



Informativo Técnico

Boletim Informativo do Departamento de Estradas de Rodagem/SC

Volume 1 Número 3

Setembro 1996

DER/SC - 50 ANOS

O momento é de homenagens. Ao ensejo das comemorações dos 50 anos de criação do DER/SC como autarquia estadual, as reflexões nos fazem ver, por trás das imensas realizações contabilizadas, a ação do ser humano.

Ocupando posições de destaque ou no anonimato do labor diário de campo, todos e cada um são os grandes artífices dessa respeitável obra que é a infra-estrutura rodoviária de Santa Catarina.

Máquinas, ferramentas, instrumentos e outros equipamentos seriam completamente inúteis não fosse a mão e a inteligência do homem a dar-lhes a função adequada e produtiva desde os primórdios dessa jornada cinqüentenária.

A todos é permitido, neste momento, nutrir-se de justo orgulho pela expressiva obra realizada. Obra que pode ser medida em quilômetros de rodovias, mas que deve, acima de tudo, ser vista como um trabalho incansável e permanente na busca de novos horizontes.

Os novos caminhos vão sendo traçados. Novas normas e diretrizes de projetos incorporam conceitos modernos de segurança, conforto, redução do custo operacional e profundo respeito ao meio-ambiente. Novas técnicas gerenciais vão sendo implantadas, buscando a execução de obras com otimização de custo e observância da melhor técnica.

Está em curso todo um processo de mudança no enfoque da conservação de rodovias, convergindo para a adoção de instrumentos capazes de oferecer à sociedade uma malha rodoviária de boa qualidade, com menores custos. Ao mesmo tempo, incrementa-se a presença do DER/SC na operação das rodovias, controlando o danoso excesso de carga mediante ágil e eficiente emprego de balanças móveis. Controladores de velocidade modernos complementam e potencializam a ação da Polícia Rodoviária Estadual, inibindo os excessos e reduzindo a gravidade dos acidentes, preservando vidas.

A SC 401, primeira rodovia repassada mediante concessão à iniciativa privada já apresenta suas obras de duplicação em adiantado avanço. O Estado executor começa a dar lugar ao Estado indutor, abrindo espaço para novos negócios que poderão alcançar a expressiva marca de 1.400 km de concessões.

Por tudo isso, são devidas as homenagens a todos que têm contribuído para fazer dessa jornada de 50 anos o estímulo e o desafio para percorrer novos caminhos.

Parabéns!

*Eng. Renato Luiz Faust
Diretor Geral - DER/SC*

Neste número

- 1 Nova Realidade Para a Elaboração de Projetos**
- 2 DER/SC Participa do Primeiro Encontro Latino-Americano de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário**
- 3 Participação do DER/SC no IV ENAC - Encontro Nacional de Custos Rodoviários**
- 4 A Influência da Recompactação no Comportamento de um Solo Residual Saprolítico Utilizado na Pavimentação Rodoviária - Jazida Pomerode**

Nova Realidade Para a Elaboração de Projetos

1 - Introdução

Até o início dos anos 90, os projetos rodoviários eram executados tomando-se como base a estrada existente. A concepção à época era aproveitar ao máximo a plataforma e o greide existentes, com o objetivo de minimizar os custos de execução.

Está comprovado que rodovias executadas sob essa concepção, embora mais econômicas a custos iniciais, agregaram com o passar do tempo custos operacionais elevados não imaginados à época, sem contar as despesas indiretas decorrentes dos acidentes de trânsito. Por falta de uma geometria adequada, tornaram-se rodovias de baixo retorno econômico. Hoje, os métodos científicos demonstram, no entanto, que o inverso é verdadeiro: rodovias com bom traçado, em geral, resultam em taxas de retorno mais apreciáveis, face a geração e desvio de tráfego futuro e menores custos operacionais.

A partir de 91, quando foram iniciados os estudos e introduzidas as novas diretrizes de projeto pela DIEP, alterou-se por completo a mentalidade existente. Baseados nos conceitos estabelecidos foram reformulados mais de 700 km de projetos rodoviários, muitos dos quais atualmente em obras pelo DER/SC. Criou-se, com isso, uma nova política de atuação para a elaboração de projetos no Departamento, restabelecendo a boa técnica como elemento primordial e decisório.

2 - Novas Fases de Projetos

A partir das novas **Instruções de Serviço** em elaboração pelo Consórcio Kocks/Prosul, outros procedimentos serão introduzidos num futuro próximo. Para a elaboração de projetos de implantação/pavimentação, estão previstas 3 (três) fases distintas, as quais estão sendo aplicadas em todos os projetos em andamento pelo Consórcio:

2.1 - Fase de Pré-análise: nesta etapa, são efetuados estudos preliminares de tráfego, de meio ambiente e de avaliação econômica, em geral com elementos existentes, para verificar se o trecho em questão é técnica e economicamente viável. Através da aplicação do programa HDM são calculadas as taxas de retorno, os valores presentes líquidos de cada segmento estudado, resultando para cada um a relação benefício/custo.

Ao se constatar que o trecho não é potencialmente viável, os estudos devem ser encerrados nesta fase e o projeto não deve continuar.

2.2 - Fase de Estudos de Corredores: através de fotos aéreas recentes e restituição aerofotogramétrica na escala 1:5.000 são estudadas diversas alternativas de traçado em corredores diferentes, quando existirem. Em cada alternativa são realizados estudos ambientais e de avaliação econômica para definição do melhor corredor de ligação dos dois pontos pretendidos.

É a fase em que a geometria ainda não é a definitiva, pois depende de restituição mais precisa, e por isso o diagnóstico ambiental é realizado numa faixa mais abrangente. Nesta etapa, porém, esse diagnóstico é de grande importância e seu vulto em relação ao estudo torna-se considerável. A identificação dos meios físico, biótico e antrópico é feita com riqueza de detalhamento nunca antes realizado no DER/SC, através de visitas de campo e de confecção de mapas em cores de alta resolução.

Nesta fase, os estudos geológicos são realizados para identificar a existência de graves problemas geológico-geotécnicos que possam influenciar significativamente nos custos de execução de uma ou outra alternativa. Outros estudos relacionados com o escopo de projeto também poderão ser desenvolvidos, desde que sejam identificados a sua necessidade, especialmente quando incidirem expressivamente no custo de construção ou de operação da rodovia.

EXPEDIENTE

O Boletim Técnico é um boletim informativo do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina.

É importante que todo o técnico do DER/SC participe com trabalhos, para que fique documentada a memória científica-tecnológica deste Departamento.

Informações de como proceder para contribuir com trabalhos poderão ser obtidas com o Geól. Gustavo Gruber - Tel./Fax: (048) 244.2034 e (048) 248.2557 - Rua Santos Saraiva, 2011 - Capoeiras - Florianópolis/SC - 88.070-101.

