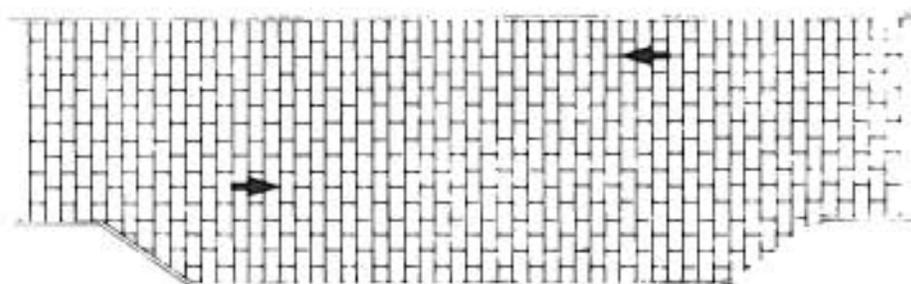


Fig.2 - Em alargamento para estacionamento

Em trechos curvos - nas curvas de grande raio, pela seleção dos tamanhos dos paralelepípedos e pela ligeira modificação da espessura da junta transversal, manter-se-ão as fileiras normais da pista.

Nas curvas em que a grandeza do raio for tal que o expediente indicado no item anterior for insuficiente, o aparelho será modificado como se segue:

1ª Fase - atingido o PC (ponto de curva), as fileiras continuam, curva adentro, normais ao prolongamento do eixo, até ser alcançado o ponto A, que será fixado pela Fiscalização em função do ângulo central da curva. Pelo ponto B traça-se a normal BD ao eixo da pista em curva, marca-se DE = CD e assenta-se a fileira BE. As fileiras devem progredir paralelamente a BE até um ponto G, onde se repetirão as condições de A. Entre G e J, procede-se como entre A e F, e assim sucessivamente, até o PT, conforme figura 3.

2ª Fase - nos triângulos CBE, IHK etc, deixados vazios, o calçamento será completado conforme a figura 4, isto é, fixada à fileira BE, sobre a qual se decide fechar o calçamento, reinicia-se este a partir de BC (Fig.03).

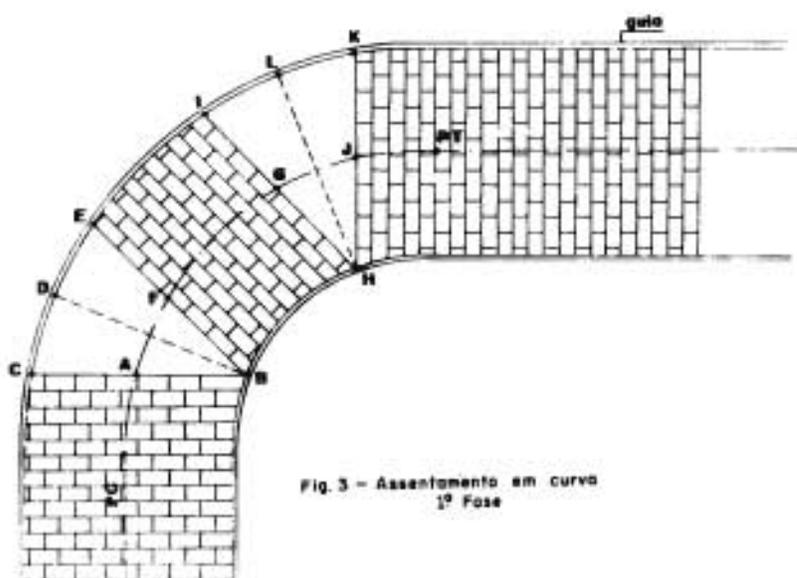


Fig. 3 - Assentamento em curva
1ª Fase

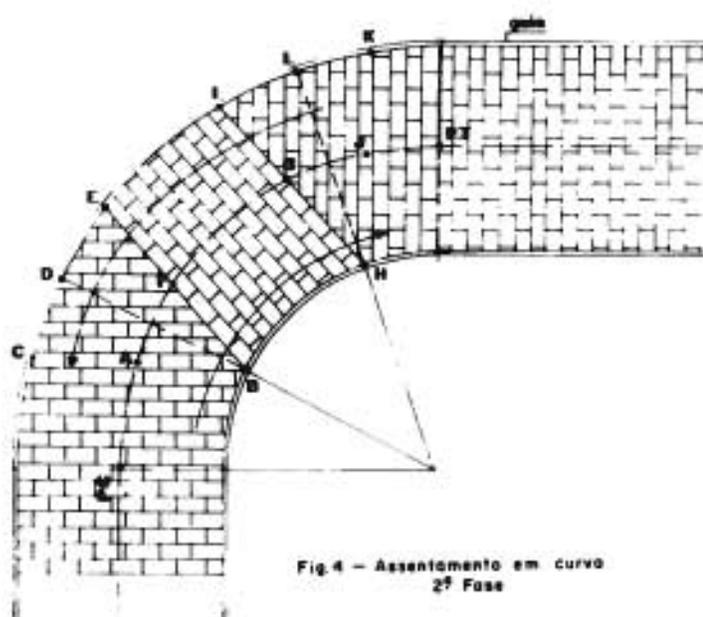


Fig. 4 - Assentamento em curva
2ª Fase

Em trechos de cruzamento - a) No paralelogramo formado pelos prolongamentos dos alinhamentos dos bordos das duas pistas que se cruzam, as fileiras mestras devem ser colocadas em forma de L, cujo vértice se encontra no centro desse paralelogramo e cujos lados, formando um ângulo reto, são: um, paralelo à diagonal maior e o outro, paralelo à perpendicular traçada do centro sobre essa diagonal; b) quando as quinas do cruzamento forem quebradas ou arredondadas, na figura triangular formada na pista, as fileiras devem ser assentadas em V, sendo que o V maior, formado pelas duas primeiras fileiras, terá o seu vértice coincidindo com a interseção dos alinhamentos que formam a quina, conforme as figuras 5 e 6.

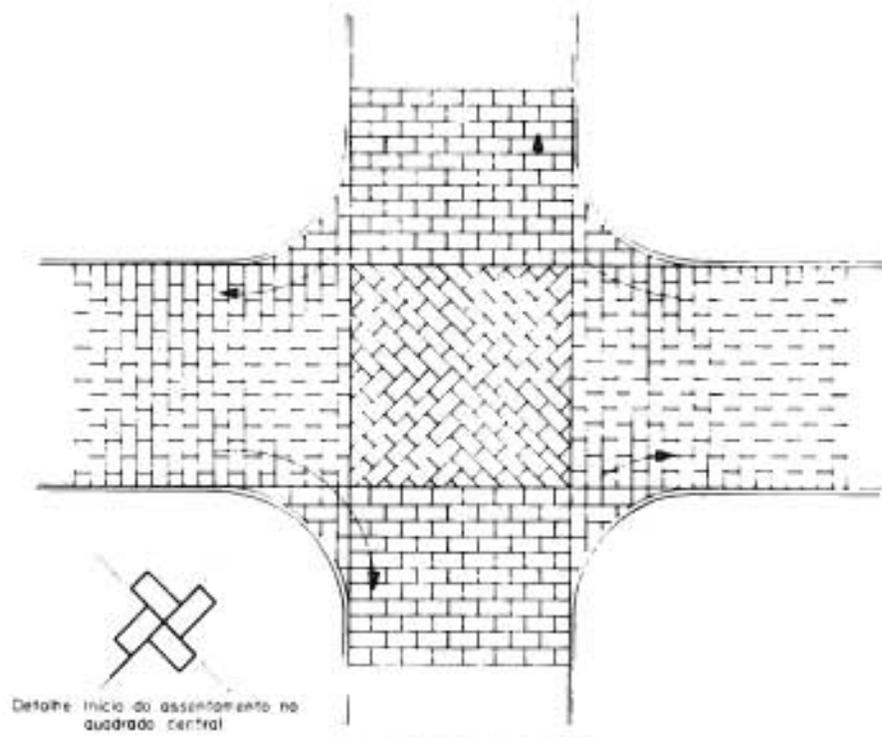


Fig. 5 - Em cruzamentos retos

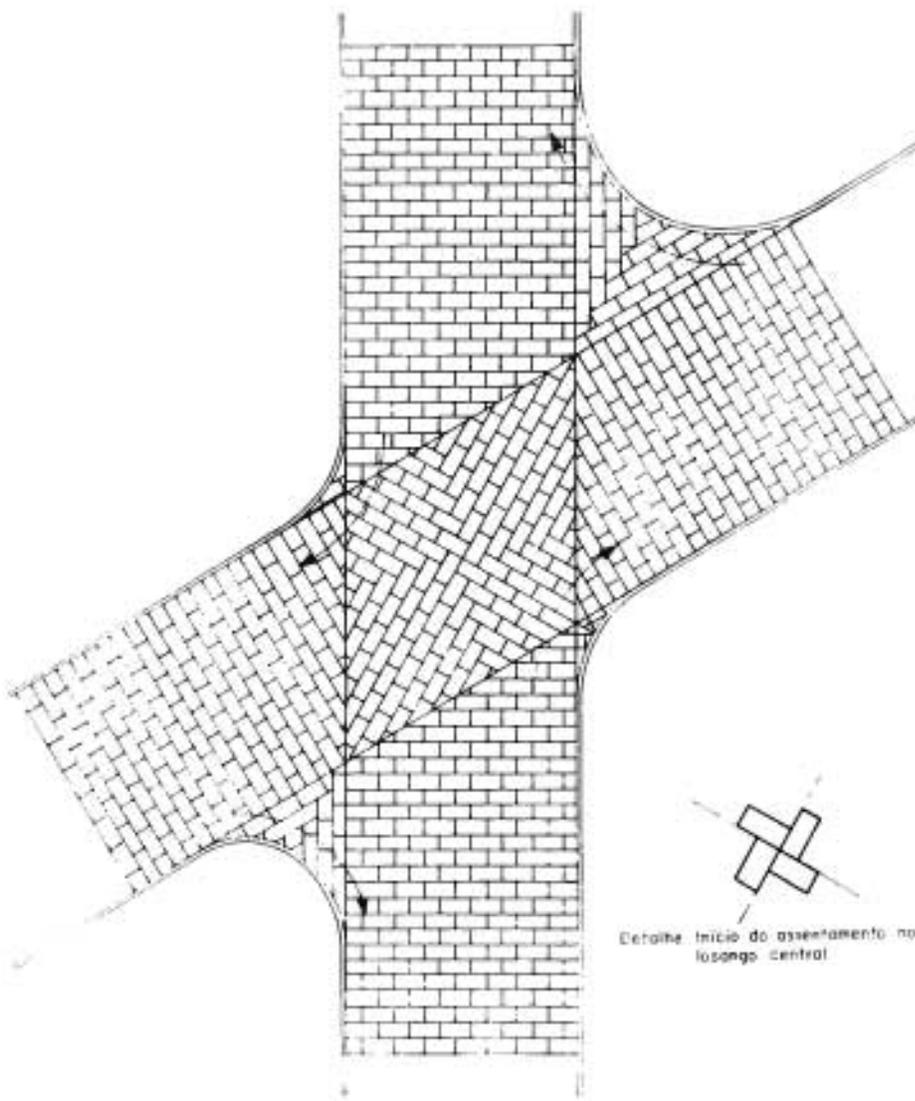


Fig. 6 - Em cruzamentos esconsos

Em trechos de entroncamento - na pista principal, o calçamento deverá continuar sem modificação do seu aparelho; na pista secundária, o assentamento seguirá da mesma forma até encontrar o alinhamento do bordo da pista principal, tomando-se a devida atenção para a perfeita concordância da junção das duas vias (Fig.07).

