



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

PAVIMENTO DE CONCRETO SOBRE SOLOS MOLES:

ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR-101 NORDESTE (LOTES 1, 5 E 6)

AUTOR: MARTÔNIO JOSÉ MARQUES FRANCELINO

ORIENTADORES: IVALDO DÁRIO DA SILVA PONTES FILHO

LAURA MARIA GORETTI DA MOTTA

RECIFE
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

F815p

Francelino, Martônio José Marques.

Pavimento de concreto sobre solos moles estudos de caso na Rodovia BR-101 Nordeste (Lotes 1,5 e 6) / Martônio José Marques Francelino. - Recife: O Autor, 2008.

xi, 127 folhas, il : grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2008.

Inclui bibliografia e Anexos.

1. Engenharia Civil. 2. Pavimento de Concreto. 3. Obras Rodoviárias. 4. Pavimentação. 5. Execução. I. Título.

UFPE

624

CDD (22. ed.)

BCTG/2009-064

**PAVIMENTO DE CONCRETO SOBRE SOLOS MOLES
ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR-101 NORDESTE
(LOTES 1, 5 E 6)**

MARTÔNIO JOSÉ MARQUES FRANCELINO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

Prof. Ivaldo Dário da Silva Pontes Filho, D.Sc.
(Orientador)

Prof^a. Laura Maria Goretti da Motta, D.Sc.
(Co-Orientador)

José Orlando Vieira Filho, D.Sc.,
(Examinador Externo)

Lícia Mouta da Costa, D.Sc.,
(Examinador Interno)

RECIFE
2009

À Deus, à minha esposa Onilda e às
minhas filhas Juliana e Daniela, amores e
razão de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Doutores Laura Motta e Ivaldo Pontes pela atenção, senso crítico, amizade, orientação e compreensão do trabalho.

A Andréa, pelo prestativo atendimento na secretaria do curso de Pós-Graduação.

A ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, pelo apoio irrestrito para o êxito deste trabalho na pessoa de seu presidente Renato José Giusti.

Ao Eduardo Moraes um agradecimento especial pelo incentivo, orientação, apoio e compreensão nos momentos difíceis da pesquisa.

Aos amigos da ABCP – Regional Nordeste, Emanuelle Falcão, Simone Parreiras, Martins Sena, Alexandre Maranhão, Carlos Jorge e Luiz Gustavo o agradecimento sincero pela ajuda e respeito profissional.

Aos Engenheiros do Exército Brasileiro, em particular aos Batalhões de Engenharia do 1º Grupamento, que colaboraram no desenvolvimento desta pesquisa, pela ajuda inestimável para a sua realização na pessoa do General Fraxe.

Ao Oziel Gomes e Cláudia Azevedo pelas horas de estudos e apoio didático a realização dessa pesquisa.

Ao Márcio Rocha Pitta (*In Memoriam*), pelos primeiros incentivos ao estudo sobre pavimentos de concreto.

Aos meus pais, pela minha existência e oportunidade de crescimento como pessoa e filho.

A Deus, pelas lições de vida que este estudo me proporcionou.

RESUMO

O volume de obras em pavimento de concreto está crescendo no Brasil e há necessidade premente de melhor entender as peculiaridades de sua execução conforme as características climáticas e do solo da região. A literatura brasileira referente a execução de pavimentos de concreto, resulta na maioria das vezes de pesquisas da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) baseadas em experiências internacionais. Dentro deste contexto, esta dissertação foi desenvolvida com o intuito de captar o conhecimento de especialistas sobre os principais elementos para execução de obra de pavimento de concreto sobre solos moles. Para sua realização, foram utilizadas as experiências obtidas na obra de duplicação e adequação de capacidade da Rodovia BR-101, lotes 1, 5 e 6, cuja responsabilidade de execução foi de Batalhões de Engenharia do Exército Brasileiro. Os resultados confirmaram: a necessidade de reavaliação e incremento da literatura sobre o referido tema, de adequações em alguns equipamentos de execução e que o mercado possui instrumentos de qualidade para monitoração de aterros, que se deve reavaliar as tolerâncias estabelecidas por Norma para cada camada que compõe a estrutura do pavimento, uma vez que o avanço da tecnologia é fato comprovado. Assim, o autor da presente dissertação pretende com a discussão deste caso de obra contribuir para a disseminação do conhecimento gerado, visando evitar insucessos e perda de recursos, aumentar a qualidade do pavimento de concreto em situação de subleitos adversos, melhorar a produtividade das empresas nas construções sobre solos moles, colaborando para o crescimento tecnológico da engenharia geotécnica e rodoviária brasileiras.

Palavras-chave: Pavimento de concreto; obras rodoviárias; execução; pavimentação.

ABSTRACT

The volume of buildings made of concrete's pavement is increasing in Brazil and there is a pressing need of a better understanding about the peculiarities of its execution according to its climatic features and region's ground quality. Brazilian texts referring to concrete's pavements execution is the result of researches by Portland Cement Association of Brazil based on international experiences. Inside this context, this dissertation was developed with the intention of grasping knowledge from specialists about the main elements for the execution of concrete's pavement's work on soft ground. For its realization, were used experiences obtained during duplication and capacity adjustment works on BR-101, lots 1, 5 and 6, which were under responsibility of Brazilian Army. The results confirmed the need of reevaluation and growth of literature about this subject, and there is also a need to adapt some of the equipment used to do the execution. The market has instruments that can monitor the quality of soil and the advancement of technology we should reappraise the tolerances of each layer of the ground, being this advances a real fact. With the increase of new technologies usage on concrete's pavement, this dissertation's author understands that some effort must be made to the dissemination of knowledge generated, with the aim of avoid waste of resources, increase the quality of concrete's pavement, improve the productivity and the companies' public image, collaborating to the technological development of geotechnical engineering.