Os estudos de tráfego, no entanto, têm agora grande importância, pois a obtenção do percentual do tráfego desviado e do gerado de forma errônea pode conduzir pela viabilidade ou não do trecho em estudo. Para evitar problemas de continuidade do projeto, está previsto que nesta fase os estudos de tráfego serão os definitivos. Como é realizado atualmente, além das contagens volumétricas/classificatórias, a exigência de pesquisas de origem e destino não só devem continuar como serão aperfeiçoadas. Serão utilizados programas específicos para estudos de tráfego, onde as matrizes de O/D serão processadas como se o conjunto das rodovias adjacentes fossem uma rede.

Semelhante à fase anterior, os estudos econômicos são realizados levando em conta os estudos de tráfego, de meio ambiente e das alternativas dos corredores. *A alternativa que reunir as melhores condições deve ser a selecionada para os estudos da fase seguinte.*

Se nenhuma das alternativas estudadas for viável do ponto de vista econômico, o projeto deve ser encerrado nesta etapa.

Dentre os projetos em andamento pelo Consórcio Kocks/Prosul, os dos trechos Contorno de Cocal do Sul (Criciúma-Urussanga), Taió-Rio do Oeste e Blumenau-Guabiruba já atingiram esta fase. *São exemplos inequívocos da importância desses estudos iniciais, porquanto suas conclusões são extremamente interessantes sob o ponto de vista técnico.*

Dois exemplares dos estudos desta fase serão enviados à FATMA para a obtenção da LAP-Licença Ambiental Prévia.

2.3 - Fase de projeto: está previsto nesta fase, duas etapas distintas: **Parte 1** e **Parte 2**.

2.3.1 - Fase de projeto - Parte 1 : nesta etapa, está prevista o desenvolvimento do projeto até o anteprojeto. A geometria será desenvolvida sobre **restituição topográfica 1:1.000**, a ser obtido do levantamento topográfico realizado no corredor selecionado na fase anterior. A linha definitiva aprovada pelo DER/SC deverá ser locada e nivelada no campo, de forma a dar conhecimento a todos do local onde o projeto está passando.

Os estudos ambientais tratarão especificamente das medidas mitigadoras e não dos diagnósticos. O inter-relacionamento entre os proprietários e o projeto é tarefa que cabe ao meio ambiente, propondo aos atingidos as medidas que minimizem as suas perdas.

Nesta fase, serão desenvolvidos os demais serviços

previstos no projeto, incluindo novamente a avaliação econômica.

Nesta, como nas demais fases o DER/SC deverá aprovar os estudos efetuados, aumentando assim, continuamente, sua participação no processo de condução dos serviços contratados.

2.3.2 - Fase de projeto - Parte 2: é a fase de complementação e correção da *Parte 1* do projeto.

Aprovado oficialmente o projeto, o DER/SC encaminhará duas vias da impressão definitiva para a FATMA para a obtenção da LAI-Licença Ambiental de Instalação.

3 - Conclusão

A nomenclatura das fases citadas, bem como o nível de detalhamento de cada item do escopo de projeto, ainda não são definitivos. Face a interação necessária entre o que no momento está definido e sua aplicação nos projetos em andamento, somente ao término do contrato editar-se-á a versão final das **Instruções de Serviço**.

As fases de projeto necessariamente serão executadas ou contratadas em épocas distintas, cabendo um intervalo mínimo entre elas.

É o tempo necessário para a obtenção de aprovação ambiental e para a apresentação e discussão do projeto junto às prefeituras municipais e comunidades envolvidas. Atentar-se-ão sempre para as soluções técnicas que atendam em primeiro lugar o interesse comum.

Necessitar-se-ão de prazos adequados para a elaboração de projetos de engenharia rodoviária, bem como para a os desdobramentos advindos dele.

Tecnicamente, não será mais admissível a elaboração de projetos de forma estanque, sem os estudos e fases de avaliação técnica, econômica e ambiental.

Que a realidade presente venha de fato a se constituir na nova política de gestão do projeto rodoviário, que somados a outros focos de modernidade ocorrentes no DER/SC, elevará ainda mais o nome da instituição no cenário nacional.

Oswaldo Yukio Kogure
Gerente de Projetos Rodoviários - DIEP

DER/SC Participa do Primeiro Encontro Latino-Americano de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário

Apresentação

De 29 de julho a 2 de agosto próximo passado realizou-se na cidade de Pereira, Colômbia, o "PRIMER ENCUESTRO LATINOAMERICANO DE UNIDADES AMBIENTALES DEL SECTOR VIAL", reunindo mais de 130 profissionais dos mais diferentes setores rodoviários da América Latina, Caribe, Estados Unidos e Espanha, dentre os quais o Brasil, estando presente diversos órgãos públicos e consultores: DER/MA, DER/AL, DER/RO, DER/RN, DER/MT, DER/SC, Universidade Estadual do Maranhão, Ministério de Planejamento e Orçamento, Consultores e outros.

Este encontro teve como objetivo: apresentar formalmente aos países participantes as experiências ambientais rodoviárias e gerar um espaço de discussão e reflexão para fortalecer a eficiência da gestão ambiental; conhecer novas metodologias de análises e investigação ambiental, que permitam estabelecer diretrizes homogêneas de manejo ambiental de rodovias; difundir estratégias inovadoras em matéria de gestão ambiental que garantam a construção de rodovias dentro do modelo de desenvolvimento sustentável; fomentar a participação e integração internacional das Unidades Ambientais do setor rodoviário.

O evento foi promovido pelo Ministério dos Transportes da Colômbia, através do Instituto Nacional de Vias e o Banco Mundial. Contou com renomados conferencistas da área, envolvendo especialistas ambientais do BID, BIRD, da Colômbia, dos Estados Unidos, do Brasil, da Venezuela, etc e a participação efetiva do Instituto Panamericano de Carreteras.

O Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, representado pelo Eng. Valmir Antunes da Silva, Gerente de Meio Ambiente, apresentou o trabalho "GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR RODOVIÁRIO EM SANTA CATARINA", pertinente ao Manual de Gestão Ambiental e das Instruções de Serviços do DER/SC, resultado da evolução no tratamento das questões ambientais desde a fase de planejamento até a operação de rodovias, objeto de contratos com empresas nacionais e internacionais, Consórcios APPE/TRANSROUTE e PROSUL/KOCKS para a assistência técnica e transferência de tecnologia, respectivamente, de acordo com o contrato n 3547-BR do PNMRE/BIRD, financiado pelo Banco Mundial.