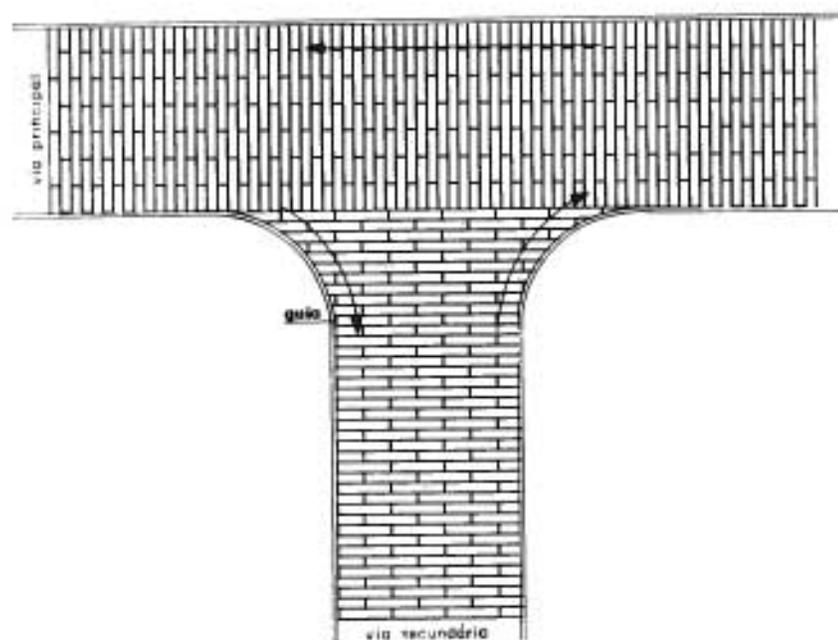


Fig 7 - Em entroncamento reto

7.3.5 REJUNTAMENTO

O rejuntamento dos poliedros e paralelepípedos será efetuado logo que seja terminado o seu assentamento. O intervalo entre uma e outra operação, fica a critério da Fiscalização; entretanto, o rejuntamento deverá acompanhar de perto o assentamento, principalmente, em regiões chuvosas ou sujeitas a outras causas que possam danificar o calçamento já assentado, porém, ainda não fixado e protegido pelo rejuntamento.

O rejuntamento poderá ser feito com areia ou pó-de-pedra, com mate-

rial betuminoso ou com argamassa de cimento-areia, conforme o especificado no projeto.

O rejuntamento com areia ou pó-de-pedra será feito espalhando-se uma camada de areia, ou pó-de-pedra, de 0,02m de espessura, sobre o calçamento, e forçando-se a penetração desse material nas juntas dos poliedros e paralelepípedos, por meio de vassourões adequados.

Nesse caso também é possível a alteração das características do material de assentamento, assim como foi anteriormente recomendado para o material do colchão de assentamento.

O rejuntamento com material betuminoso será feito do seguinte modo: espalha-se, inicialmente, uma camada de pedriscos (brita zero) de 0,010m de espessura, sobre o calçamento e, por meio de vassourões adequados, força-se a penetração desse material, até preencher, aproximadamente, 1/3 da profundidade das juntas dos poliedros e paralelepípedos. Em seguida, utilizando-se regadores próprios, se completará o enchimento das juntas com o material betuminoso, até que este aflore na superfície do calçamento.

O rejuntamento com argamassa de cimento-areia, cujo traço (1:3) será fixado no projeto, ou indicado pela Fiscalização, far-se-á do mesmo modo, pelo preenchimento total das juntas dos poliedros e paralelepípedos.

7.3.6 COMPACTAÇÃO

Logo após a conclusão do serviço de rejuntamento dos poliedros e paralelepípedos, o calçamento será devidamente compactado com o rôlo compactador liso, de 3 rodas, ou do tipo "tandem", em peso mínimo 10 toneladas.

A rolagem deverá progredir dos bordos para o centro, paralelamente ao eixo da pista, de modo uniforme, cada passada atingindo a metade da outra faixa de rolamento, até completa fixação do calçamento, isto é, até quando não se observar mais nenhuma movimentação da base pela passagem do rôlo. Qualquer irregularidade ou depressão que venha a surgir durante a compactação, deverá ser prontamente corrigida, removendo e recolocando os poliedros e paralelepípedos com maior ou menor adição do material de assentamento, em quantidade suficiente à completa correção do defeito verificado. A compactação das partes inacessíveis aos rolos compactadores deverá ser efetuada por meio de soquetes manuais adequados.

7.4 PROTEÇÃO A OBRA

Durante todo o período de construção do pavimento, e até seu recebimento definitivo, os trechos em construção e o pavimento pronto deverão ser protegidos contra os elementos que possam danificá-los. Tratando-se de estradas cujo tráfego não possa ser desviado, a obra será executada em meia-pista e, neste caso, o empreiteiro deverá construir e conservar barricadas, para impedir o tráfego pela meia-pista em serviço, bem como ter um perfeito serviço de sinalização, de modo a impedir acidentes e empecilhos à circulação do tráfego pela meia-pista livre, em qualquer hora do dia ou da noite.

7.5 CONTROLES

O pavimento pronto deverá ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal típica estabelecidos pelo projeto.

7.5.1 CONTROLE TECNOLÓGICO

Ensaio - antes de iniciados os serviços deverão ser feitos, com a pedra a ser utilizada, os ensaios de desgaste Los Angeles e durabilidade (Soundness Test). Estes ensaios, em geral, não podem ser feitos em Laboratórios Residenciais, devendo, portanto, as amostras serem enviadas aos Laboratórios Distritais ou à Divisão de Pesquisas Tecnológicas, para que sejam executados.

7.5.2 CONTROLE GEOMÉTRICO

Verificação das dimensões dos poliedros e paralelepípedos depois de assentados - Tolerância - serão tolerados, na fileira completa, no máximo 20% de poliedros e paralelepípedos com dimensões diferentes do estabelecido nesta especificação. A altura do poliedro ou paralelepípedo nas sondagens feitas em diversos pontos escolhidos pela Fiscalização, não poderá estar em mais de 10% fora dos limites estabelecidos nesta especificação.

Verificação das dimensões das juntas - Tolerância - numa fileira completa, a tolerância máxima para as juntas que estejam fora das exigências estabelecidas nesta especificação será de 30%.

Verificação da superfície - A face do calçamento não deverá apresentar, sob nenhuma régua sobre ela disposta em qualquer direção, depressão superior a 0,010m.

Verificação da espessura - A altura do colchão, mais a do poliedro ou paralelepípedo depois de comprimidos, nas sondagens feitas em diversos pontos escolhidos pela Fiscalização, não poderá estar em mais de 5% fora do limite estabelecido nesta especificação.

7.6 MEDIÇÕES E PAGAMENTOS

Os serviços de alvenaria poliédrica e paralelepípedos serão medidos e pagos em duas etapas construtivas, a saber:

7.6.1 EXECUÇÃO

Será paga pela área executada, aos preços constantes da Tabela de Preços para Serviços de Pavimentação.

A extração do material de enchimento não será paga, por já estar computada no preço de execução.

No caso dos poliedros, paralelepípedos, meios-fios e tentos a serem adquiridos pelo executante da obra, o DNER o indenizará na forma prevista pela Tabela acima citada. O mesmo se dará com o material betuminoso e o cimento empregado nos rejuntamentos.

7.6.2 TRANSPORTE DOS MATERIAIS

Será pago por tonelada. A determinação da massa específica aparente será feita de maneira análoga à do material hidráulico, bem como a fixação da porcentagem do material de enchimento.

Quando houver rejuntamento com asfalto ou argamassa de cimento-areia, as quantidades dos diversos materiais empregados no rejuntamento serão determinadas por observações no canteiro da obra, em número suficiente para que seu valor médio possa representar o consumo ao longo do trecho.

É comum, nas Prefeituras Municipais do Sudoeste do Paraná, que os

trabalhos de regularização do subleito, transporte e compactação (as operações que exigem bens de capital) sejam executados por administração direta, sendo as operações de corte de pedra e assentamento executados por empreiteiros e/ou autônomos locais.

8.0 CONSERVAÇÃO DOS PAVIMENTOS

Utilizando o mesmo critério do capítulo anterior, se faz a transcrição comentada do Manual Técnico de Conservação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

8.1 REVESTIMENTOS DE PARALELEPÍPEDOS E POLIEDROS

Os revestimentos de paralelepípedos são muito semelhantes, sob o ponto de vista da construção e conservação, aos de alvenaria poliédrica, pois são constituídos, basicamente, de um colchão de areia ou pô-de-pedra, coberto por uma camada contínua de pedras, regulares ou não, rejuntadas de modo a apresentar uma superfície de rolamento uniforme. A diferença das pedras, sendo uma de formato regular, no pavimento de paralelepípedo, e as outras de formatos irregulares, no pavimento de alvenaria poliédrica. Os tipos de defeitos, suas causas e as correções, bem como os princípios gerais de conservação destes pavimentos, são praticamente os mesmos, salvo pequenos detalhes, vistos no decorrer do capítulo.