Keywords: concrete's pavement; land works; execution; pavement; soft soil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 TIPOS DE PAVIMENTOS.....	16
2.2 BREVE HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO.....	18
2.3 CARACTERÍSTICAS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO	22
2.4 PROCESSO CONSTRUTIVO DE PAVIMENTO DE CONCRETO	25
2.4.1 Instalação do Canteiro de Obras.....	26
2.4.2 Preparação do subleito e reforço	27
2.4.3 Execução da sub-base	28
2.4.4 Execução da Placa de Concreto	34
2.4.5 Texturização	50
2.4.6 Cura.....	51
2.4.7 Juntas - Corte e Selagem.....	52
2.4.8 Sinalização	56
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
3 CARACTERÍSTICAS E PROJETO DE ATERROS SOBRE SOLOS MOLES	59
3.1 INTRODUÇÃO	59
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE SOLOS MOLES.....	61
3.3 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES POSSÍVEIS NO CASO EM ESTUDO	68
4 PROCESSO EXECUTIVO DOS ATERROS SOBRE SOLOS MOLES E PROJETO DA INSTRUMENTAÇÃO	72
4.1 INTRODUÇÃO	72
4.2 MÉTODO CONSTRUTIVO DOS ATERROS E OS QUANTITATIVOS DA INSTRUMENTAÇÃO.....	74
4.3 QUANTIDADE E LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS	77
4.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	79
4.5 DESCRIÇÃO SUCINTA DO ACOMPANHAMENTO DE CADA SUBTRECHO ..	80
4.5.1 Subtrecho 01	80
4.5.2 Subtrecho 02	81
4.5.3 Subtrecho 03	83
4.5.4 Subtrecho 04	85
4.5.5 Subtrecho 05	86
4.5.6 Subtrecho 06	88
4.5.7 Subtrecho 07	90
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS.....	94
5.1 CONCLUSÕES GERAIS	94
5.2 CONCLUSÕES SOBRE O PROCESSO ADOTADO NOS ATERROS SOBRE SOLOS MOLES.....	95

5.3 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....97

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....98

**ANEXO A - RELATÓRIO FINAL DE INSTRUMENTAÇÃO DO ATERRO DA
GEOPROJETOS**

**ANEXO B - PARTE DO PROJETO DE EXECUÇÃO, VOL.2 ELABORADO PELA
ATP - ASSESSORIA, TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO LTDA**

**ANEXO C - PARTE DO PROJETO DE EXECUÇÃO, VOL.2 ELABORADO PELA
DYNATEST ENGENHARIA LTDA**

**ANEXO D - ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS, REAÇÃO
ÁLCALI-AGREGADO E CARTA DE DOSAGEM DAS PLACAS DE CONCRETO
LOTE 5**

**ANEXO E - DIRETRIZES BÁSICAS PARA EXECUÇÃO DO PAVIMENTO DE
CONCRETO**

**ANEXO F - METODOLOGIA DA INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA NOS ATERROS
SOBRE SOLOS MOLES - LOTE 1**

**ANEXO G - ORGANOGRAMA DA EQUIPE DE TRABALHO DA ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND NA RODOVIA BR-101**

**ANEXO H - RELATÓRIO DO ENSAIO DA MACRO TEXTURA DO PAVIMENTO DE
CONCRETO (ASTM - E -965/96**

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE PAVIMENTADORAS NO BRASIL	21
FIGURA 2 - ESQUEMA DOS TIPOS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO USUAIS	22/23
FIGURA 3 - EXEMPLO DE CENTRAL DOSADORA E MISTURADORA	42
FIGURA 4 - EXEMPLO DE EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE	43
FIGURA 5 - EXEMPLO DE EQUIPAMENTO DE FORMAS DESLIZANTES	44
FIGURA 6 - EXEMPLO DE TEXTURIZADORA E APLICADORA DE PRODUTO DE CURA	51
FIGURA 7 - FOTOS ILUSTRATIVAS DA OBRA DE ATERRO SOBRE O SOLO MOLE	76
FIGURA 8 – FOTO DA PROTEÇÃO METÁLICA DO INCLINÔMETRO	78

1 INTRODUÇÃO

A ausência de boas estradas tem sido um grande obstáculo para alavancar o crescimento de várias regiões do País. Parte do desenvolvimento do agronegócio, por exemplo, depende da recuperação de trechos e da construção de novas rodovias. Com estradas seguras e bem executadas, as empresas podem reduzir seus custos de viagem e fretes rodoviários, tornando-se mais competitivas. Isto também contribuiria para que os preços dos produtos brasileiros, inclusive dos grãos, fossem mais atrativos para a exportação. Em suma, construir e restaurar estradas colabora para a redução do Custo-Brasil.

Estradas esburacadas, falta de manutenção e soluções inadequadas para o volume de tráfego de determinadas rodovias comprometem a malha viária, atingindo diretamente os cofres públicos e, o que é mais preocupante, a segurança das pessoas. O pavimento de concreto é recomendado em todo o primeiro mundo para fluxos de tráfego acima de 15 mil veículos/dia, em corredores urbanos confinados, rodovias com escoamento de grandes safras, em regiões portuárias, e no transporte de cargas elevadas, entre outros. Nos Estados Unidos, mais de 20% das rodovias é de concreto. Na Alemanha as estradas de alta velocidade são feitas de concreto. Na América Latina, o Chile é o País que mais utiliza concreto em sua malha rodoviária. No Brasil, apenas 4 % da malha rodoviária foi construída com esta tecnologia até 2006.

A pavimentação rodoviária brasileira voltou a adotar de forma expressiva o pavimento de concreto como solução tecnológica considerando vantagens de durabilidade e baixo custo de manutenção a partir da última década. Uma das influências para este retorno foi a introdução de novos equipamentos como usinas

móveis e pavimentadoras de concreto introduzidas no final da década passada como relata Carvalho(1998).

A tecnologia do pavimento de concreto teve sua origem nos Estados Unidos, a partir do experimento do químico George Bartholomew que, em 1893, construiu o primeiro pavimento de concreto. Anos depois, a introdução de equipamentos mecanizados para confecção da placa de concreto, no Estado de Iowa - uma pavimentadora de concreto com forma deslizante (slipform) - foi grande impulso na evolução desta técnica. E a partir deste invento veio uma série de outras inovações tecnológicas, principalmente no que tange às centrais de concreto de grande porte e equipamentos auxiliares de alto desempenho conforme American Concrete Pavement Association (ACPA, 2002).

Giublin (2002) lista várias publicações que evidenciam a disseminação destes equipamentos e seus processos construtivos associados em vários países do mundo, favorecendo a implementação da técnica de pavimentação de concreto em suas rodovias.

O Brasil é considerado um dos pioneiros em sua implantação no mundo, começando, em 1925, nas ruas de Pelotas, Rio Grande do Sul, porém tem-se atualmente apenas 4% da malha rodoviária do Brasil em pavimento de concreto, segundo Confederação Nacional do Transporte - CNT (2006).