Conclusões

Como conclusões desse encontro: **a)** se reafirma o requerimento da introdução e formação de Unidades Ambientais, bem como o fortalecimento das Unidades Ambientais existentes a nível dos organismos nacionais em cada país, unidades com alta capacidade política, técnica e executiva para realizar seu trabalho, necessário para garantir que os projetos rodoviários sejam elaborados e executados dentro do marco de desenvolvimento sustentável; **b)** os governos das agências estatais rodoviárias deverão garantir a manutenção e o contínuo melhoramento das Unidades Ambientais, assegurando a consignação de recursos financeiros, físicos e humanos para tal fim; **c)** o desafio futuro das Unidades Ambientais será direcionado para melhorar a gestão ambiental dos projetos rodoviários em suas distintas formas de planejamento e desenvolvimento; **d)** as Unidades Ambientais deverão fornecer a gestão social dos projetos rodoviários, assim como identificarão e aplicarão mecanismos que assegurem a participação comunitária; **e)** existe interesse e necessidade de integrar as Unidades Ambientais do setor rodoviário e outros meios de transporte afins e/ou complementares, para promover o intercâmbio de experiências e informações por todos os meios de alcance, tais como encontros, seminários, comunicações, etc; **f)** existe uma proposta da Colômbia formulada pelo Senhor Ministro de Meio Ambiente e do Senhor Governador do Departamento de Risaralda, para que se crie a Secretaria do evento na cidade de Pereira, e que o Instituto Nacional de Vias-INVIAS, até que se concretize esta proposta, oferece como sede dessa Secretaria, a Subdireção de Meio Ambiente do INVIAS; **g)** a capacitação e treinamento da gestão ambiental e social é uma prioridade tanto para as Unidades Ambientais, como para todos os demais técnicos setoriais. Deste treinamento devem participar as organizações não governamentais, as universidades e a comunidade. Em conjunto com a capacitação e treinamento das Unidades Ambientais, estas devem dotar-se de pessoal e equipamento necessário para a sua gestão. Diretrizes gerais para a capacitação e treinamento e os equipamentos são apresentados no anexo do documento final do encontro; **h)** deve ser assegurada a qualidade ambiental total das construções rodoviárias através de uma maior aplicação dos Planos de Manejo e especificações de obras.

Recomendações

- 1 Criar a Sociedade Latino-americana de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário e Outros Meios de Transporte Afins e/ou Complementares;
- 2 Aceitar o oferecimento da Colômbia no sentido de sediar a Secretaria temporariamente, até que a Sociedade defina sua sede;
- 3 Convocar o Segundo Encontro Latino-americano de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário e Outros Meios de Transporte Afins e/ou Complementares, o qual deverá se realizar nos próximos 16 meses;
- 4 Criar um Comitê de Coordenação Temporal integrado por, pelo menos um membro titular e um suplente, de cada um dos seguintes blocos: América do Norte, América Central, Caribe, América do Sul (dois blocos), cujo comitê terá no máximo oito membros.

Ações

- 1 Formular uma declaração do encontro a qual será remetida aos ministros, secretários, diretores de órgãos rodoviários e autoridades ambientais de cada país;
- 2 As Unidades Ambientais constituídas formularão um programa de fortalecimento institucional para os próximos dois anos, o qual será remetido às agências de financiamentos internacionais;

Proposta inicial para a declaração

O Primeiro Encontro Latino-americano de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário, declara :

- 1 Que o planejamento, projeto, construção, manutenção e a continuidade dos projetos de infraestrutura rodoviária na América Latina, deverão consi-

derar o marco de desenvolvimento sustentável;

- 2 Que se conclame aos ministérios e órgãos do setor de transportes, para apoiar decisivamente na introdução e formação de Unidades Ambientais, assim como o fortalecimento das Unidades Ambientais existentes, a nível de organismo nacional de cada país, garantindo sua capacidade técnica e executiva para implantar a sua missão.

Sociedade Latino-americana de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário e Outros Meios de Transportes Afins e/ou Complementares

Na seção plenária de encerramento do encontro foi criada a Sociedade que terá como principal tarefa a integração e fortalecimento das Unidades Ambientais existentes dos órgãos rodoviários, o estímulo e apoio para a criação dessas nos órgãos onde ainda não existem, bem como montar um banco de dados de bibliografia existente na área, manuais, especificações de serviços, métodos de estudos, projetos e execução de obras com o enfoque ambiental.

O Eng. Valmir Antunes da Silva, foi eleito Membro do Comitê da Sociedade Latino-americana de Unidades Ambientais do Setor Rodoviário, como representante da América do Sul e espera contar com o apoio de todas as instituições rodoviárias e ambientais das esferas federal, estadual e municipal, bem como de todos os profissionais envolvidos com a área de transportes, incluindo as universidades e demais entidades ambientais, para atingir os objetivos propostos dessa Sociedade.

*Eng. Valmir Antunes da Silva
Gerente de Meio Ambiente - DIEP*

Participação do DER/SC no IV ENAC - Encontro Nacional de Custos

Realizou-se nos dias 13, 14 e 15 de agosto, na cidade de Curitiba/PR, o IV ENAC (Encontro Nacional de Custos Rodoviários), promovido pela ABDER.

Participaram do evento 80 técnicos e profissionais atuantes na área, representando 20 Departamentos Estaduais e o DNER, sendo que pelo DER/SC estiveram presentes os engenheiros Luiz Carlos Cardoso, Paulo Roberto Meurer e Wilson Spernau.

Dentre os diversos assuntos abordados, destacam-se:

- 1 Conclusões obtidas nas reuniões de custos rodoviários já realizadas, abordando as alternativas estudadas e as conclusões a que chegaram, destacando-se entre elas: a) considerar, para os equipamentos, valor residual diferente de zero; b) considerar para as formas de transportes a utilização de caminhão "truck" em substituição ao caminhão de eixo traseiro simples; c) considerar os anos de vida útil e coeficientes de

manutenção dos equipamentos mais realistas, do que os anteriormente utilizados.

2 O DNER, pela Gerência de Custos Rodoviários, mostrou os trabalhos desenvolvidos naquele órgão e as alterações ocorridas em suas Tabelas de Composição de Custos Unitários, resultando numa redução média de 50 % nos seus valores.

3 Apresentação pela empresa catarinense Softplan/Poligraph, de software para cálculo de composições de custos unitários e orçamentos rodoviários.

4 Apresentação do resultado de aplicação das Tabelas de Custos utilizadas pelos diversos órgãos rodoviários, em 3 (três) trechos homogêneos de 1 Km (Trecho Padrão com mesmos quantitativos, distâncias de transportes e data).