8.2 DEFEITOS USUAIS E CAUSAS PROVÁVEIS

Os defeitos que ocorrem nos pavimentos de paralelepípedos e de alvenaria poliédrica, são devidos aos defeitos provenientes do subleito ou da sub-base, quando esta existe, conjugadas com deficiências de construção. Na terminologia dos defeitos podemos classificar os seguintes: 1) abatimentos do pavimento; 2) deslocamento das pedras constituintes do pavimento; 3) afloramentos de materiais argilosos do subleito; 4) superfície escorregadia. Os abatimentos destes tipos de pavimento são devido à instabilidade do subleito no pon-

to considerado. O deslocamento das pedras é devido principalmente à ação das rodas dos veículos, especialmente nas curvas. Este defeito verifica-se principalmente nos pavimentos com deficiências no rejuntamento.

O afloramento de materiais argilosos do subleito verifica-se quando o colchão de areia é mal executado ou suprimido e as juntas não são devidamente tomadas. A superfície escorregadia é devida exclusivamente ao tráfego, por ação dupla do acúmulo de resíduos de óleo sobre a superfície e ainda pelo efeito abrasivo do atrito prolongado dos pneus contra as pedras que compõem o pavimento.

8.3 CORREÇÃO DE DEFEITOS ESPECÍFICOS

A correção da maioria dos defeitos dos pavimentos de paralelepípedos e de alvenaria poliédrica exige o conhecimento prévio do processo construtivo, uma vez que esta correção é praticamente uma repetição das operações de construção. A correção dos pavimentos escorregadios constitui um caso particular e deve ser feita por meio de um recapeamento da superfície existente com um tratamento superficial simples.

Os princípios ou operações de conservação para o caso dos pavimentos de paralelepípedos e de alvenaria poliédrica, consistem do seguinte: 1) reparos na camada de sub-base ou no subleito; 2) reparos no colchão de areia; 3) substituição e alinhamento de blocos; 4) rejuntamento; 5) recapeamento; 6) remendos temporários.

8.4 REMENDOS TEMPORÁRIOS

Os remendos temporários são feitos onde quer que apareçam abatimen-

tos do pavimento ou áreas em estágio avançado de desintegração e não seja possível fazer imediatamente os reparos permanentes. Os remendos temporários são feitos com pré-misturados a frio. Em sua execução, em primeiro lugar limpam-se as cavidades ou depressões de todo e qualquer material solto, enchendo-as com pré-misturado e, finalmente, compactando-se com rolo ou soquete até obter-se um bom acabamento da superfície. Uma boa técnica também, nos remendos temporários consiste nos remendos por penetração invertida, com banho do material betuminoso sobre o pavimento existente e a posterior aplicação do agregado graúdo.

8,5 REPAROS NA CAMADA DE SUB-BASE OU NO SUBLEITO

Como ficou dito no item 8.2, a maioria dos defeitos que ocorrem nos pavimentos de paralelepípedos e de alvenaria poliédrica, são provenientes de pontos fracos no subleito e/ou na sub-base. Portanto, a correção destes defeitos requer, como condição prévia, o exame detalhado das condições do subleito e da sub-base, quando esta existir, bem como o reparo das áreas atingidas. Os defeitos do subleito geralmente são devidos a duas causas primárias, a saber: a drenagem deficiente e as más condições de suporte. Quando a deficiência provém das más condições de drenagem, antes de executar qualquer serviço, é necessário proceder à drenagem cuidadosa do trecho, seja pela instalação de drenos profundos, seja pela construção de drenos franceses, para o que, é necessário abrir o pavimento em toda a área atingida e mais o que for preciso para continuar os drenos até o acostamento. Estes drenos constam das seguintes etapas: abertura de valas transversais em forma de espinha de peixe, a partir do centro para os bordos da pista, seguida do enchimento das mesmas com um material de granulometria adequada de modo a assegurar a drenagem efetiva do subleito. O projeto dos drenos, bem como a granulometria dos

materiais de enchimento, devem obedecer às especificações e condições constantes do Manual de Pavimentação. Quando o defeito é proveniente da perda de suporte do subleito e/ou da sub-base, o remédio é ainda abrir o pavimento numa área que ultrapasse a periferia da área danificada em, pelo menos, dois metros, a fim de possibilitar um reparo eficiente. Os remédios de solos em áreas demasiadamente confinadas não só são difíceis de executar como também não produzem bons resultados. Quando o defeito é especificamente no subleito, o melhor processo de correção consiste em retirar todo o material instável até a profundidade necessária, com um mínimo de 10 centímetros, acertar e nivelar o subleito, compactá-lo até 100% (cem por cento) da massa específica aparente seca obtida pelos ensaios AASEO Normal (MB-33 da ABNT) e, finalmente, executar uma sub-base de macadame hidráulico com espessura suficiente para completar o recorte do subleito. Neste caso, tanto na compactação do subleito quanto na sub-base, o equipamento mais prático e que produz melhores resultados é o rolo vibratório liso e os equipamentos vibratórios manuais como os sapos mecânicos, as placas vibratórias e os rolos vibratórios leves.

As peças de pedra, salvo as perdas e/ou quebras, serão reaproveitadas integralmente, sendo o seu reassentamento executado pelo mesmo processo utilizado na construção. Deve ser prevista uma "quebra" de 10% para os paralelos e 20% para os poliedros, em números aproximados, nos trabalhos de reconstrução do revestimento.

Para os defeitos provenientes da perda de suporte da sub-base, a técnica de execução dos reparos é a mesma empregada para o caso do subleito, porém é recomendável fazer o conserto da sub-base com o material da mesma natureza do que foi empregado na sub-base original. Assim, uma sub-base estabilizada com solo granular será reparada com material granular de características semelhantes; uma sub-

base de macadame hidráulico será reparada com macadame e assim por diante. No caso da sub-base estabilizada, a compactação será feita até 100% (cem por cento) da massa específica aparente máxima obtida pelo ensaio AASHO Intermediário.

8.6 REPAROS NO COLCHÃO DE AREIA

Quando o subleito apresenta-se com boas condições de drenagem e de suporte e verifica-se que o defeito do pavimento provém apenas no colchão de areia, deve-se abrir o pavimento na área afetada a fim de executar o reparo do colchão. Basicamente, a técnica de reparo é a mesma empregada no reparo do subleito e da sub-base, com a retirada de todo o material defeituoso do colchão até a superfície do subleito e a posterior colocação de material de melhor qualidade do que o existente. O material empregado pode ser areia de rio ou de jazida (areia de campo), ou pó-de-pedra, e consistirá de partículas limpas, duras e duráveis. Será isenta de torrões de argila, de gravetos e de matérias orgânicas. A granulometria da areia empregada no colchão deverá satisfazer as especificações do Manual de Pavimentação, abaixo transcritas:

Peneiras	Diâmetro Normal	Porcentagem que passa
1/4"	6,35 mm	100%
nº 200	0,074 mm	5 a 15%

O colchão de areia deve ser construído com a espessura variando entre 10 e 15 centímetros.

Como foi mencionado no capítulo 7, referente à construção, o material que constitui o colchão de assentamento pode variar segundo as disponibilidades locais, mantidas é claro, as referências à presen-

ça de restos orgânicos e/ou torrões de argila orgânica.

8.7 SUBSTITUIÇÃO E ALINHAMENTO DE PARALELEPÍPEDOS

Um dos defeitos comuns nos pavimentos de paralelepípedos é o desgaste e a perda de alinhamento dos paralelos, devidos à ação do tráfego combinada com a má performance do material de enchimento das juntas. A correção destes defeitos envolve o processo construtivo, pois resume-se em desfazer os trechos deficientes e reconstruir o pavimento no alinhamento correto, substituindo os blocos por outros perfeitos. É recomendável rolar o pavimento após a correção dos defeitos, com um rolo tandem leve, de 3 a 5 toneladas. Esta rolagem tem a finalidade de garantir um melhor travamento dos paralelepípedos dentro da camada de colchão de areia e, simultaneamente, corrigir as irregularidades superficiais. A rolagem deve começar nos bordos e progredir para o centro da pista, cada passada atingindo a metade da outra faixa do rolamento, até a completa fixação do calçamento, isto é, até quando não se observar mais nenhuma movimentação da base com a passagem do rolo. Os novos paralelepípedos empregados nos trabalhos de reparos devem ser, tanto quanto possível, idênticos aos do pavimento original.

Ao desfazer um determinado trecho com a finalidade de substituir os paralelepípedos defeituosos ou de corrigir o seu alinhamento, pode ocorrer que muitos blocos estejam perfeitos e, portanto, sejam novamente empregados. Neste caso, os paralelepípedos devem ser previamente limpos do material das juntas e de quaisquer outras substâncias estranhas. Na reconstrução de áreas defeituosas, serão obedecidas as especificações e condições constantes do Manual de Pavimentação (Capítulo 7).

8.8 REJUNTAMENTO

Vários são os tipos de materiais empregados na tomada de juntas ou rejuntamento dos pavimentos de paralelepípedos, destacando-se a areia, o alcatrão, os asfaltos de baixa penetração, a argamassa de cimento e areia e as misturas de areia-betume. Nenhum destes materiais é perfeito como filler para o rejuntamento de paralelepípedos, o que acarreta mais cedo ou mais tarde, a perda do material nas juntas, obrigando a um trabalho de conservação permanente que consiste na vigilância e manutenção das condições originais das juntas. Este trabalho constitui a operação de conservação mais importante no caso destes pavimentos e de modo nenhum pode ser descuidado. O emprego da argamassa de cimento-areia não é recomendado porque o pavimento adquire condições semelhantes às dos pavimentos rígidos. A superfície de rolamento transforma-se em uma laje rígida e as falhas ocorrem pela ruptura desta laje sob o impacto das cargas pesadas.