A retomada da construção de pavimento de concreto no Brasil, também sofreu influência da entrada de equipamentos modernos, além da forte ação da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) na capacitação de profissionais. No entanto, o conhecimento do gerenciamento destas obras, está ainda restrito a pequeno grupo de especialistas. Na parte de construção de pavimentos de concreto sobre subleitos fracos e sobre solos moles, de maneira geral há pouca publicação a

respeito e demanda agregar na equipe de pavimentação especialistas geotécnicos para a condução a contento. Admite-se assim que o presente estudo de caso, pode contribuir para suprir esta necessidade de divulgação de procedimentos específicos e formalização da tecnologia construtiva, nesta situação de baixa capacidade de suporte do subleito.

Relatórios de especialistas sobre solos moles aliado ao conhecimento existente sobre o processo de construção do pavimento de concreto e o conhecimento não formalizado de especialistas nestas duas áreas, fazem parte desse estudo que se propõe a apresentar objetivamente a metodologia aplicada na rodovia BR-101 Nordeste, lotes 1, 5 e 6, sob responsabilidade de construção do Exército Brasileiro. Serão enfatizados os ajustes realizados durante a construção do pavimento em virtude das condições climáticas da região, onde o autor da presente dissertação teve oportunidade de participar como profissional habilitado pela Associação Brasileira de Cimento Portland, acompanhando o dia a dia da obra.

Destaca-se como finalidade desta pesquisa o esforço técnico e intelectual de responder a seguinte questão: como assegurar consistência tecnológica e eficácia empírica com a utilização de placas de concreto em solos moles? A partir do acompanhamento da obra de duplicação da rodovia BR-101 Nordeste, lotes 1, 5 e 6, nos locais onde esta situação acontece, tomados como um estudo de caso, pode-se chegar a um consenso das necessidades técnicas a serem seguidas.

O objetivo desta pesquisa é: a partir de um estudo de caso apresentar algumas diretrizes básicas para a execução de uma obra de pavimentação de concreto sobre solo mole, explicitando as variáveis mais relevantes a serem consideradas.

Para tanto, este estudo de caso apóia-se na revisão dos conhecimentos existentes nas normas do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT e na captação do conhecimento adquirido pelo autor da convivência com especialistas da área durante a execução das obras de duplicação da rodovia BR-101 nordeste nos lotes 1, 5 e 6.

As diretrizes resultaram do esforço empreendido visando sistematizar as boas técnicas utilizadas pelos Batalhões de Engenharia do Exército Brasileiro na obra de duplicação e adequação da capacidade da rodovia BR-101 Nordeste Lotes 1, 5 e 6.

Quanto à estrutura desta dissertação, o estudo de caso está organizado em 5 capítulos, iniciando com a presente introdução, incluindo as conclusões e uma parte pós-textual: as referências e os anexos.

A **Introdução** apresenta o problema do estudo de caso, o objetivo e os principais argumentos para a realização desta pesquisa.

O **capítulo 2** apresenta os principais tipos de pavimentos, breve histórico do pavimento de concreto, perspectivas de mercado a partir da incorporação dos avanços tecnológicos, processo construtivo de pavimentos de concreto, baseado nas normas e Especificações de Serviço do DNIT, bem como na prática do autor da presente dissertação.

O **Capítulo 3** apresenta as etapas de tratamento utilizado pelo Exército Brasileiro no controle do solo mole, mostrando as principais características desse solo e o projeto de instrumentação adotada para seu acompanhamento.

O **Capítulo 4** refere-se ao processo executivo utilizado pelo Exército Brasileiro para construção dos aterros sobre solos moles, incluindo o controle dos resultados da instrumentação desses aterros.

O **Capítulo 5** apresenta as conclusões finais da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

O **Anexo A** apresenta o relatório final da instrumentação do Lote 1 da Geoprojetos Engenharia Ltda.

O **Anexo B** apresenta parte do Relatório Final, vol.2, item 6.6 - projeto de execução – Soluções Especiais - set/2004 da projetista ATP – Assessoria, Tecnologia e Planejamento Ltda.

O **Anexo C** apresenta parte do Relatório Final, vol.2, item 6.6 - projeto de execução – Soluções Especiais - set/2004 da projetista Dynatest Engenharia Ltda.

O **Anexo D** apresenta Ensaio de Caracterização dos Agregados / Carta de Dosagem do concreto compactado com rolo e das placas de concreto.

O **Anexo E** consta de diretrizes básicas para execução do pavimento de concreto, propostas pelo autor da presente dissertação.

O **Anexo F** apresenta um resumo da Instrumentação de campo utilizada no Lote 1 para monitoramento do aterro sobre solos moles.

O **Anexo G** apresenta o Organograma da equipe de trabalho da Associação Brasileira de Cimento Portland na Rodovia BR-101.

O **Anexo H** apresenta o relatório dos ensaios da macro textura do pavimento de concreto pelo ensaio da mancha de areia, ASTM E-965/96.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um pavimento é definido pela NBR-7207 (1982) como:

Uma estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a:

- a) resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos;
- b) melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c) resistir aos esforços horizontais que nela atuam tornando mais durável a superfície de rolamento.

Souza (1980 apud Giublin, 2002) diz: “o pavimento é a infra-estrutura das rodovias, aeroportos, ruas, pátios e outros locais que recebem cargas móveis, constituído de um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito chamado subleito ou terreno de fundação. Destina-se a resistir e distribuir a este subleito as solicitações oriundas dos veículos e melhorar as condições de rolamento e segurança. É uma estrutura de diversas camadas constituídas de materiais com resistências e deformabilidade diferentes, resultando em sistema de elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações”.

2.1 TIPOS DE PAVIMENTO

Classicamente os tipos de pavimentos são agrupados em duas grandes categorias: pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos. A principal diferença entre os dois tipos de pavimentos está na forma de distribuição das cargas para o subleito, que no primeiro caso é mais concentrada, compartilhando mais o bulbo de tensões entre camadas e no segundo caso mais distribuída na placa de concreto, repassando às camadas inferiores tensões menores.

O pavimento flexível, de forma geral, consiste de uma camada de revestimento asfáltico, construída sobre uma camada de base e uma camada de sub-base, granulares, apoiando-se num subleito compactado.

O pavimento rígido, de forma geral, é constituído por uma placa de concreto de cimento Portland e uma camada de sub-base entre a placa e o subleito.

Há ainda os chamados pavimentos semi-rígidos ou semi-flexíveis que empregam bases tratadas com cal, cimento, e certos tipos de misturas betuminosas, todas bastante resistentes à tração. Também existem os destinados a vias de baixo volume de tráfego: revestidos com cascalhos, solos estabilizados, paralelepípedos entre outros (SOUZA, 1981).