Os resultados foram os seguintes, entre os 17 órgãos que enviaram resposta a ABDER (R\$ x 1000):

a) Trecho de Implantação e Pavimentação (1º trecho)

• 1º DNER	263
• 2º Espírito Santo	265
• 3º Minas Gerais	270
• 4º Paraíba	275
• 5º Santa Catarina	281
• 6º Bahia	282
• 7º Paraná	299
•	
• 12º Rio Grande do Sul	345
•	
• 17º Mato Grosso do Sul	364

b) Trecho de Restauração

• 1º DNER	72
• 2º Santa Catarina	77
• 3º Minas Gerais	78
• 4º Bahia	87
• 5º Paraíba	89
• 6º Espírito Santo	95

• 7º Paraná	98
•	
• 16º Rio Grande do Sul	121
• 17º Rondônia	128

c) Trecho de Implantação e Pavimentação (2º trecho)

• 1º DNER	255
• 2º Paraíba	271
• 3º Santa Catarina	273
• 4º Minas Gerais	275
• 5º Paraná	292
•	
• 17º Mato Grosso do Sul	376

5 O engenheiro Luiz Carlos Cardoso, do DER/SC, apresentou o trabalho "A interdependência entre a qualidade dos serviços e a forma de pagamento" que abordou uma nova sistemática de apresentação do Edital de Concorrência, que basicamente muda a filosofia de fiscalização das obras transferindo totalmente aos empreiteiros as responsabilidades sobre a qualidade dos serviços. Para que se alcance este objetivo foi alterada a maneira de pagamento de alguns serviços e implantado o Plano de Garantia de Qualidade. Como exemplos das alterações na forma de pagamento tem-se: classificação da escavação de terraplenagem somente em duas categorias, solo ou rocha; eliminação das faixas de transportes para materiais escavados, considerando-se apenas a distância média de transporte de projeto; os custos unitários serão de serviços acabados, devendo nos mesmos estar incluídos todos os custos de fornecimento de material e das etapas intermediárias; inclusão do pagamento pela execução, através da própria empreiteira, dos ensaios de controle externo dos serviços. Por ser um assunto novo e polêmico no meio rodoviário, o assunto provocou ampla discussão entre os presentes.

*Eng. Paulo Roberto Meurer
Gerente de Pavimentação - DIEP*

DER/SC
1946 - 1996
50 ANOS

A Influência da Recompactação no Comportamento de um Solo Residual Saprolítico Utilizado na Pavimentação Rodoviária - Jazida Pomerode

1 APRESENTAÇÃO

O solo estudado tem origem na jazida utilizada na terraplenagem e no reforço do subleito do pavimento do trecho de Pomerode - Jaraguá do Sul.

Trata-se de **ANFIBOLITO** pertencente ao Complexo Granulítico de Santa Catarina, cuja constituição mineralógica aproximada é de: 65% de anfibólio (hornblenda verde), 23% de plagioclásio, 10% de quartzo e 2% de biotita.

Da análise por Difração de Raio-X, o material apresentou os seguintes componentes qualitativos: ANFIBÓLIO; ESMECTITA; FELDSPATO; ILITA e QUARTZO. O argilo-mineral ESMECTITA, tem características expansivas, o que pode explicar as maiores expansões observadas no material.

2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

2.1 Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade

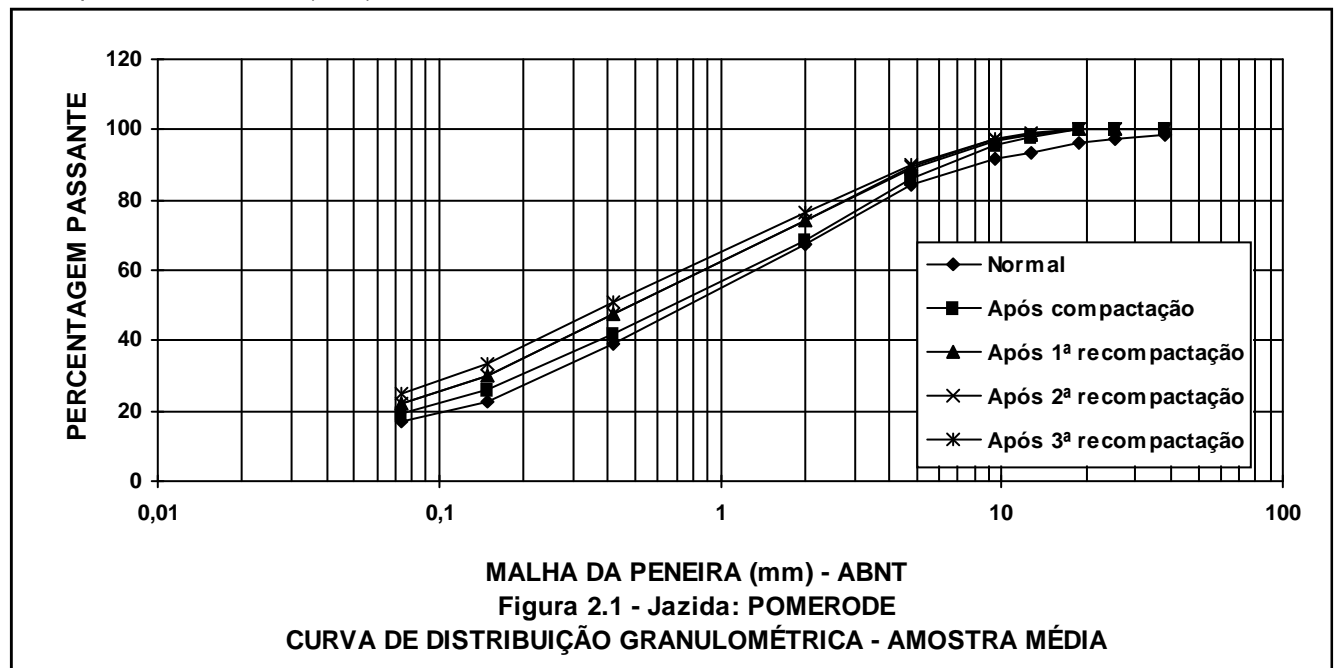
Os resultados obtidos em todas as amostras normais e após a 3ª recompactação foram:

Limite de Liquidez = não encontrado
 Limite de Plasticidade = não encontrado
 Índice de Plasticidade = não plástico

2.2 Granulometria dos Solos

A figura 2.1 apresenta a curva de Distribuição Granulométrica média (12 amostras) do material, realizada para o ensaio normal e após cada uma das 4 compactações, mostrando a influência das recompactações na alteração granulométrica do material, passando de solo A-1-b, para solo A-2-4, acarretando um aumento percentual de argila e silte após a 3ª recompactação.

2.3 Equivalente de Areia (E.A.)



O quadro 2.1 mostra o comportamento do material, relativo a variação do E.A. com a recompactação do material.

Quadro 2.1 variação do E.A. com a recompactação do material					
Normal	Após a 3ª recompactação				
Valores	Média	Desvio Padrão	Valores	Média	Desvio Padrão
30,0 a 58,9	43,7	10,9	19,3 a 24,3	22,6	2,8

Como se verifica pelos resultados apresentados,

os valores do E.A. decrescem de forma acentuada com o retrabalhar do material.