O rejuntamento dos pavimentos de paralelepípedos tem quatro finalidades principais: (1) Tornar o pavimento impermeável, evitando as infiltrações de água no subleito; (2) Firmar o pavimento, pela imobilização dos paralelepípedos; (3) Melhorar a textura superficial do pavimento, transformando-o numa superfície lisa, uniforme e agradável ao tráfego; (4) Diminuir a sonoridade do pavimento. O rejuntamento dos paralelepípedos traz vantagens indiscutíveis para a performance e conservação dos pavimentos assim construídos, entre as quais podem ser resumidas as seguintes: (1) Melhora a vida útil dos pavimentos, prolongando sua duração em um período variável de 10 a 15 anos; (2) Reduz drasticamente os custos de conservação; (3) Exige um mínimo de equipamento para sua execução, constituindo, assim, um método dos mais econômicos e eficientes dentro todos empregados na conservação deste tipo de pavimento.

Existem dois processos clássicos para a tomada de juntas nos pavimentos de paralelepípedos. Qualquer dos dois métodos exige uma limpeza prévia muito rigorosa das juntas existentes, com a retirada de todo o material contido nas mesmas, o que é feito com a ponta de um cinzel. Quando se deseja uma limpeza mais cuidadosa é recomendável dar um jato de ar comprimido, seguido de um banho de solvente - normalmente o querosene - quando se trata de rejuntamento betuminoso. Os dois processos clássicos acima citados são os seguintes: (1) processo do banho; (2) processo da argamassa.

- O processo do banho consiste em duas operações básicas: enchimento das juntas com areia até o nível do pavimento, seguida do banho com um asfalto diluído de cura rápida - geralmente RC-2 ou RC-3 - devidamente aquecido de modo a assegurar a maior penetração possível. A quantidade de material betuminoso a empregar varia de dois a três litros por metro quadrado de superfície.

- O processo de argamassa é mais eficiente do que o do banho. Há casos em que a pedra dos paralelepípedos é ácida e a adesividade não melhora mesmo com a adição de cal, o que por si só já representa um inconveniente de ordem prática e econômica. O emprego da argamassa, entre outras, tem a vantagem de eliminar este empecilho. Consiste de quatro operações fundamentais: em primeiro lugar aquece-se previamente a areia até a temperatura de 150 a 200 graus centígrados; a seguir aquece-se o cimento asfáltico (CAP-85/100 ou 100/200) até a temperatura de 135 a 175 graus; a terceira operação consiste na mistura íntima do agregado com o ligante, na proporção de quatro para um (quatro de areia para um do ligante). Finalmente a última operação consiste no enchimento das juntas. Para isso, coloca-se a massa sobre o pavimento, em forma de leiras ou cordões, e faz-se a distribuição por meio de rastilhos até obter o enchimento total das jun-

tas, rasando-se a junta ao nível do pavimento e retirando o excesso com o auxílio de uma régua metálica biselada, levemente aquecida.

No rejuntamento de um pavimento velho deve-se empregar o mesmo material do rejuntamento anterior, a menos que este esteja completamente deteriorado quando então, é necessário substituí-lo inteiramente por outro de melhores características. Quando se emprega o rejuntamento betuminoso, constitui uma boa prática a aplicação de um "agente separador" aos paralelepípedos antes de executar as juntas. Este agente separador tem a finalidade de remover o excesso de material betuminoso, que sempre se deposita nos bordos das juntas, impedindo a eliminação das propriedades antiderrapantes do pavimento. O agente separador pode ser uma solução de cloreto de cálcio ou aguada de cal a 10%, em volume. As juntas também são executadas manualmente, com o auxílio de regadores manuais, quando se utiliza o processo do banho betuminoso. Deve-se ter cuidados especiais a fim de evitar que o material das juntas seja danificado ou parcialmente removido, quando se remove o excesso de material betuminoso que fica sobre o pavimento. Do mesmo modo, deve-se ter o cuidado de executar o enchimento das juntas de maneira perfeita, com o material de enchimento rasando exatamente os bordos das pedras.

8,9 RECAPEAMENTO DE PAVIMENTOS DE PARALELEPÍPEDOS E DE ALVENARIA POLIÉDRICA

Quando a área de reposição de um pavimento deste tipo é superior a 50% (cinquenta por cento) da área total do pavimento, torna-se antieconômica e difícil a substituição das pedras e o reparo das áreas lanificadas. Neste caso a solução é fazer um recapeamento total

do pavimento velho que passa a funcionar como uma base semi-rígida de boa capacidade de suporte. Antes de executar o recapeamento de um pavimento de paralelepípedos é necessário proceder a um exame cuidadoso das condições atuais do pavimento velho, verificando todos os pontos onde aparecem defeitos provenientes do subleito ou da sub-base. Estes defeitos devem ser rigorosamente reparados; caso contrário, transmitir-se-ão ao recapeamento. Após esta operação prévia de reparos dos maiores defeitos, procede-se à etapa seguinte que é a regularização da superfície de rolamento que consiste no enchimento das depressões do pavimento com um blinder ou massa grossa para regularização. A seguir executa-se um "talk coat" ou pintura de ligação com RC-1, cimento asfáltico, alcatrão ou emulsão de cura rápida. A pintura de ligação é muito semelhante à imprimação em métodos de construção e finalidade. No caso particular do recapeamento dos pavimentos de paralelepípedos e de alvenaria poliédrica, a pintura de ligação tem a finalidade de formar um filme de material betuminoso e, assim, assegurar a perfeita ligação entre o velho e o novo pavimento. É preciso ter muito cuidado na execução da pintura de ligação sobretudo quanto à quantidade do material betuminoso, uma vez que a falta do mesmo não proporciona as propriedades de aderência procuradas e, por outro lado, o excesso de ligante produz efeito contraproducente, atuando como lubrificante entre os dois revestimentos e provocando escorregamentos de capa sobre o pavimento de paralelepípedos. Não sendo possível a utilização do RC-1 na pintura de ligação, pode ser utilizado também um dos seguintes materiais: (1) RC-2, RC-3 ou RC-4; (2) Cimento asfáltico de penetração 150/200; (3) Asfalto emulsionado; (4) Alcatrões: RT-4, RT-5, RT-6, RT-7, RT-8, RT-9 e RT-12. A quantidade de material betuminoso para a pintura de ligação varia de 0,5 a 1,0 litro por metro quadrado.

O método construtivo da pintura de ligação consiste na varredura enérgica da superfície de rolamento existente, seguida de um banho

de material betuminoso na taxa especificada. A seguir deixa-se o material betuminoso em cura até que adquira propriedades ligantes, o que se dá à medida que o mesmo vai esfriando. Somente a prática dirá quando o material betuminoso de uma pintura está "ao ponto" para receber o novo capeamento. Deve-se ter o cuidado de executar a pintura de ligação ligeiramente defasada do recapeamento, somente o tempo necessário para garantir a cura do betume. Esta precaução justifica-se com a finalidade de impedir que o betume venha a perder as propriedades ligantes por excesso de cura, bem como, a formação de uma película de pó sobre o filme betuminoso, ambos os casos deitando a perder as propriedades da pintura e sua função na ligação entre o velho pavimento e o novo.

O recapeamento dos pavimentos de paralelepípedos pode ser feito com um "sheet asphalt" ou com um concreto asfáltico de graduação densa; em ambos os casos com espessura mínima de uma polegada. Imediatamente após a cura da pintura de ligação, procede-se ao recapeamento cuja construção deve obedecer as mesmas especificações e métodos do Manual de Pavimentação. Quando o volume de tráfego o exigir, pode-se fazer o recapeamento também com um pavimento de concreto de cimento sem nenhum inconveniente para a ligação entre os dois pavimentos. Não é recomendável o emprego dos tratamentos superficiais simples ou múltiplos no recapeamento dos pavimentos de paralelepípedos, devido à tendência ao desgarramento que os tratamentos apresentam sobre estas superfícies, fato este que conduz a uma conservação muito cara e trabalhosa.

O recapeamento de pavimentos em pedra tem apresentado excelentes resultados, eis que, sendo uma operação que é executada depois de muito tempo de uso do revestimento em pedra, a estrutura do pavimento pode ser considerada estabilizada pelo tráfego sofrido, anterior do recapeamento.

A ocasião adequada ao recapeamento pode ser determinada pelo acréscimo substancial do volume de tráfego, além das fases de recuperação por ocasião de reparos generalizados ou colocação de canalizações no subsolo - serviços que são freqüentes em ruas de cidades.

9.0 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

As presentes especificações são aqui transcritas conforme a redação aprovada pelo Conselho Administrativo do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER, em 15 de janeiro de 1971.

9.1 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
DNER-ES-P 06-71

1 GENERALIDADES

Esta Especificação se aplica à regularização do subleito de rodovias a pavimentar, com a terraplenagem já concluída.

Regularização é a operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20cm de espessura. O que exceder de 20cm será considerado como terraplenagem. Será executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto.

A regularização é uma operação que será executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

2 MATERIAIS

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto; ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76mm; um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia do método DNER-ME 47-64, igual ou superior ao do material considerado, no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa; e expansão inferior a 2%.

3 EQUIPAMENTO

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização:

- a) motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) carro-tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- d) grade de discos;
- e) pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

4 EXECUÇÃO

Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da rodovia, serão removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os aterros, além dos 20cm máximos previstos, serão executados de acordo com as especificações de terraplenagem.

No caso de cortes em rocha, deverá ser previsto o rebaiçamento em profundidade adequada, com substituição por material granular apropriado. Neste caso, proceder-se-á à regularização pela maneira já descrita.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME 47-64,

e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado $\pm 2\%$.

5 CONTROLE

5.1 Controle Tecnológico

5.1.1 Ensaio

Serão procedidos:

a) determinações de massa específica aparente "in situ", com espaçamento máximo de 100m de pista, nos pontos onde foram coletadas as amostras para os ensaios de compactação;

b) uma determinação do teor de umidade, cada 100m, imediatamente antes da compactação;

c) ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente, métodos DNER-ME 44-64, ME-82-63 e ME-80-64), com espaçamento máximo de 250 m de pista e, no mínimo, dois grupos de ensaios por dia;

d) um ensaio do índice de suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 47-64, com espaçamento máximo de 500m de pista e, no mínimo, um ensaio cada dois dias;

e) um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 47-64, para determinação da massa específica aparente, seca, máxima, com espaçamento máximo de 100m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre à ordem: bordo direito; eixo; bordo esquerdo, eixo; bordo direito etc. a 60cm do bordo.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material.