Balbo (1997) apresenta uma proposta de uniformização conceitual, considerando a existência de diferentes nomenclaturas no que diz respeito aos tipos e formas de pavimentos:

- a) O pavimento cuja camada superior, absorve grande parcela dos esforços horizontais solicitantes, gerando pressões verticais aliviadas e bem distribuídas sobre as camadas inferiores deve ser classificado como pavimento rígido.
- b) O pavimento onde a absorção dos esforços se apresenta de forma dividida entre várias camadas, encontrando-se as tensões verticais em camadas inferiores concentradas em região próxima da área de aplicação da carga deve ser classificado como pavimento flexível.

2.2 BREVE HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

De acordo com a ACPA (2008) o pavimento de concreto apareceu nos Estados Unidos da América (EUA), em 1893, com a pavimentação de uma rua em Bellefontaine, no Estado de Ohio. Depois vieram várias estradas nos EUA, e, apesar das dificuldades da época, o pavimento de concreto não demorou a se difundir no mundo.

Darter et al (1992) relatam um histórico do pavimento de concreto em países europeus resultante de um trabalho técnico desenvolvido na década de 1980. Por exemplo, comentam que as primeiras experiências de pavimento de concreto na Bélgica ocorreram em 1925, próximo a Bruxelas. Na Itália, esses pavimentos foram executados entre 1950 e 1975, em pequena escala, não havendo interesse por este tipo de pavimento naquele país. A Áustria apresentava pavimento de concreto em quase 50% da malha. Apesar das Guerras Mundiais, muitos pavimentos de concreto na Alemanha construídos de 1920 a 1930 ainda estavam em uso principalmente nas rodovias federais e aeroportos. A Holanda iniciou em 1950 o uso do pavimento de concreto. A Suíça construía pavimentos de concreto há mais de 70 anos, e empregava, em 1992, programas de melhoria da qualidade para os mesmos. Na França são construídos de 1939 e 1960 em poucas rodovias, e chegando em 1992 a ter 900 km de sua malha em pavimento de concreto.

De acordo com Pinelo (1999), Portugal investiu a partir de 1985 em diversas técnicas de pavimentação, incluindo pavimento de concreto continuamente armado com grande mudança do perfil de suas rodovias, com aumento da capacidade de carga e redução das intervenções de conservação.

Na Espanha, os primeiros pavimentos de concreto foram feitos em 1915, mas poucas obras foram realizadas, mesmo após introdução na década de 1970 de equipamentos de alto desempenho como usinas dosadoras e misturadoras e pavimentadoras de fôrmas deslizantes até 1999 (JOFRÉ e FERNANDEZ, 1999).

O Chile apresentava, em 1999, pavimento de concreto em aproximadamente 21% de sua malha rodoviária.

A partir de 1995, o pavimento de concreto retornou a ser usado pelos países da América do Sul e Central. O México, por exemplo, iniciou um programa nacional para recuperação e implantação de rodovias, que adotou pavimento de concreto em várias obras, utilizando equipamentos de alta produtividade. Foram executados nos cinco anos seguintes mais de 2.500 km de rodovias em concreto no México (GIUBLIN, 2002).

O Brasil foi um dos primeiros países da América do Sul a construir pavimentos de concreto. Algumas ruas da cidade de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul já recebiam este tipo de pavimento, em 1925 e em seguida destacam-se a Estrada do Caminho do Mar em São Paulo, a Estrada de Itaipava no Rio de Janeiro e Trecho da hoje BR-101 em Pernambuco.

Palazzo e Leite (1998) e Vieira Filho (1993), descrevem que na década de 1970, Pernambuco e Rio Grande do Sul chegaram a ter grande parte da malha rodoviária em pavimento de concreto em diversas ruas, avenidas e estradas, com mais de 40 anos de boa serventia. Silva (2009) mostra um balanço da rede de pavimento de concreto da cidade de Recife, relatando a recuperação do pavimento de concreto de uma das mais antigas avenidas da cidade, atual corredor de ônibus.

ABCP (2008) apresenta um pequeno resumo das obras de pavimento de concreto no Brasil:

- a) Década de 1940: Avenida Edson Passos (RJ), rodovias Anchieta e Anhanguera (SP); aeroportos: Guararapes/Gilberto Freire (PE), Zumbi dos Palmares (AL), Pinto Martins (CE), Augusto Severo (RN), Santos Dumont (RJ) e Congonhas (SP);
- b) Década de 1950: principais avenidas da Cidade do Recife, vias urbanas no Rio de Janeiro (RJ);
- c) Década de 1960: rodovias Rio – Petrópolis e Rio – Teresópolis ambas no Rio de Janeiro (RJ), vias urbanas em Recife (PE) e Porto Alegre (RS);
- d) Década de 1970: Vias urbanas no Recife (PE); interligação Anchieta – Imigrantes (SP), rodovia dos Imigrantes (SP), rodovia Sapucaia – Gravataí (RS), aeroporto do Galeão (RJ);
- e) Década de 1980: aeroportos de Cumbica (SP) e Confins (MG); rodovia Pedro Taques (SP), anel viário de Belo Horizonte (MG), rodovia Serra do Rio do Rastro (SC);
- f) Década de 1990: equipamentos importados foram usados para execução dos pavimentos de concreto em obras como: rodovia BR 232 – Recife-Caruaru (PE), Rodoanel de São Paulo (SP), avenida Assis Brasil (RS), rodovia MT -130 (MS), marginais da rodovia Nova Dutra, entre outras.

No website da Confederação Nacional do Transporte - CNT (2008) consta que o Brasil tinha, em 2008, 1.610.076 km de rodovias, sendo 196.094 km pavimentados. Desta extensão, apenas 4% está pavimentada em concreto. Comparando-se aos dados de 2002 desse mesmo boletim, onde consta 2% de concreto, percebe-se que o crescimento da aplicação de concreto está associada a entrada de equipamentos modernos: centrais dosadoras/misturadoras de concreto de grande capacidade de produção e pavimentadoras de formas deslizantes.

Na Figura 1 está mostrada a evolução do número de máquinas pavimentadoras de concreto existentes no Brasil, após a retomada da técnica. Todavia, ainda é um número muito baixo quando comparado ao número de equipamentos para pavimentos de concreto asfáltico.