2.4 Variação da M.E.A.S., ISC e Expansão

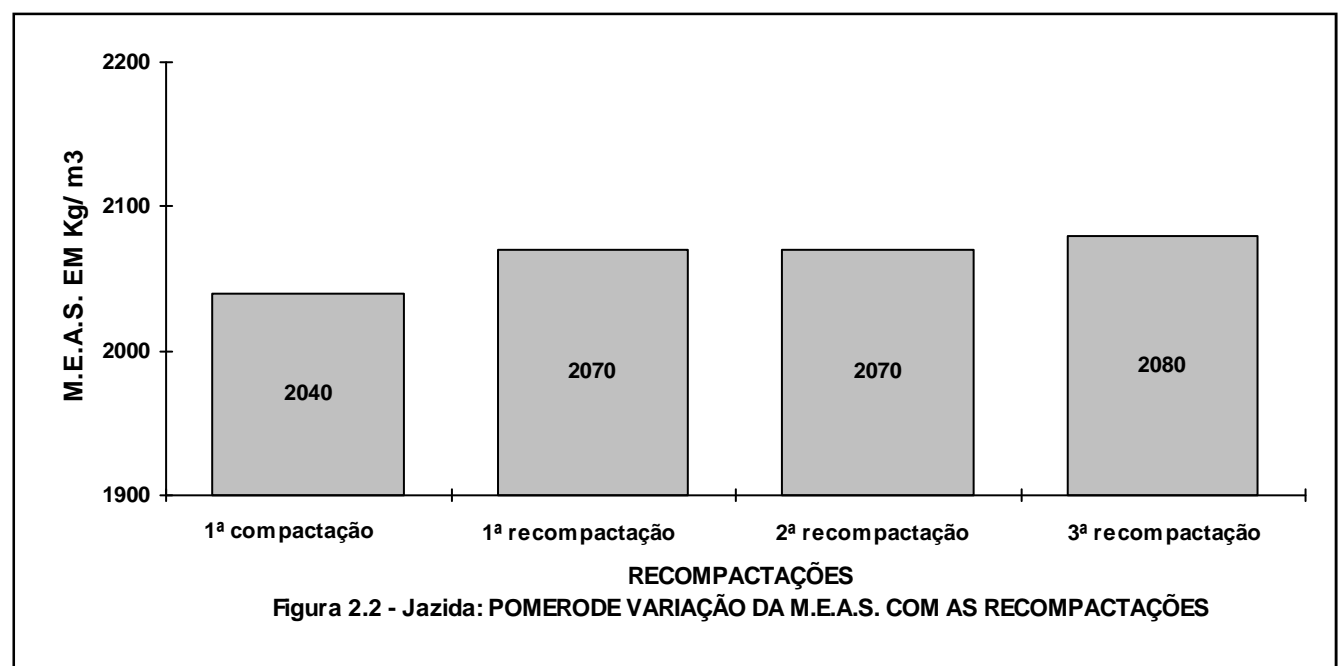
Observa-se, pelos resultados apresentados no Quadro 2.2, que há um ganho significativo na M.E.A.S. máxima e um decréscimo na umidade ótima, com as recompactações.

Quadro 2.2 - Valores Médios de M.E.A.S., ISC e Expansão, em função das recompactações								
Ensaio	1ª comp.	(Sd)	1ª recomp.	(Sd)	2ª recomp.	(Sd)	3ª recomp.	(Sd)
M.E.A.S.	2.038	54,9	2.073	45,1	2.070	45,2	2.084	44,8
hót	10,0 %	0,9	9,2 %	1,0	8,7 %	0,5	9,4 %	1,0
ISC	49,5 %	18,6	53,2 %	19,4	52,4 %	15,9	51,5 %	15,3
Expansão	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3

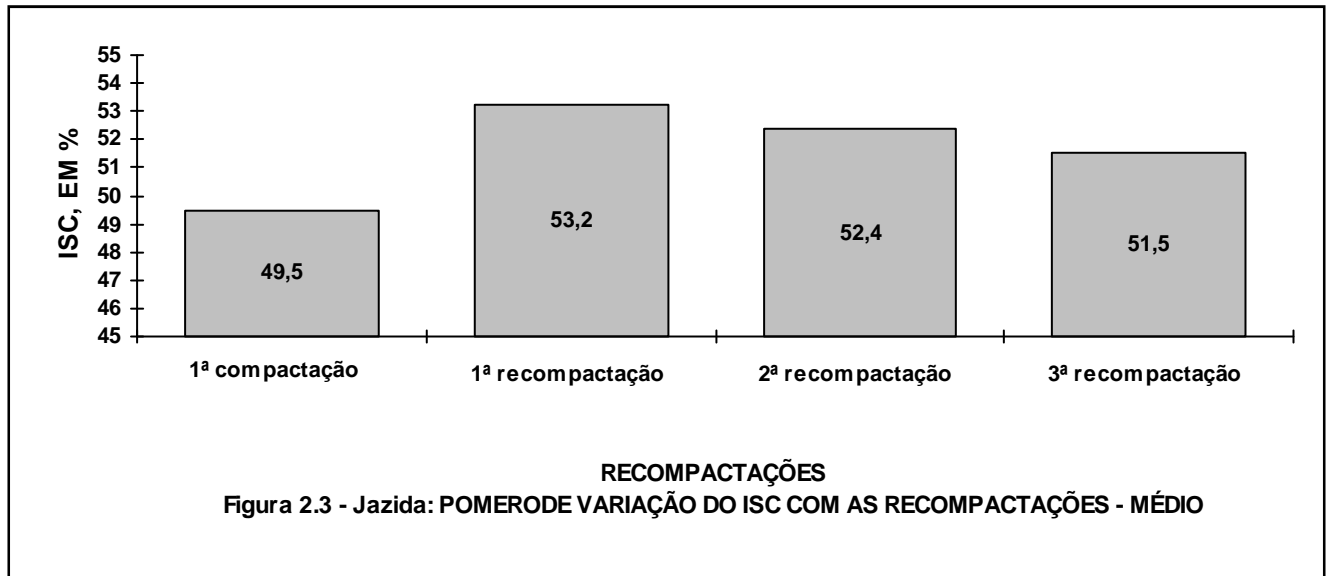
Onde: Sd - Desvio Padrão
 M.E.A.S. - Massa Específica Aparente Seca máxima em Kg/m³
 hót - Umidade ótima em %
 ISC - Índice de Suporte Califórnia, em %
 Expansão - Expansibilidade do material em %.

Em relação a expansão, observa-se que há acréscimos à medida que se recompacta o material, sendo tanto maior quanto maior for a expansão inicial do material.