5.1.2 Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$\chi_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29}{\sqrt{N}} + 0,68 \sigma$$

$$\chi_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29}{\sqrt{N}} + 0,68 \sigma$$

Para o caso do índice de suporte Califórnia, o valor μ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{X} - \frac{1,29}{\sqrt{N}} \sigma$$

sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X)^2}{N - 1}}$$

$N \geq 9$ (nº de determinações)

5.2 Controle Geométrico

Após a execução da regularização, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) ± 3 cm, em relação às cotas do projeto;
- b) ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- c) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

6 MEDIÇÃO

A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por metro quadrado de plataforma concluída, com os dados fornecidos pelo projeto.

7 PAGAMENTO

O pagamento será feito com base no preço unitário apresentado para este serviço, incluindo todas as operações necessárias à sua completa execução.

Todo e qualquer serviço que exceder de 20cm, em corte ou aterro, será pago como serviço de terraplenagem.

9.2 REFORÇO DO SUBLEITO

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DNER-ES-P 07-71

1 GENERALIDADES

Reforço do subleito é a camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente, de acordo com o dimensionamento do pavimento, fazendo parte integrante deste e que, por circunstâncias técnico-econômicas, será executada sobre o subleito regularizado.

2 MATERIAIS

O material a ser empregado deverá ser proveniente de ocorrências de materiais indicados no projeto, possuindo características superiores às dos materiais do subleito; será selecionado, na fase do projeto, dentre os melhores disponíveis.

O índice de suporte Califórnia mínimo determinado segundo o método DNER-ME 49-64 e com a energia do método DNER-ME 48-64, deverá ser superior ao valor do índice de suporte Califórnia do subleito. A expansão máxima deverá ser 1%.

3 EQUIPAMENTO

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução do reforço:

- a) motoniveladora pesada com escarificador;
- b) carro-tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- d) grade de discos;
- e) pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

4 EXECUÇÃO

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento do material importado, na pista já regularizada, obedecendo a espessura indicada no dimensionamento do pavimento, em camadas individuais de, no mínimo, 10 cm e, no máximo, 20 cm de espessura, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME-48-64, e o teor da umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado $\pm 2\%$.

5 CONTROLE

5.1 Controle Tecnológico

5.1.1 Ensaios

Serão procedidos:

- a) determinações de massa específica aparente, "in situ", com espalhamento máximo de 100 m de pista, nos pontos onde foram coletadas

as amostras para os ensaios de compactação;

b) uma determinação do teor de umidade, cada 100 m, imediatamente antes da compactação;

c) ensaios de caracterização (limite de líquidos, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente pelos métodos DNER-ME 44-64, ME 82-63 e ME 80-64), com espaçamento máximo de 250 m de pista e, no mínimo, dois grupos de ensaios por dia;

d) um ensaio de índice de suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64, com espaçamento máximo de 500 m de pista e, no mínimo, um ensaio cada dois dias;

e) um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 48-64, para determinação da massa específica aparente, seca, máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc, a 60 cm do bordo.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido desde que se verifique a homogeneidade do material.

5.1.2 Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29}{\sqrt{N}} + 0,68 \sigma$$

$$X_{\min} = \bar{X} + \frac{1,29}{\sqrt{N}} - 0,68 \sigma$$

Para o caso do índice de suporte Califórnia, o valor μ , calculado de acordo com a fórmula seguinte, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{X} - \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

sendo:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X)^2}{N - 1}}$$

$N \geq 9$ (nº de determinações feitas)

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

Para os ensaios do índice de suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 metros e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

5.2 Controle Geométrico

Após a execução do reforço do subleito, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c) a espessura média da camada de reforço, determinada pela fórmula:

$$\mu = \bar{X} - \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (\bar{X} - X)^2}{N - 1}}$$

$N \geq 9$ (nº de determinações feitas), não deve ser menor do que a espessura do projeto menos 2 cm.

Na determinação de \bar{X} serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X , obtidas por nivelamento do eixo e bordos, de 20 em 20 m, antes e depois das operações de espalhamento e compactação.

Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ± 3 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de reforço com espessura média inferior a de projeto, a diferença será acrescida à camada imediatamente superior.

No caso de aceitação de camada de reforço dentro das tolerâncias, com espessura média superior a de projeto, a diferença não será deduzida da espessura de projeto da camada imediatamente superior.

6 MEDIÇÃO

O reforço do subleito será medido por metro cúbico de material compactado, na pista, e segundo a seção transversal do projeto.

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, se-

rã considerada a espessura média \bar{X} calculada como indicada no item 5.

Quando \bar{X} for inferior à espessura de projeto, será considerado o valor de \bar{X} , e quando \bar{X} for superior à espessura de projeto será considerada a espessura de projeto.

7 PAGAMENTO

O pagamento será feito com base no preço unitário apresentado para este serviço, incluindo as operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura, püiverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

9.3 SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
DNER-ES-P 08-71

1 GENERALIDADES

Esta Especificação se aplica à execução de sub-bases granulares constituídas de camadas de solos, misturas de solos, materiais britados, ou produtos totais de britagem.

2 MATERIAIS

Os materiais a serem empregados em sub-bases devem apresentar um índice de suporte Califórnia igual ou superior a 20% e expansão máxima de 1%, determinados segundo o método DNER-ME 49-64 e com a energia de compactação correspondente ao método DNER-ME 48-64.

O índice de grupo deverá ser igual a zero.

O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achata-

dos, isentas de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.

3 EQUIPAMENTO

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução de sub-base:

- a) motoniveladora pesada, com esscarificador;
- b) carro tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso, liso-vibratório e pneumático;
- d) grade de discos;
- e) pulvi-misturador;
- f) central de mistura.

Além desses, poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização.

4 EXECUÇÃO

Compreende as operações de espalhamento, mistura e pulverização umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista, devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Os materiais da sub-base serão explorados, preparados e espalhados de acordo com o constante nas Especificações Complementares.

Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 20 cm. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será de 10 cm, após a compac-

tação.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNER-MF 48-64, e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado \pm 2%.

5 *CONTROLE*

6 *MEDIÇÃO*

7 *PAGAMENTO*

Ver os itens respectivos na especificação anterior, DNER-ES-P 07-71/Reforço do Subleito.

10.0 ASPECTOS LEGAIS

10.1 INTRODUÇÃO

Os bens minerais de uso imediato na produção de materiais de construção civil em geral, compreendem as jazidas enquadradas na Classe II do Código de Mineração (Art.5º do Decreto Lei 277 de 28.02.67), ou seja: "ardósias, areias, cascalhos, gnaisses, granitos, quartzitos, os saibros, utilizados "in natura", para o preparo de agregados, pedra de talhe ou argamassa, que não se destinem, como matéria prima, à indústria de transformação" (Artigo 8º Decreto Lei número 62.934, de 02.07.68).

Também as argilas empregadas no fabrico de cerâmica vermelha estão incluídas na Classe II (Art.1º da Lei 6567, de 24.09.78), caracterizadas como argilas plásticas, que isoladamente se prestam para o fabrico de tijolos, telhas, manilhas rústicas e outros produtos rústicos.

Igualmente os calcários dolomíticos destinados ao uso como corretivo de solo, na agricultura (Art.1º da Lei 6567, de 24.09.78), estão incluídos na Classe II, cujo aproveitamento (lavra) é feito pelo REGIME DE LICENCIAMENTO.

De modo geral o Regime de Licenciamento está facultado, exclusivamente, ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização para aproveitar o bem mineral (Art.2º da Lei 6567, de 24.09.78).

OBSERVAÇÃO: Tendo em vista que, para efetuar o competente registro do alvará de licenciamento junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), o interessado deve ser inscrito como contribuinte do Imposto Único sobre Minerais (IUM), torna-se necessário que

todo o processamento para a obtenção do alvará de licenciamento seja feito em nome de pessoa jurídica.

10.2 ROTEIRO PARA OBTENÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA APROVEITAMENTO DE SUBSTÂNCIAS MINERAIS PELO REGIME DE LICENCIAMENTO

Deverão ser cumpridas as seguintes fases:

PRIMEIRA FASE: Junto ao proprietário do solo, no caso de o interessado não ser o mesmo (letra *e* do item I da portaria nº 149, de 02.08.79, do DNPM).

Nota: Deverá ser considerada a OBSERVAÇÃO feita na página anterior. Devem ser levadas com consideração algumas exceções; ou seja, quando a área situar-se em terrenos da Marinha ou em terras presumivelmente habitadas por silvícolas (Índios), esta primeira fase deverá ser cumprida, respectivamente, junto ao Ministério da Marinha ou junto à Fundação Nacional do Índio (letra *f* do item I da portaria nº 149, de 02.08.79, do Departamento Nacional da Produção Mineral, publicada no Diário Oficial da União em 03.08.79). No caso de a jazida estar situada em imóvel pertencente a pessoa jurídica de direito público, esta primeira fase deverá ser cumprida junto à mesma ou junto à autoridade federal sob cuja jurisdição se acha o imóvel.

SEGUNDA FASE: Junto à autoridade administrativa do Município de situação da Jazida, ou seja, as prefeituras municipais (letra *d* do item I da portaria nº 149, de 02.08.79, do DNPM).

TERCEIRA FASE: Junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (Art.3º da Lei 6567, de 24.09.78).

AUTORIZAÇÃO DO PROPRIETÁRIO DO SOLO

O interessado, não sendo o proprietário do solo, deverá procurar o mesmo e solicitar a autorização para o aproveitamento do bem mineral.

Na autorização fornecida pelo(s) proprietário(s) do solo deverão constar dados relativos à sua(s) propriedade(s), bem como o prazo de validade da autorização para o aproveitamento mineral pelo Regime de Licenciamento.