Nº de Pavimentadoras

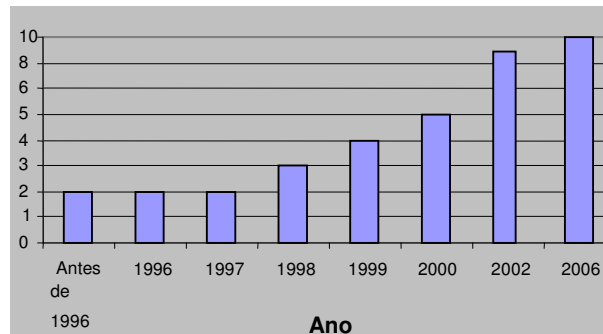


FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE PAVIMENTADORAS NO BRASIL

FONTE: ABCP: Pavimento de Concreto - Vantagens. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cont_pavi2.htm>; acesso em 05 ago 2008.

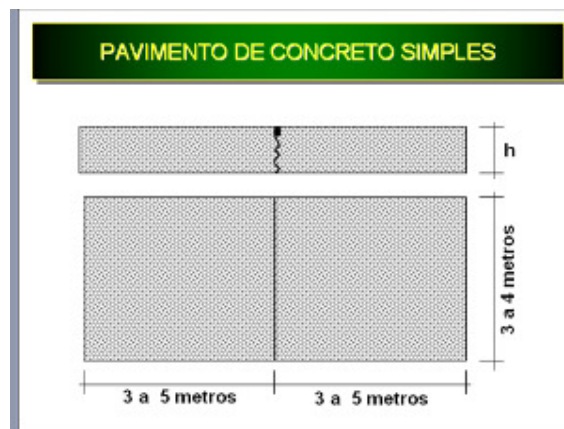
O sistema operacional desses equipamentos é controlado por Placa Lógica de Comando (PLC) que ajusta as quantidades de insumos (cimento, areia e pedras) quando nas usinas e nivelamento, espessura e direção quando pavimentadoras de forma deslizante, contribuindo para um produto final de alta qualidade.

Em 2008 a maior obra rodoviária do país sob responsabilidade do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT) era a obra de duplicação e adequação da capacidade da rodovia BR-101 trecho Natal/RN a Palmares/PE. São quase 400 km de rodovia, em andamento, dividida em oito lotes, toda projetada em pavimento de concreto. Deve se estender até a Bahia em breve, implantando na região nordeste um verdadeiro corredor de alta capacidade de tráfego que contribuirá com o desenvolvimento sócio-econômico da região. Esta

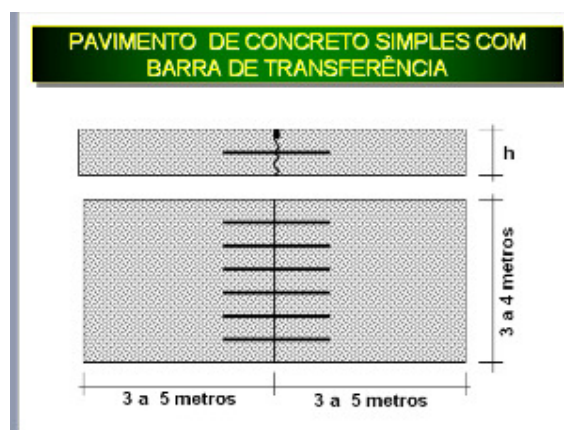
obra está inserida no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal Brasileiro. Parte desta obra é objeto desta dissertação.

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

O pavimento de concreto pode ser: simples, simples com barras de transferência, continuamente ou descontinuamente armado (ambos sem função estrutural), estruturalmente armado e pré-fabricado (ABCP, 2008). Na Figura 2 (A, B, C) mostram-se esquematicamente cada um dos tipos principais usados no Brasil.



(A)



(B)

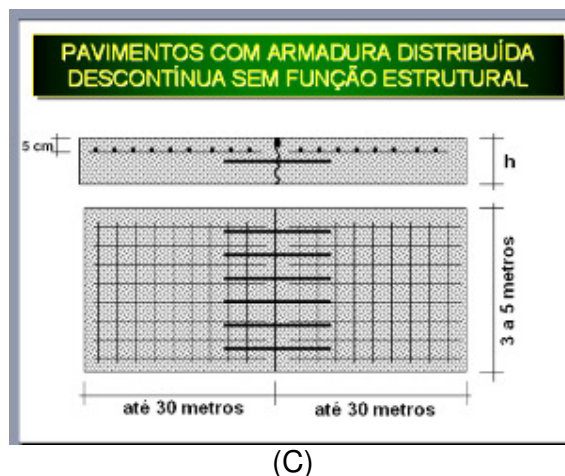


Figura 2 – Esquema dos tipos de pavimentos de concreto usuais (ABCP, 2008).

Do ponto de vista mecanístico ou analítico, o dimensionamento da estrutura de pavimento de concreto depende fundamentalmente da obtenção das tensões e deformações de tração na placa de concreto que são comparadas a valores admissíveis, que são critérios de projeto divididos em dois aspectos: fadiga e erosão.

O pavimento de concreto simples é caracterizado por ser constituído por placas de concreto, que resistem aos esforços de tração, tendo seu dimensionamento comandado pela resistência da própria placa (MEDINA, 1997 e BAPTISTA, 1976). Embora não seja foco desse estudo de caso, ressalta-se que existem vários trabalhos técnicos sobre análises e comportamento estrutural dos pavimentos como: Rufino (1997), Silva (2001), Medina e Motta (2005), Godim (2008) e Silva (2009), entre outros.

O pavimento mais comum nas atuais obras rodoviárias brasileiras, e também o utilizado na obra da rodovia BR-101, é de concreto simples com barras de transferência, composto das camadas descritas a seguir:

- revestimento e base: uma só camada que é a placa de concreto.

- sub-base: concreto rolado; camada complementar à placa de concreto, que visa assegurar a proteção do subleito, uniformizar a capacidade de suporte, diminuir eventualmente a espessura da placa, sendo constituída de material não erodível.
- reforço do subleito: camada intermediária entre o subleito e a sub-base, que visa melhorar a capacidade de suporte do subleito e diminuir eventualmente a espessura da sub-base, utilizando materiais com características de qualidade superiores ao do subleito.

O pavimento de concreto apresenta algumas vantagens que podem ser considerados de grande relevância para vias de tráfego muito pesado, e vias sujeitas a derramamento de materiais combustíveis, entre outras. ABCP (2008) lista algumas vantagens citadas a seguir:

- a) Proporciona boas condições de visibilidade e frenagem, pela claridade e macrotextura superficial da placa de concreto;
- b) Não se deforma plasticamente com tráfego pesado e canalizado;
- c) Caráter reciclável dos materiais utilizados ou uso de matéria prima reciclada;
- d) Resiste a ataques químicos, em particular daqueles produtos utilizados normalmente por veículos automotivos e que podem, eventualmente, serem expelidos;
- e) Serviços de manutenção reduzidos, gerando um custo final em geral menor que do pavimento asfáltico;
- f) O projeto de dimensionamento típico pelo método da PCA-84 indica período de 20 anos com primeira intervenção de selagem das juntas a 10 anos;
- g) Menor necessidade de manutenção periódica, causando menos impacto no tráfego.