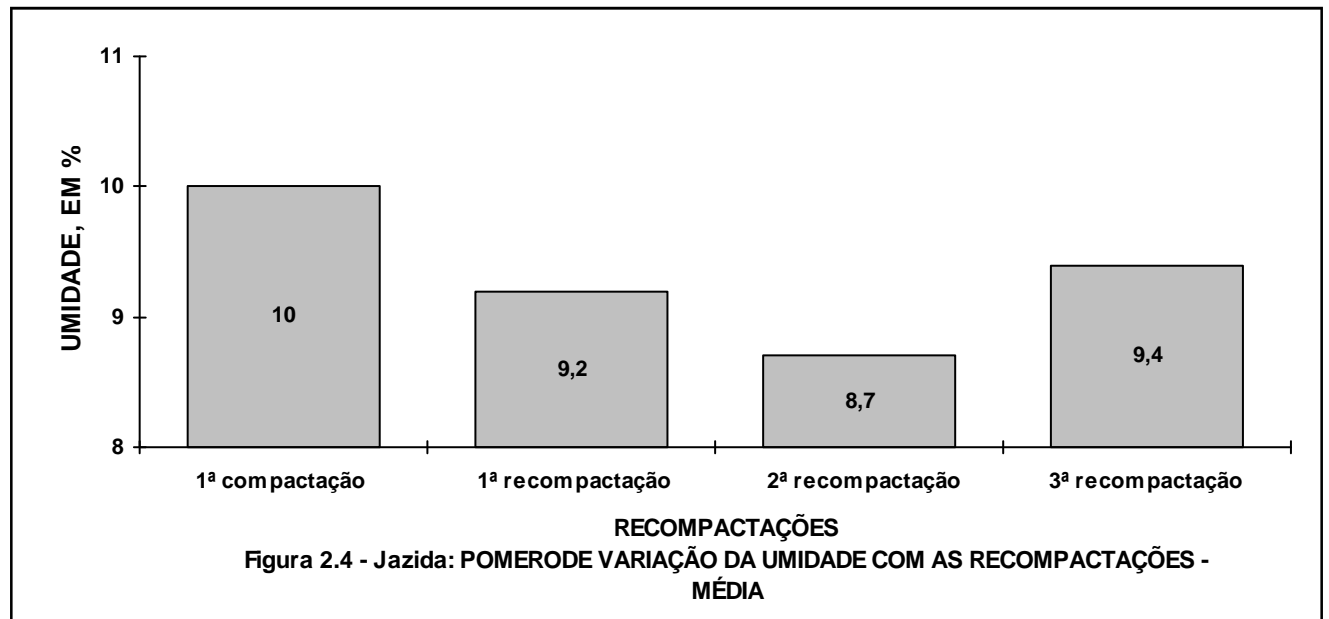
A figura 2.2 mostra os valores médios da M.E.A.S. para cada uma das compactações realizadas, onde verifica-se o seu aumento com as recompactações.



A figura 2.3 mostra a variação do valor médio do ISC , onde verifica-se um acréscimo para a 1ª recompactação e pequenos decréscimos para a 2ª e 3ª recompactações, mas com valores superiores aos da 1ª compactação.



A figura 2.4 mostra a variação do valor médio da umidade, onde verifica-se um decréscimo no teor ótimo de umidade até a 2ª recompactação, havendo um acréscimo da 2ª para 3ª recompactação.



O acréscimo da M.E.A.S. com as recompactações, deve-se aos seguintes fatores:

- Há uma redução dos índices de vazio;
- Preenchimento dos vazios pelos finos gerados, verificado através da variação granulométrica;
- Provavelmente, pela acumulação de energia entre uma compactação e outra, pelo próprio processo de reparação do material, onde na fase de destorroamento não se consegue desagregar totalmente os grumos de argila, formados no processo de compactação.

O acréscimo no valor do ISC após a 1ª compactação, deve-se aos seguintes fatores:

- Aumento da M.E.A.S.;
- Redução do teor de umidade.

A redução do teor de umidade com as recompactações, é função da redução do índice de vazios.

Verifica-se que todas as jazidas atendem a especificação DNER - ES-P 08-71 para SUB-BASE

ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE, em termos de ISC e Expansão.

2.5 Módulos de resiliência

A figura 2.5 mostra o resultado dos ensaios de módulo de resiliência do material ensaiado, localizado-os na figura de classificação proposta por PREUSSLER e MEDINA (1981).

- O módulo obtido para a amostra normal na umidade ótima se enquadra no Grupo I da classificação de PREUSSLER e MEDINA (1981), isto é, solos com grau de resiliência elevado, que segundo os autores, não devem ser empregados em estruturas de pavimentos e constituem subleitos de péssima qualidade.
- Os módulos resilientes dos materiais crescem após a 3ª recompactação, tanto os obtidos na umidade ótima como para os obtidos com valores de +2% e -2% de umidade em relação à hót.
- Os módulos resilientes diminuem com o aumento do teor de umidade, tanto para a amostra normal quanto para a amostra após a 3ª recompactação. Segundo PREUSSLER (1983) "o módulo diminui muito com o aumento da umidade de compactação. A prática de compactação no ótimo ou aquém deste é, portanto, muito recomendável". O módulo resiliente decresce quando o grau de saturação aumenta.
- Na 3ª recompactação, para pequenas tensões de confinamento, para hót e a -2% da hót, os valores modulares se enquadram no grupo II de solos granulares, de acordo com a classificação de PREUSSLER e MEDINA (1981). Segundo eles, estes solos tem grau de resiliência intermediário, e podem ser empregados em estruturas de pavimentos, como base, sub-base e reforço de subleito, ficando o seu comportamento dependente dos valores de K2, obtidos no ensaio:
Se: K2 for menor que 0,5 e grau de compactação correspondente ao Proctor Modificado - o material terá BOM comportamento;
K2 for maior que 0,5 o comportamento depende da camada e da qualidade do Subleito. Sugerem os autores, espessura inferior a 40 cm e subleito coesivo de ISC>10%.
- Para teores de umidade hót e +2%, os valores de K2 são maiores do que 0,5, ao passo que para -2% de umidade os valores de K2 são menores do que 0,5. O que vem a comprovar que para teores de umidade abaixo da hót, melhores são os valores dos módulos.

Pode-se dizer deste material que:

- Para amostra normal o mesmo se enquadra no Grupo I, e portanto constitui subleito de péssima qualidade.
- Para amostra após a 3ª recompactação, para umidade menor ou igual a hót, e pequenas tensões de confinamento o material se enquadra no Grupo II da referida classificação.