AUTORIZAÇÃO DO MINISTÉRIO DA MARINHA

Deverá ser encaminhado um ofício ao Ministério da Marinha, solicitando consentimento para o aproveitamento de bens minerais, referidos no artigo 1º da lei 6567, de 24.09.78, em áreas situadas em terrenos da Marinha, terrenos reservados nas margens das correntes públicas de uso comum, bem como em canais, lagos e lagoas da mesma espécie, e leitos dos cursos d'água navegáveis ou flutuáveis (letra *g* do item I da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM), sendo que tal requerimento deverá ser acompanhado de uma cópia da Planta de Detalhe e uma da Planta de Localização (Situação) da área.

Anexo a este trabalho, modelo do ofício a ser encaminhado ao Diretor de Portos e Costas.

AUTORIZAÇÃO DA FUNAI

Deverá ser encaminhado um ofício ao Presidente da Fundação Nacional do Índio - FUNAI -, Ministério do Interior, solicitando consenti-

mento para o aproveitamento de bens minerais, referidos no artigo 1º da lei 6567, de 24.09.78, em áreas presumivelmente habitadas por índios (letra g do item I da portaria nº 148, de 27.10.80), sendo que tal requerimento deverá ser acompanhado de uma cópia da Planta de Detalhe e uma da Planta de Localização (Situação) da área.

Anexo a este trabalho, modelo do ofício a ser encaminhado ao Presidente da FUNAI.

ALVARÁ DE LICENCIAMENTO JUNTO À PREFEITURA

O interessado deverá dirigir-se à Prefeitura do Município de situação da jazida (art.3º da lei 6567, de 24.09.78). No caso de a jazida situar-se na divisa de dois ou mais municípios, será necessário solicitar licença às prefeituras dos municípios envolvidos. Caso a área se situe em terrenos da Marinha, terrenos reservados nas margens das correntes públicas de uso comum, bem como em canais, lagos e lagoas da mesma espécie, e leitos dos cursos d'água navegáveis ou flutuáveis, ou se a área estiver compreendida em terras presumivelmente habitadas por silvícolas, o Alvará de Licenciamento somente será registrado no DNPM se, antes de sua expedição pela autoridade administrativa do local de situação da área, o Ministério da Marinha ou a Fundação Nacional do Índio, respectivamente, se houverem pronunciado favoravelmente.

ÁREA MÁXIMA PERMITIDA

A área máxima permitida ao aproveitamento mineral pelo Regime de Licenciamento é de 50 hectares (parágrafo único do artigo 5º da lei 6567, de 24.09.78).

NÚMERO DE ALVARÁS DE LICENCIAMENTO

Não há limite para o número de Alvarás de Licenciamento a serem solicitados pelo interessado, mas deverá ser emitido um Alvará para cada área (máxima) de 50 hectares, (parágrafo único do artigo 50 da lei 6567, de 24.09.78).

TERMOS DO ALVARÁ DE LICENCIAMENTO

No alvará a ser emitido pela Prefeitura, deverão constar (letra *d* do item I da portaria nº 148 de 27.10.80, do DNPM):

- nome do Licenciado;
- nome do(s) proprietário(s) do solo;
- denominação do imóvel, Distrito, Município e Estado em que se situa a jazida;
- substância(s) mineral(is) licenciada(s);
- extensão superficial da área licenciada (em hectares);
- prazo de validade do alvará;
- data da expedição;
- número do alvará;
- nome da autoridade administrativa local que expediu o alvará.

Ao final deste capítulo, modelo do alvará a ser expedido pela Prefeitura.

DIFERENÇA ENTRE ALVARÁ DE LICENCIAMENTO E ALVARÁ DE LOCALIZAÇÃO

O Alvará de Licenciamento para o aproveitamento mineral pelo Regime de Licenciamento é exigido pelo DNPM para efetivação do registro (letra *d* do item I da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM), e de-

verá ser emitido segundo o modelo anexo. Já o Alvará de Localização é uma exigência da Prefeitura e o mesmo não é exigido para a efetivação do registro junto ao DNPM).

PRAZO DE VALIDADE DO ALVARÁ DE LICENCIAMENTO

Para efeito legal junto ao DNPM, prevalecerá o prazo que vencer primeiro, isto é, o fixado pela Prefeitura, ou o fixado pela Autoridade Federal ou o estipulado pelo proprietário (item II da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM).

PROCEDIMENTOS APÓS A OBTENÇÃO DO ALVARÁ DE LICENCIAMENTO JUNTO À PREFEITURA

Logo após ter obtido o Alvará, o interessado deverá procurar o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)* e providenciar a efetivação do competente registro (art.3º da Lei 6567, de 24.09.78).

OBTENÇÃO DO REGISTRO DO ALVARÁ DE LICENCIAMENTO JUNTO AO DNPM

O requerimento de registro do Alvará de Licenciamento será feito, obrigatoriamente, através dos formulários de números 01 a 04, fornecidos aos interessados pelo DNPM (item IV da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM).

* Endereços: 2º Distrito
Rua Loefgren, nº 2225 - Vila Clementino
04040 São Paulo - SP
Telefone: (011) 549-5533

Residência:
Rua José de Alencar, nº 1586
80000 Curitiba - Pr
Telefone: (041) 264-6433

Deverão ser preenchidos os formulários padronizados, anexando-se em duas vias, os seguintes documentos de instrução, conforme o item I, da portaria nº 148, de 27.10.80.

- 1) Indicação da nacionalidade brasileira e endereço do interessado, pessoa natural, ou, tratando-se de pessoa jurídica, indicação do nome ou razão social, sede, endereço e o número de registro da sociedade no Órgão de Registro de sua sede;
- 2) Indicação do número de inscrição do requerente no órgão próprio do Ministério da Fazenda, como contribuinte do Imposto Único sobre Minerais;
- 3) Indicação do uso da substância licenciada, da área em hectares e da denominação do imóvel, Distrito, Município, Comarca e Estado em que se situa;
- 4) Licença específica, expedida por autoridade administrativa do Município de situação da jazida, da qual conste:
 - nome do licenciado;
 - nome do proprietário do solo;
 - denominação do imóvel, Distrito, Município e Estado em que se situa a jazida;
 - substância mineral licenciada;
 - área licenciada, em hectares;
 - prazo, data de expedição e número da licença.
- 5) Declaração de ser o requerente proprietário do solo ou instrumento do proprietário do solo para a exploração da substância mineral indicada na licença.
- 6) Prova do recolhimento de emolumentos em quantia correspondente a 12 (doze) vezes o valor atualizado da Obrigação Reajustável do

Tesouro Nacional (ORTN), à conta do Fundo Nacional de Mineração - Parte Disponível, no Banco do Brasil S/A.

- 7) Assentimento de órgão ou entidade federal competente, na seguinte ordem de correspondência:
 - MINISTÉRIO DA MARINHA - Se a área estiver situada em terrenos de Marinha, terrenos reservados nas margens das correntes públicas de uso comum, bem como dos canais, lagos e lagoas da mesma espécie, e leitos dos cursos d'água navegáveis e flutuáveis.
 - FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO - Se a área estiver compreendida em terras presumivelmente habitadas por silvícolas, na conformidade dos artigos 1º e 2º do Decreto nº 66.202, de 22 de setembro de 1969, quando for o caso.

- 8) Planta de detalhe, figurando os principais elementos de reconhecimento, tais como, estradas de ferro, rodovias, propriedades atingidas e confrontantes, bem como a escala poligonal envolvente da área, devidamente cotada em escala adequada, formada por segmentos de retas com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros, salvo quando a área pretendida situar-se em leitos de rios, onde os lados podem ter rumos diversos, com 1 (um) dos vértices da poligonal amarrada a ponto fixo e inconfundível do terreno.

- 9) Planta de localização da área.

- 10) Memorial descritivo, assinado por profissional legalmente habilitado, delimitado, por comprimentos e ruros verdadeiros, a área figurada na planta de que trata a cláusula 8 deste item:

- 11) Instrumento de mandado de procuração, devidamente formalizado,

se o requerimento não for assinado pelo próprio requerente.

- 12) Indicação do número de inscrição no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), do profissional responsável pelo memorial descritivo, e prova do visto no Conselho Regional na área de situação da jazida.

INSCRIÇÃO COMO CONTRIBUINTE DO IUM

O interessado deverá procurar um posto da Receita Federal, do Ministério da Fazenda e dar andamento na documentação necessária para obtenção da inscrição como contribuinte do Imposto Único sobre Minerais - IUM (letra **b** do item I da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM).

CASOS SUJEITOS AO CANCELAMENTO DO ALVARÁ DE LICENCIAMENTO

- Aproveitamento de substâncias minerais não abrangidas pelo Licenciamento, após advertência (item III do artigo 10º da Lei 6567, de 24.09.78).
- Suspensão, sem motivo justificado, dos trabalhos de extração, por prazo superior a seis meses (item II do artigo 10º da Lei 6567, de 24.09.78).
- Insuficiente produção da jazida, considerada em relação às necessidades do mercado consumidor (item I do artigo 10º da Lei 6567, de 24.09.78).
- O não cumprimento das exigências feitas pelo DNPM, quando ocorrer

qualquer substância mineral útil não enquadrada no regime de Licenciamento (parágrafos 1º e 3º do artigo 7º da lei 6567, de 24.09.79).

PROCEDIMENTOS DA PREFEITURA

A autoridade administrativa local, antes de fornecer o Alvará de Licenciamento ao interessado, deverá verificar os seguintes itens:

1) Se a substância mineral solicitada se enquadra no Regime de Licenciamento (art.1º da lei 6567, de 24.09.78), conforme caracterização constante na página 68.

2) Se o solicitante é proprietário do solo, ou dele tem expressa autorização para aproveitar o bem mineral. Isto somente será válido no caso em que a jazida não se encontre enquadrada dentro das exceções mencionadas nas páginas 14 e 15 (art. 2º da lei 6567, de 24.09.78).

3) Se a área solicitada não é maior que 50 hectares (parágrafo único do art.5º da lei 6567, de 24.09.78).

4) Se a área se encontra realmente sob sua jurisdição (art. 3º da lei 6567, de 24.09.78).

5) No caso de a área situar-se em terrenos da Marinha, terrenos reservados nas margens das correntes públicas de uso comum, bem como canais, lagos e lagoas da mesma espécie, e leitos dos cursos d'água navegáveis ou flutuáveis, se o interessado já possui o parecer favorável do Ministério da Marinha (letra *g* do item I da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM).