Também ABCP (2008) relaciona algumas das principais desvantagens do pavimento de concreto como: liberação ao tráfego só após atendida a resistência final de projeto, não é recomendado para construção por etapas; normalmente o custo de construção para vias de tráfego leve assemelha-se ao de uma via para tráfego pesado e não pode ter tráfego durante sua construção.

2.4 PROCESSO CONSTRUTIVO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

As normas e especificações técnicas, inclusive as de serviços, que são aplicadas no setor rodoviário para pavimentação de concreto no Brasil são aquelas originadas no: DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, nos Departamentos Estaduais de Transporte (DER) e na ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Em algumas circunstâncias podem ser empregadas também normas americanas tais como as da ASTM.

As principais Normas relacionadas a seguir contêm disposições que constituem prescrições para materiais e execução de pavimento de concreto simples por meio mecânico, processo este normatizado pela NBR-7583, e são:

a) Normas ABNT:

NBR 5732; NBR 5733; NBR 5735; NBR 5736; NBR 5738; NBR 5739; NBR 7207;
NBR 7211; NBR 7480; NBR 7680; NBR 8953; NBR 11578; NBR 11768; NBR
12142; NBR NM 47; NBR NM 67;

b) Normas DNIT (e antigo DNER):

DNER-EM 034, DNER-EM 036, DNER-EM 037, DNER-EM 038, DNIT 036/2004–
ME, DNIT 037/2004-ME, DNIT 047/2004-ES, DNIT 048/2004-ES, DNIT
049/2004-ES, DNIT 050/2004-EM, DNIT 056/2004-ES.

c) Normas Internacionais:

ASTM C 42/C42M-04, ASTM C 260-06, ASTM C 309-96, ASTM E 965-96.

Pitta (1998) apresenta a seqüência seguinte como etapas de execução para o pavimento de concreto:

- Inicial - instalação do canteiro;
- 1 - preparo do subleito e reforço;
- 2 - execução da sub-base;
- 3 - execução da placa;
- 4 - texturização;
- 5 - processo de cura;
- 6 - execução das juntas, corte e selagem;
- 7 - sinalização da pista;
- 8 - abertura ao tráfego;
- 9 - desmobilização.

Apresentam-se, a seguir, breves descrições das etapas de execução do pavimento de concreto, consistindo das necessidades e cuidados necessários a serem seguidos. Serão referenciadas normas de cada etapa; para aprofundamento do conhecimento ou dos parâmetros de aceitação das etapas, essas devem ser consultadas. Giublin (2002) também apresenta descrição detalhada destas etapas.

O autor da presente dissertação faz, em alguns dos tópicos, comentários baseados na sua experiência de obras visando enriquecer o debate.

2.4.1 Instalação do Canteiro de Obras

Recomenda-se localização a uma distância média de transporte para as

frentes de serviços de 20 km no máximo. As normas e especificações de mistura do concreto e transporte limitam o tempo de forma a evitar comprometimento nos processos de cura e segregação da massa, podendo afetar de certa forma a vida útil, comprometendo a homogeneidade e o acabamento superficial.

Giublin (2002) desenvolveu uma proposição bastante detalhada sobre este ponto da construção de pavimentos de concreto que deve ser consultada para detalhes e boas práticas.

2.4.2 Preparo do Subleito e Reforço

As operações de preparo do subleito ou fundação são as correções e acertos do leito resultante das operações de terraplenagem. Esta superfície regularizada deve atender às cotas de projeto dentro dos limites de tolerância. A camada até 1,00 metro do terreno ou camada final de terraplenagem é considerada como subleito. No caso de aterro com espessura superior a 1,50 m, construído sobre solo mole com resistência ao cisalhamento abaixo de 50kPa em princípio exige-se remoção desta camada até espessura de 4,0 m, desde que esta corresponda à remoção total.

Para solos com resistência abaixo de 50 kPa e espessuras superiores a 4,0 m, deverão ser feitas análises de estabilidade, previsões de recalques de médio e longo prazo, e estudos comparativos de custos entre a solução de remoção e substituição, e outras soluções técnicas, inclusive de tratamento *in situ*, adotando-se sempre a solução mais econômica.

A especificação de serviço DNER-ES 299/1997 indica a utilização dos seguintes tipos de equipamentos para o preparo do subleito, com profissionais treinados para operar os mesmos: motoniveladora pesada com escarificador; carro

tanque distribuidor de água; rolos compactadores estáticos, vibratórios e pneumáticos; grade de disco e pulvi-misturador.

Toda vegetação e o material orgânico, existentes no leito da via, devem ser removidos. Os solos da camada final de terraplenagem devem ser compactados no mínimo a 95% de sua massa específica aparente máxima seca na energia do proctor normal. Quando o solo natural não for adequado, deverá ser substituído por solo que atenda certas especificações de composição granulométrica e índices físicos para garantir valor mínimo de suporte.

As áreas de estacionamento dos equipamentos deverão estar em locais que não permitam que resíduos de óleos e lubrificantes sejam carregados para cursos d'água. Esse e outros cuidados com o meio ambiente podem ser encontrados em DNER-ES 281 (1997) e DNER-ES 299 (1997).

2.4.3 Execução da Sub-Base

A sub-base é executada de acordo com as prescrições do projeto, deve ser estável, sem expansibilidade e granular para evitar bombeamento de finos. Este bombeamento se refere à expulsão, sob a forma de lama fluida, de baixo para cima, de solo fino plástico porventura existente no subleito ou sub-base do pavimento com a passagem do tráfego (PITTA, 1998).

Em especificações do DNIT e DERs encontram-se tipos de materiais que podem ser utilizados para sub-base de pavimento de concreto, a saber: solo granular; Concreto Compactado com Rolo – CCR (concreto rolado); Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC; solo melhorado com cimento; solo-cimento; concreto pobre ou ainda solo-asfalto.

O presente estudo de caso centra-se na solução adotada na rodovia BR-101(NE), onde a sub-base é de Concreto Compactado com Rolo – CCR, portanto esta será comentada. Os materiais devem satisfazer as exigências da norma DNIT 056/2004 e as citadas nesta, com aprovação da Fiscalização, e armazenamento feito preservando características e qualidade, permitindo fácil inspeção.