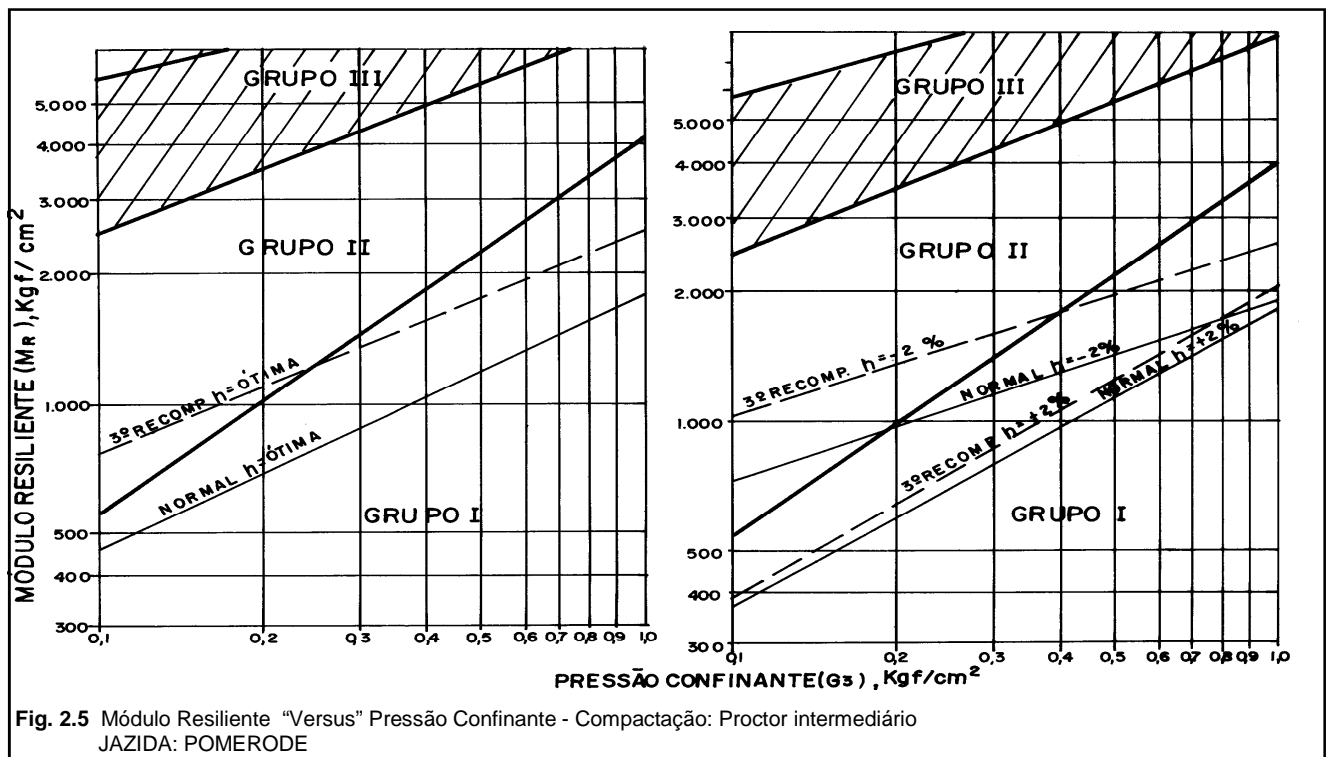
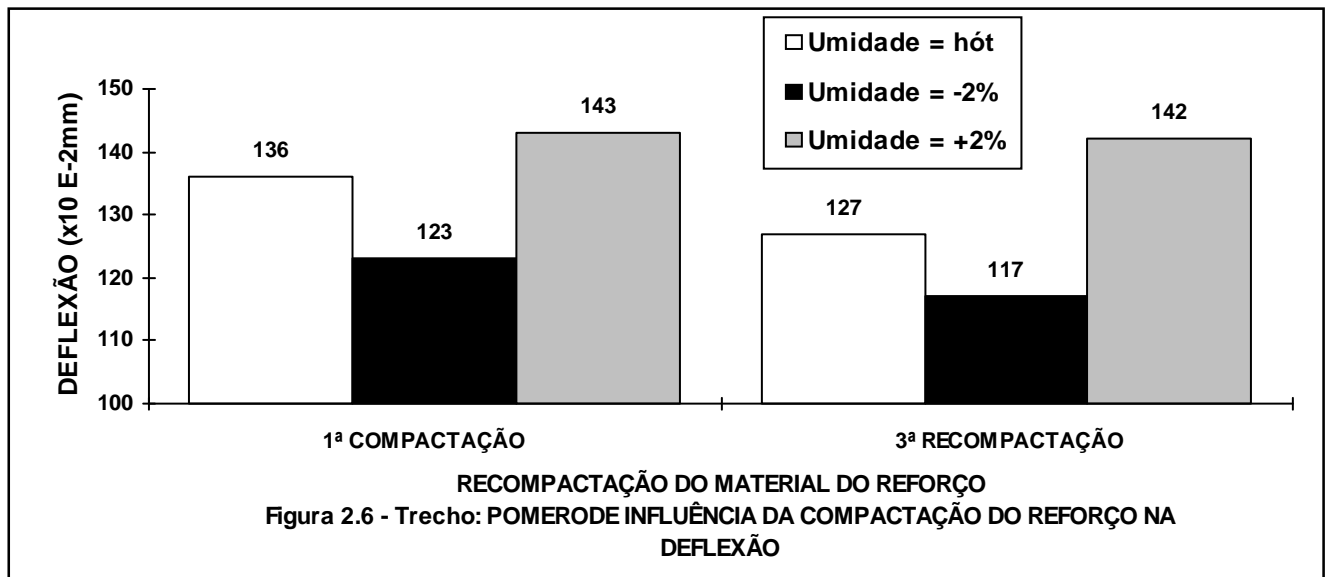


Fig. 2.5 Módulo Resiliente "Versus" Pressão Confinante - Compactação: Proctor intermediário
JAZIDA: POMERODE

2.6 Influência da Recompactação do Material do Reforço na Diferença de Tensões, Deformações e Deflexões do Pavimento

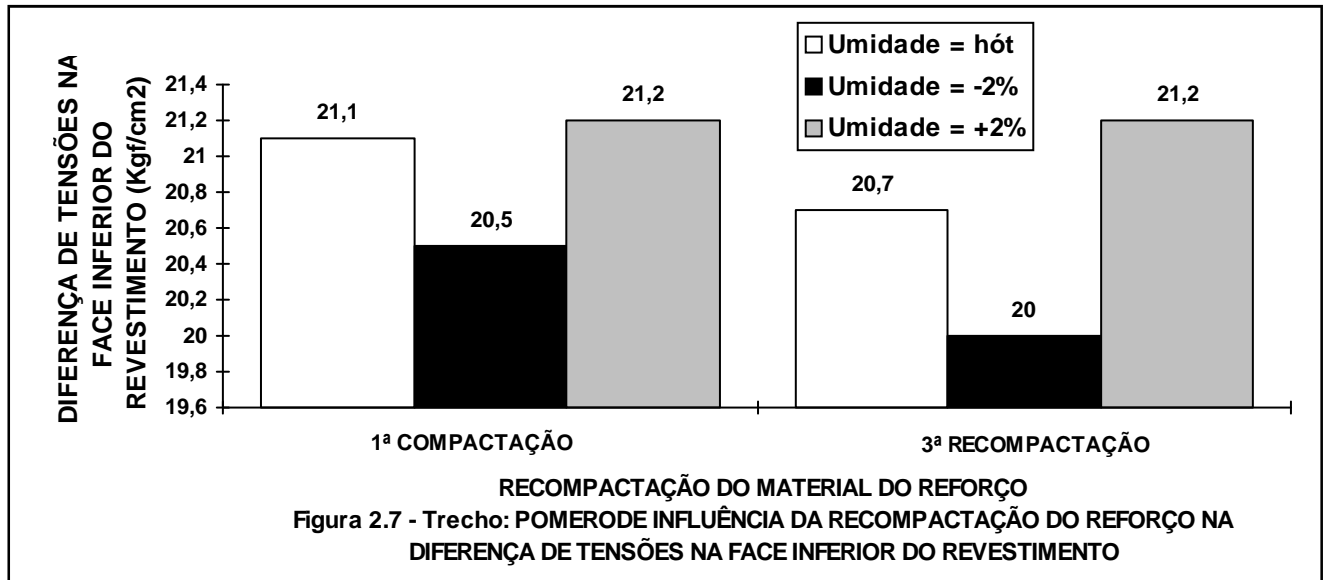
Para efeito de análise, foram utilizadas as estruturas efetivamente executadas no trecho Pomerode - Jaraguá do Sul.