6) Caso a área esteja compreendida em terras presumivelmente habitadas por silvícolas, se o interessado possui autorização da Fundação Nacional do Índio para proceder ao aproveitamento da substância mineral (letra **g** do item I da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM).

Sendo satisfeitos todos os itens, a autoridade administrativa local poderá emitir o (s) alvará(s) solicitado(s) pelo interessado.

O alvará deverá conter os termos mencionados na pag. 74 (número 4 do item I da portaria nº 148, de 27.10.80, do DNPM).

OBRIGACÃO DA PREFEITURA

Cabe à autoridade municipal exercer vigilância para assegurar que o aproveitamento da substância mineral só se efetive depois da respectiva publicação, no Diário Oficial da União, do Registro do Alvará de Licenciamento (parágrafo único do art.6 da lei 6567, de 24.09.78).

A seguir se apresenta cópia dos modelos de documentos que devem instruir os processos de obtenção de aproveitamento pelo Regime de Licenciamento.

A Planta de Detalhe deverá ser em duas vias, assinada por profissional legalmente habilitado, figurando os principais elementos de reconhecimento, tais como: ferrovias, rodovias, pontes, rios, córregos, lagos, vilas, cercas, divisas de propriedades atingidas e confrontantes, bem como a definição gráfica da área, em escala adequada, em figura geométrica, obrigatoriamente formada por segmentos de reta com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros, ressalvadas as áreas em leitos de rios em que é preferível (Ministério

da Marinha) a delimitação da área através de lados definidos por comprimentos e rumos verdadeiros, acompanhando as margens do rio, com um dos vértices da poligonal amarrados a um ponto fixo e inconfundível do terreno.

A Planta de Localização (Situação) da Área deverá ser em duas vias, assinada por profissional legalmente habilitado utilizando, preferencialmente, mapas bases do DNPM ou Diretoria do Serviço Geográfico (DSG-MEx), ou ainda, do IBGE.

10.3 ANEXOS

Em seqüência se apresentam modelos dos mapas de situação e de detalhe, além dos modelos dos ofícios a serem dirigidos aos Ministérios da Marinha e do Interior, como também do modelo do Alvará de Licenciamento com os onze (11) elementos de informação a serem fornecidos pelas Prefeituras Municipais.

ESTADO DO PARANÁ

PREFEITURA MUNICIPAL DE
ALVARÁ DE LICENCIAMENTO Nº

O Prefeito Municipal de, no uso de sua competência de que trata o artigo 3º da Lei 6.567, de 24.09.78, obedecidas as disposições constantes na Portaria nº 149, de 02.08.79, do Diretor Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral e arrendendo ao que lhe foi requerido conforme Protocolo nº de .../.../....., resolve licenciar a firma, C.C.C./MF sob nº, com sede à rua nº, município de Estado, para extrair a (s) substância (s) mineral (is), pelo prazo de anos, a partir de, numa área de..... hectares, localizada no lugar denominado Distrito de, neste Município em terrenos de propriedade de

....., de de 19....

PREFEITO MUNICIPAL

Exmo. Sr. Ministro da Marinha

_____, com sede à _____
_____, _____, _____, vem muito respeitosamente
solicitar a V.Exª que se digne conceder-lhe o parecer favorável des-
se Ministério, no que diz respeito à segurança da navegação, conve-
niência dos serviços navais e aos interesses da defesa nacional,
quanto à extração de _____ no trecho _____
numa extensão de _____ metros, contados _____
_____, no Município de _____,
no Estado do _____, em cumprimento ao determinado no ar-
tigo 3º parágrafo único da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978,
conforme documentos anexos

Nestes termos, pede deferimento.

_____, em _____ de _____ de 1978

Anexos:

_____, ____ de ____ de 19

Ao Sr.

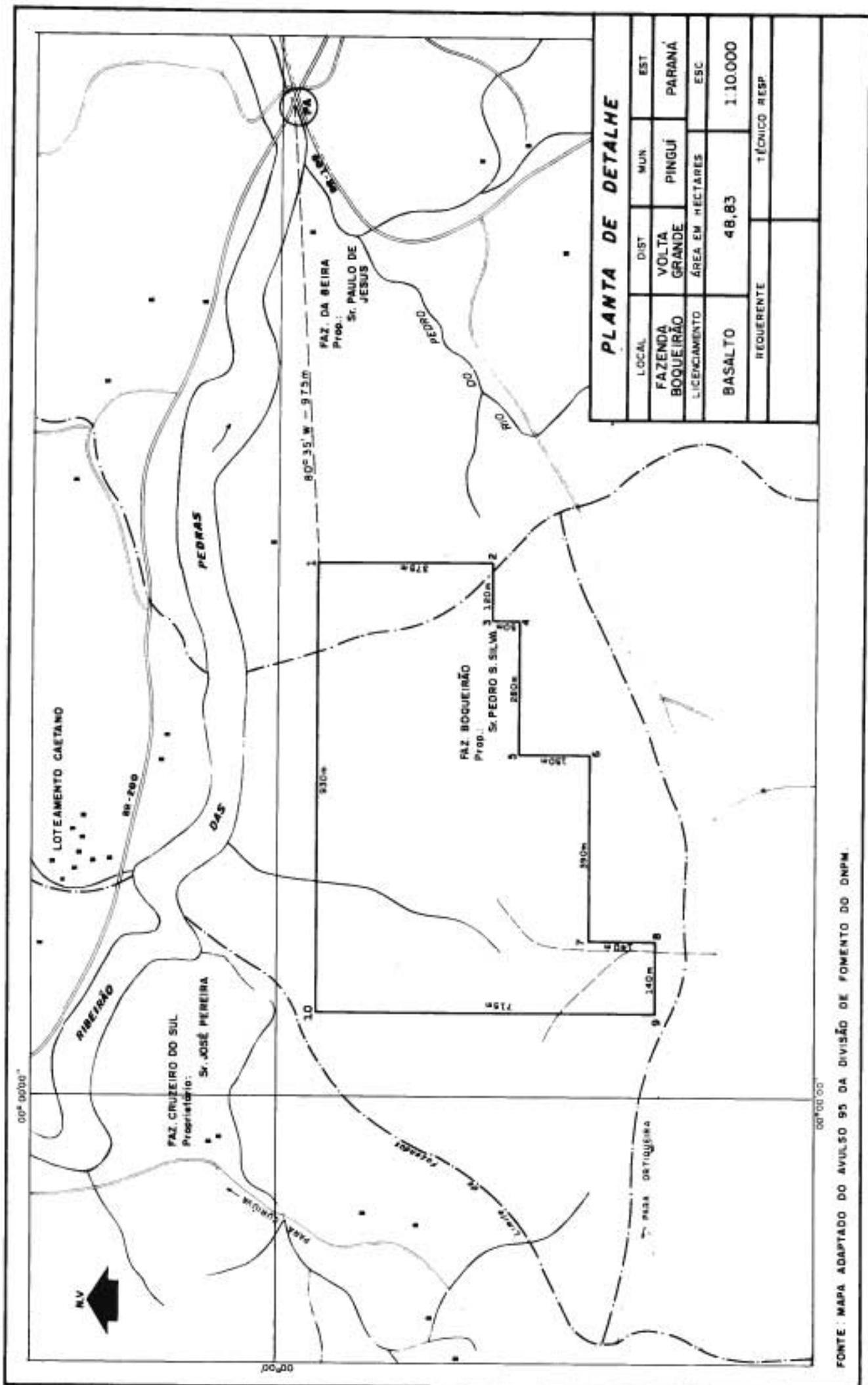
Presidente da Fundação Nacional do Índio - FUNAI
Ministério do Interior
Setor de Autarquias Sul
Quadra 1 Bloco A
60.000 - BRASÍLIA - DF

com sede (escritório) à Rua _____ (nome)
nº _____ município de _____
Estado de _____ vem solicitar o consentimento de V.Sª.,
em obediência à letra f do item r da Portaria nº 149, de 02.08.79
do Diretor Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral, pa-
ra o aproveitamento econômico da substância mineral _____
_____ numa área de _____ hecta-
res, localizada no lugar denominado _____,
Distrito de _____, município de _____,
no Estado _____, área esta, compreendida em
terras presumivelmente habitadas por silvícolas.

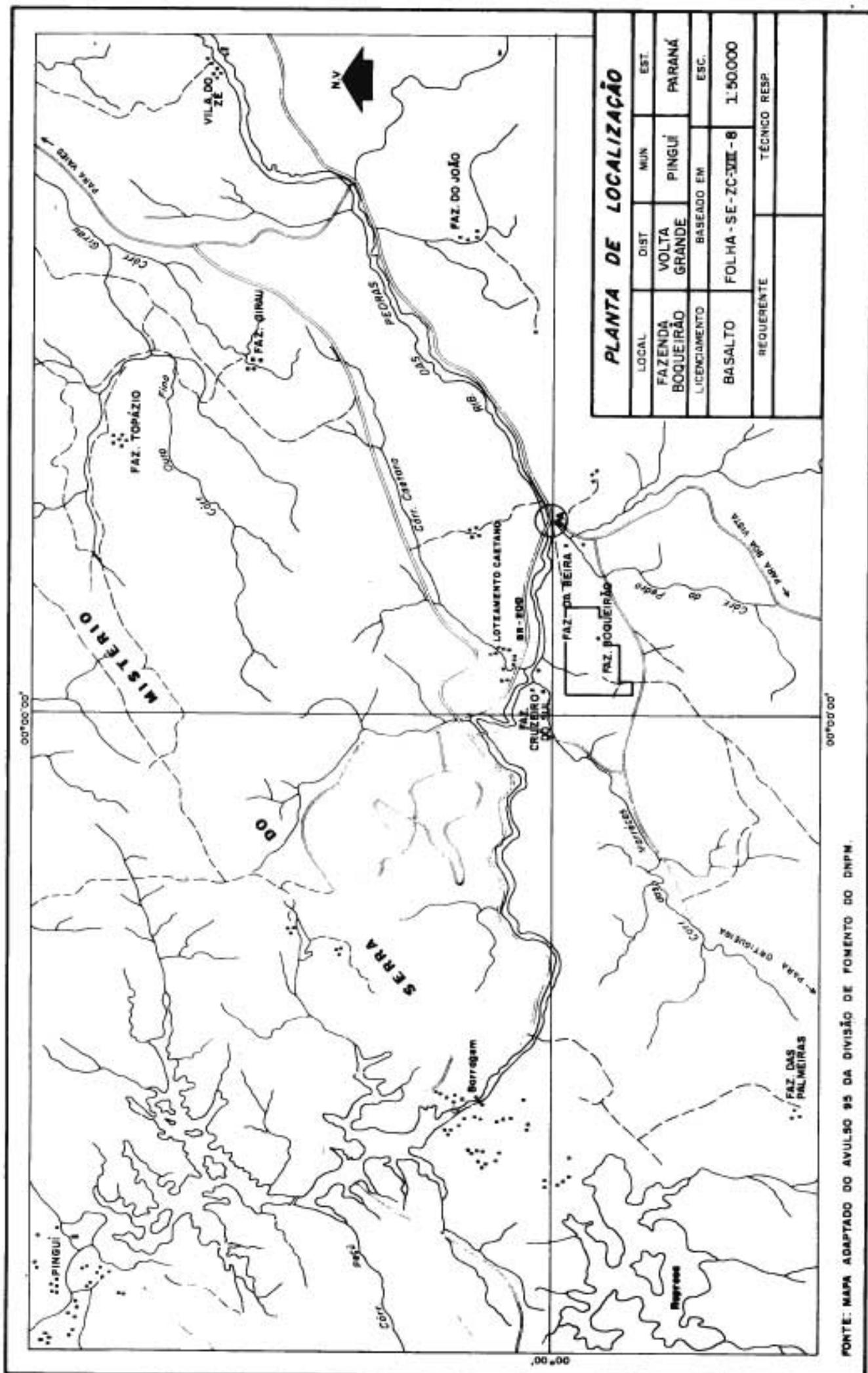
Para tanto, anexamos ao mesmo, uma cópia da planta de localização
(situação) e uma da planta de detalhe.