A especificação de serviço DNIT 056/2004 - ES apresenta os procedimentos que deverão ser adotados na execução de pavimento de concreto com sub-base de concreto compactado com rolo.

Não existe restrição de uso em pavimento de concreto de qualquer tipo de cimento portland que atenda às normas da ABNT pertinentes e a especificação de materiais DNIT 050/ 2004 - EM. No recebimento do cimento portland a granel, deve ser rigorosamente controlado o certificado de entrega, onde constam características do cimento. Lotes recebidos em épocas diferentes devem ser estocados separadamente e identificados por registros de controle, devendo ser consumidos na ordem cronológica ao recebimento.

Os tipos de cimento Portland mais utilizados em pavimentos de concreto são: NBR-5732 (1991) cimento Portland comum; NBR-5733 (1991) cimento Portland de alta resistência inicial; NBR-5735 (1991) cimento Portland de alto forno e NBR-5736 (1991) cimento Portland pozolânico.

Na obra que serviu de base para o presente estudo, como exemplo, o cimento CP-II – F – 32 com Blaine de até 4000 foi utilizado pelo Exército Brasileiro e o procedimento de armazenamento foi silo metálico de 100 toneladas interligado à usina de concreto, equipado com filtro de proteção.

Os agregados, miúdo e graúdo, devem atender a NBR 7211. A dimensão máxima característica não deve exceder 1/4 da espessura da placa de concreto, ou

50 mm, obedecido ao valor menor. Agregados de tipos ou procedências diferentes devem ser depositados em locais distintos. A estocagem é efetuada em camadas, permitindo a formação de pilhas cônicas quando a descarga evitar a queda livre. Os agregados, miúdo e graúdo, também devem atender as especificações técnicas DNER-EM 037 (1997) e DNER-EM 038 (1997).

Como exemplo de detalhe no controle, na obra objeto do presente estudo foram realizados ensaios de Reação Álcali-agregado (RAA) mostrados no anexo D, devido à existência de uma falha geológica na região em que a obra estava sendo realizada. A reação consiste no surgimento de um gel expensor na superfície do agregado, formado na presença de umidade, reagindo com os álcalis do cimento, provocando tensões internas devido ao aumento do volume.

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser isenta de teores prejudiciais de substâncias deletérias. Presumem-se satisfatórias as águas potáveis e as que tenham pH entre 5,0 e 8,0. Várias características devem ser cumpridas (NBR-7583/1986, DNIT 036/2004-ME e DNIT 037/2004-ME) com os seguintes limites máximos:

- matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido) 3 mg/l;
- resíduo sólido 5000 mg/l
- sulfatos (expresso em íons SO) 600 mg/l
- cloreto (expresso em íons CL) 1000 mg/l
- açúcar 5 mg/l

Em casos especiais, a critério da Fiscalização, podem ser controladas outras substâncias prejudiciais. Os limites mostrados são para as substâncias trazidas ao concreto pelos agregados. Nos casos duvidosos, para verificar se a água é prejudicial, devem ser feitos ensaios comparativos de pega e resistência à

compressão da argamassa, de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

Por exemplo, na obra deste estudo, foi adotado um consumo médio de água em torno de 200l/m³ de concreto, e foi necessário construir um reservatório regulador que servisse de “pulmão”, visto a baixa vazão dos poços na região da instalação das usinas.

Os aditivos utilizados no concreto devem obedecer à NBR 11768 e aos requisitos específicos da norma ASTM-C 260.

Segundo Pitta (1998) a proteção superficial da cura construtiva da sub-base de Concreto Compactado com Rolo (CCR) deve ser executada com material betuminoso, podendo ser emulsões asfálticas catiônicas de ruptura rápida ou média. Na norma DNIT 056/2004 – ES determina o uso de pintura betuminosa em quantidade suficiente para formar uma membrana contínua.

Como exemplo, no projeto em questão neste estudo, a especificação do projeto estabeleceu emulsão asfáltica RR-2C a uma taxa de 0,40 l/m².

O concreto compactado com rolo (CCR) deve ser dosado visando obter uma mistura de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo, e um produto endurecido compacto, de baixa permeabilidade e que satisfaça a resistência mecânica estabelecida no projeto do pavimento.

Na norma DNIT 056/2004 - ES indica-se determinar a umidade ótima e a máxima massa específica aparente seca da mistura e as seguintes características:

- resistência característica à compressão aos 7 dias de $f_{ck} = 5,0\text{MPa}$, em corpos de prova cilíndricos e rompidos segundo a NBR-5739 (1994);
- consumo de cimento: de 80 kg/m³ a 120 kg/m³;
- a dimensão máxima do agregado no concreto rolado não deverá passar de 1/3 da espessura da sub-base a ser construída ou 32mm, obedecido o menor valor;

- considerando a energia definida na dosagem, o grau de compactação (GC) deve ser maior ou igual a 98% em relação a uma densidade máxima de projeto;
- os agregados devem atender uma faixa granulométrica especificada.

Como exemplo, os ensaios de caracterização dos agregados e a carta de dosagens dos materiais da rodovia em questão fazem parte do anexo D desta dissertação.

A especificação DNIT 056/2004 – ES indica os seguintes equipamentos, tendo sempre profissionais treinados para operá-los: central de mistura para dosagem e homogeneização do material, contínua ou intermitente; equipamento mecânico para espalhamento; rolos compressores autopropulsionados do tipo liso vibratório; placa vibratória ou sapo mecânico; caminhão basculante; pequenas ferramentas complementares como pás, enxadas, régua e chapas de aço ou fôrmas para execução das juntas de construção.

A execução da sub-base de concreto rolado passa pelos itens seguintes: mistura, transporte, espalhamento, compactação, cura e, execução das juntas de construção, conforme descrito a seguir.

O concreto para o CCR pode ser misturado em betoneira ou central dosadora misturadora, com materiais medidos em peso com homogeneidade granulométrica.

Os silos devem ser protegidos da chuva, e o teor de umidade do agregado miúdo deve ser medido a cada 2 horas.

O transporte deve ser feito com equipamentos que não provoquem a segregação do concreto, por exemplo: caminhão basculante protegido por lona.