Como pode ser verificado na figura 2.6, as deflexões diminuem com as recompactações do material do reforço, para o mesmo teor de umidade.



Para as diferenças de tensões ($\Delta\sigma$) na face inferior do revestimento, ocorre uma pequena redução de valor com a recompactação, como pode ser visto na figura 2.7.

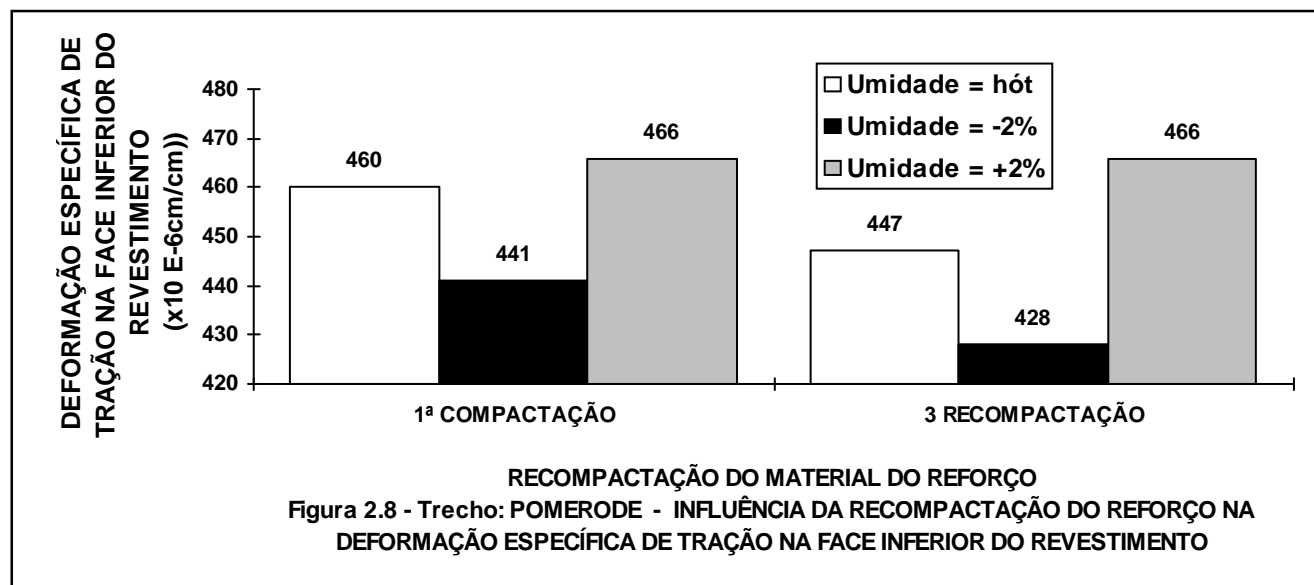
O mesmo acontece para a deformação específica de tração (ϵ_{tr}) na face inferior do revestimento, como é



mostrado na figura 2.8.

Pelos resultados apresentados, as recompactações trazem pequena melhora no comportamento do material no tocante às deflexões, diferença de tensões e deformação específica de tração na face inferior do revestimento, sem contudo melhorar de forma significativa o comportamento do material.

A melhora observada no comportamento do pavimento, em função das recompactações do material do reforço, são devidas à melhora nos valores modulares do mesmo, devido ao aumento da M.E.A.S. e redução da umidade ótima do material do reforço.



3 CONCLUSÕES

- Os materiais estudados apresentam elevados valores para M.E.A.S. e ISC, atendendo as especificações DER-SC-ES-P-02/92 e DNER-ES-P 08-71, para sub-base de pavimentos.
- O material submetido a várias compactações sucessivas (até a 3ª recompactação), tem seu comportamento melhorado no tocante ao ISC e aos valores modulares, contrariando o que tem afirmado alguns pesquisadores. Portanto a degradação do material, sob o efeito das várias compactações, melhora a resistência e o comportamento resiliente do material.
- O material, quando aplicado em estruturas de pavimento, gera elevadas deflexões, deformações específicas de tração e diferenças de tensões na face inferior do revestimento, pois, o material utilizado é de comportamento granular, desde o subleito.
- Com os valores de tensão de compressão no topo do subleito obtidos com o programa FEPAVE2, verifica-se que o material das jazidas estudadas, não apresenta problemas quanto à sua resistência, mas sim apresenta problemas com relação aos altos valores de deflexão, diferença de tensões e deformação específica de tração na face inferior do revestimento, acarretando problemas prematuros de fadiga no revestimento.
- Pelos resultados obtidos, verifica-se que uma redução no teor de umidade da ordem de 2%, em relação à umidade ótima, reduz os valores da tensões, deformações e deflexões à qual o pavimento é submetido. Isto se dá em função da melhoria que ocorre nos valores modulares do material do reforço quando o mesmo é compactado com o teor de umidade abaixo da ótima. O contrário ocorre com a elevação no teor de umidade. As variações verificadas são pouco significativas, não traduzindo em melhora ou piora significativa no comportamento do material.
- Quando aplicado em camada de reforço, como solo estabilizado granulometricamente, exige-se grandes espessuras de revestimento de C.A.U.Q., acima de 12,0 cm, quando determinadas para atender as deflexões máximas admissíveis do Procedimento DNER-PRO 11/79.
- Um pavimento pode ser melhor projetado quando se leva em consideração as características resilientes do material e não apenas sua resistência medida pelo valor do ISC.

4 BIBLIOGRAFIA

O presente trabalho foi tirado da Dissertação de Mestrado intitulada "UTILIZAÇÃO DE SOLOS RESIDUAIS SAPROLÍTICOS NA PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA EM SANTA CATARINA", de autoria de Nilton Valle.

Eng. Nilton Valle
Diretor de Estudos e Projetos - DIEP