Desde já enviamos nossos protestos de estima e consideração.

(assinatura)



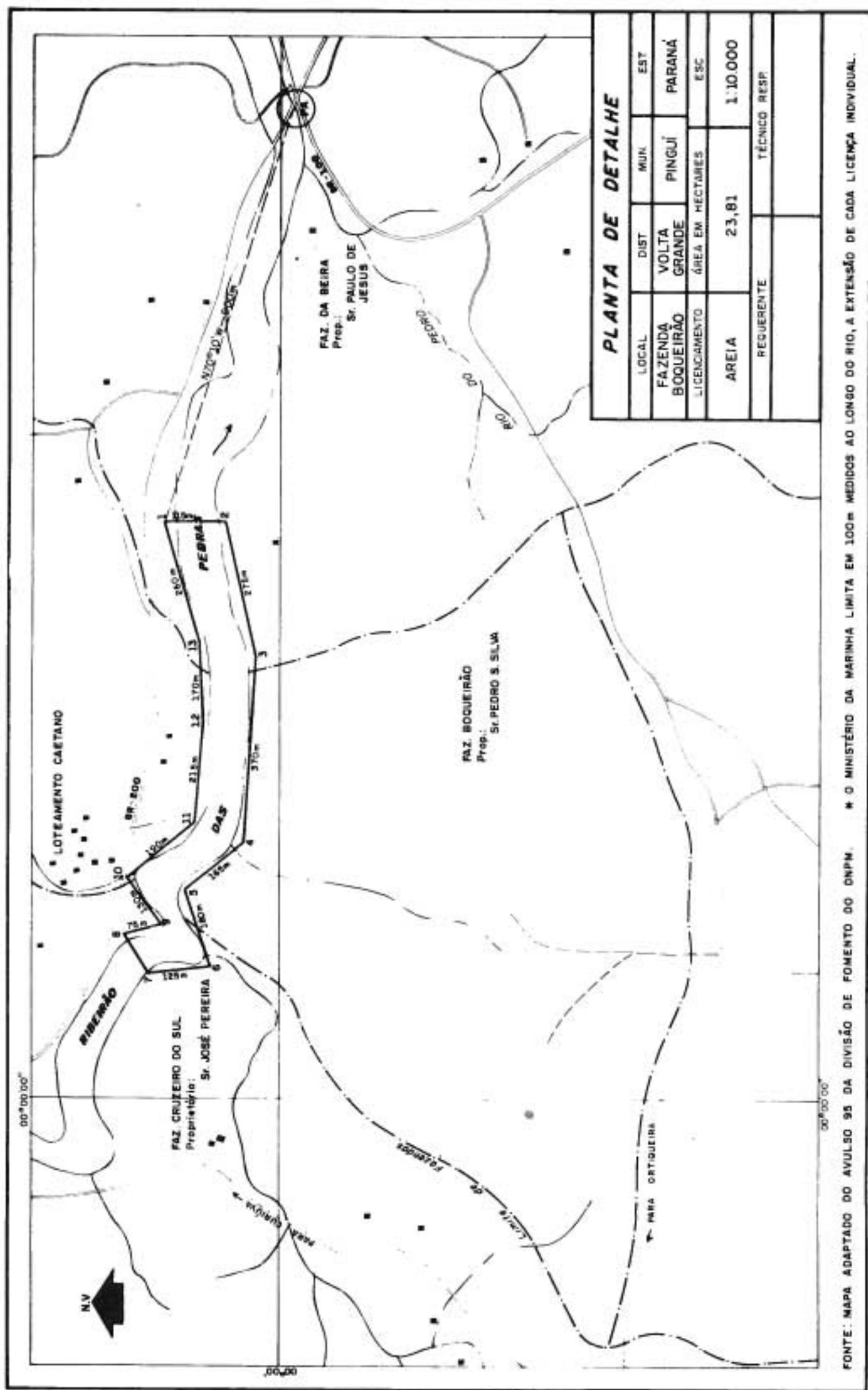
FONTE: MAPA ADAPTADO DO AVULSO 95 DA DIVISÃO DE FOMENTO DO DNPM.



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

LOCAL	DIST	MUN	EST.
FAZENDA BOQUEIRÃO	VOLTA GRANDE	PINGUI	PARANÁ
LICENCIAMENTO	BASEADO EM		ESC.
BASALTO	FOLHA - SE - ZC-388 - 8		1:50.000
REQUERENTE	TÉCNICO RESP		

FONTE: MAPA ADAPTADO DO AVULSO 95 DA DIVISÃO DE FOMENTO DO DNPM.



PLANTA DE DETALHE

LOCAL	DIST	MUN	EST
FAZENDA BOQUEIRÃO	VOLTA GRANDE	PINGUI	PARANÁ
LICENCIAMENTO	ÁREA EM HECTARES	ESC	
AREIA	23,81	1:10.000	
REQUERENTE	TÉCNICO RESP		

FONTE: MAPA ADAPTADO DO AVULSO 95 DA DIVISÃO DE FOMENTO DO DNPM. * O MINISTÉRIO DA MARINHA LIMITA EM 100m MEDIDOS AO LONGO DO RIO, A EXTENSÃO DE CADA LICENÇA INDIVIDUAL.

11.0 BIBLIOGRAFIA

- 1) ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - "Execução de Pavimentos de Alvenaria Poliédrica" - NB-52; Rio de Janeiro, 1968.
- 2) COLUCCI Fº, C.A.; FERREIRA SANTOS, S.M. - "Pavimentos de Paralelepípedos: Método de Projeto e Especificação de Serviço" - PACS - 1981.
- 3) DANTAS, M. - "Método BRIPAR - 4ª Reunião de Diretores de Órgãos Rodoviários Estaduais, Belo Horizonte, 1975.
- 4) DER/SP - "Normas Rodoviárias - Publicação nº 71" - São Paulo, 1952.
- 5) DNER - "Manual de Pavimentação" Volume II - Divisão de Conservação e Pavimentação, Rio de Janeiro, 1960.
- 6) DNER - "Manual Técnico de Conservação" - Divisão de Conservação, Rio de Janeiro, 1967.
- 7) DNER - "Especificações Gerais para Obras Rodoviárias" - Serviço de Publicações, Rio de Janeiro, 1974.
- 8) MELLO Fº, J.B.; VAINE, R.E.; MACEDO, G.; SILVA, H.G. - "Alternativas de Pavimentação com uso Intensivo de Mão-de-obra e Materiais Locais; SETR/PR - Curitiba, 1983.
- 9) ROCHA, F.M.da - "Alvenaria Poliédrica: Alternativa para Pavimentação em Áreas de Baixa Renda da Região Metropolitana de Belo Horizonte" - XV Reunião Anual de Pavimentação, 1980.
- 10) SANTOS, A.R.dos - "Critérios Construtivos e de Projeto para Rodovias Vicinais; Contribuição para Discussões sobre uma Política Nacional para Rodovias Vicinais" - IPT - São Paulo, 1980.
- 11) SENÇO, W. - "Pavimentos de paralelepípedos, de alvenaria poliédrica e de blocos de concreto pré-moldados", 50 GTPv - 64-08; IPR, Rio de Janeiro, 1964.

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ S/A

RUA SALDANHA DA GAMA, 608
CAIXA POSTAL 6143 - 80000 - CURITIBA - PR
TELEFONES (041) 264- 2133 - 262-3783

DIRETORIA

DIRETOR PRESIDENTE - RIAD SALAMUNI
DIRETOR TÉCNICO - ARSÊNIO MURATORI
DIR. ADM. E FINANCEIRO - NEREU CARLOS MASSIGNAN

GERÊNCIAS

FOMENTO E ECONOMIA MINERAL - EDIR EDEMIR ARIOLI
APOIO TÉCNICO - ELISEU CALZAVARA
PROSPECÇÃO - OTÁVIO A.B. LICHT
TECNOLOGIA E ENGENHARIA MINERAL - RENATO C.R. PEREIRA
ADMINISTRATIVA - RICARDO C. KARAM
FINANCEIRA - DANIEL RUSSI FILHO

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

- FRANCISCO SIMEÃO RODRIGUES NETO
- ANTENOR RIBEIRO BONFIM
- KAMAL DAVID CURI
- ANDRÉ VIRMOND LIMA BITTENCOURT
- RIAD SALAMUNI