A largura de concretagem da sub-base de CCR deve exceder 50cm, no mínimo, a largura total da placa de concreto. A junta longitudinal de construção não deve ficar situada na trilha de roda do pavimento. O CCR pode ser espalhado

manualmente ou mecanicamente com vibroacabadora de asfalto, distribuidor de agregados ou motoniveladora. A espessura da camada solta deve ser tal que, após sua compactação, seja atingida a espessura de projeto. A cada trecho de 2.500 m², devem ser moldados no mínimo seis exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído de dois corpos de prova cilíndricos.

É importante considerar o tempo entre a adição de água e o fim da compactação para não exceder duas horas. Iniciar a compactação com rolos lisos vibratórios a partir das bordas do pavimento.

A espessura da camada compactada nunca deve ser inferior a três vezes a dimensão máxima do agregado. A umidade de mistura e a densidade, ao final da compactação, devem atender o projeto.

Ao fim da jornada de trabalho será executada junta transversal de construção, com face vertical, em local já compactado. Em geral, deve ser executada junta longitudinal com face vertical e paralela ao eixo da via, não coincidente com a projeção das trilhas de rodas, umedecida antes da colocação da camada adjacente.

Na obra desse estudo, apesar dos 9,00 metros de largura da plataforma, não ocorreram juntas longitudinais devido ao lançamento simultâneo das duas faixas de rolamento por vibroacabadoras, procurando-se obter uma superfície monolítica apenas com juntas de construção transversais.

Tem-se ainda na DNIT 056/2004 – ES cuidados durante a execução da sub-base: proibir tráfego de equipamento fora do corpo estradal, evitando danos à vegetação e interferências na drenagem natural; prevenir para que resíduos dos serviços, como lubrificante e combustível, não sejam levados até os rios.

2.4.4 Execução da Placa de Concreto

O concreto de pavimentos deverá ter sua composição determinada por método racional, conforme as normas NBR 12.655 e NBR 12.821, de modo que se obtenha uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo. A execução da placa de concreto está associada ao tipo de equipamento que será utilizado para o espalhamento do concreto. Dentro deste enfoque, as especificações técnicas do DNIT e as normas técnicas da ABNT definem separadamente cada processo executivo em função dos tipos dos equipamentos. Como exemplo, citam-se: DNIT 047/2004 – ES – pavimento rígido com equipamento de pequeno porte; DNIT 048/2004 – ES - pavimento rígido com equipamento forma trilho e DNIT 049/2004 – ES - pavimento rígido com equipamento forma deslizante.

Para a execução das placas de concreto nesse estudo de caso, tomou-se como referências estas principais especificações técnicas DNIT, algumas considerações de Pitta (1998) e também os procedimentos adotados pelo Exército Brasileiro para execução dos serviços na rodovia em estudo. Os passos desta etapa são relatados em seguida usando onde possível as características da obra em análise como exemplo.

Dosagem

Foi elaborada uma dosagem experimental do concreto, utilizando os materiais disponíveis na região, tendo como parâmetro atender as especificações técnicas de norma e o projeto de dimensionamento do pavimento. A dosagem de concreto foi sendo ajustada, com base nos resultados do controle tecnológico, a partir dos avanços da obra, por profissional especializado;

Controle de produção do concreto

A resistência à tração na flexão foi determinada por ensaio de corpo de prova prismático, confeccionado e curado de acordo com a NBR 5738 e ensaiado conforme a NBR 12142. A resistência à compressão simples foi determinada pelo ensaio de corpo de prova cilíndrico, conforme NBR 5738 e NBR 5739. A consistência foi determinada pelo ensaio de abatimento do tronco de cone, segundo a NBR NM 67. O controle de produção do concreto envolve os procedimentos relativos às atividades na usina de concreto, desde recebimento dos materiais até manutenção e operação da central de concreto (pesagem dos materiais, controle da água de amassamento, abatimento) apresentados a seguir.

Cimento Portland

O cimento Portland empregado no concreto das placas foi o CP II F 32 (NBR 11.578/91), e a fábrica de cimento deve informar, semanalmente, os ensaios diários de controle do processo de fabricação do cimento, que são:

- Finura pelo resíduo na peneira nº 200 (NBR 11579)
- Superfície específica (blaine) (NM 76)
- Tempo de início e fim de pega (NM 65)
- Perda ao fogo (NM 18)
- Resíduo insolúvel (NM 15)
- Resistência à compressão (3,7 e 28 dias) (NBR 7215)

Foram coletadas, quinzenalmente, amostras de cimento para checagem dos resultados fornecidos pelo fabricante. As amostras foram identificadas e armazenadas durante um período de 2 meses. Recomendou-se a verificação da

temperatura do cimento antes do seu descarregamento nos silos de armazenamento.

Agregado miúdo

Atendendo à NBR – 7211, a areia foi estocada em pilhas (lotes) com volume de no máximo 300 m³, formada para um período de trabalho de no máximo dois dias, considerando a mesma procedência ou faixa granulométrica. Cada pilha foi homogeneizada com pá carregadeira, e os lotes de areia foram utilizados em ordem sequencial de formação.

Foram estocadas no laboratório pequenas amostras da areia seca, utilizada na dosagem experimental do concreto da placa. Estas amostras serviram de padrão para o recebimento futuro dos vários lotes de areia. Antes do descarregamento, foi feita inspeção visual do material, referente à contaminação com torrões de argila, materiais vegetais e coloração. Caso o laboratorista constatasse alguma anormalidade, a areia era rejeitada ou descarregada separadamente para melhor avaliação. Semanalmente, ou quando ocorria suspeita na qualidade da areia, coletava-se amostra para os seguintes ensaios:

Granulometria	(NM-248)
Teor de material pulverulento	(NM-46)
Teor de argila em torrões e Materiais friáveis	(NBR-7218)

Agregado graúdo

Atendendo à NBR – 7211, os agregados graúdos foram estocados em pilhas (lotes) com volume máximo de 400 m³, sendo constituído para um período de

trabalho de no máximo dois dias. Cada pilha foi homogeneizada com pá carregadeira, e os lotes utilizados em ordem sequencial de formação.

Também foram estocados, no laboratório, pequenas amostras de brita, utilizada na dosagem experimental do concreto da placa. Estas amostras serviram de padrão para o recebimento. Antes do descarregamento de qualquer brita, foi realizada inspeção visual do material, de granulometria e de teor de material pulverulento. Caso o laboratorista constatasse alguma anormalidade, a brita era rejeitada ou descarregada separadamente para melhor avaliação. Semanalmente, ou quando ocorria suspeita na qualidade da brita, coletavam-se amostras para realização dos seguintes ensaios de caracterização:

Granulometria	(NM-248)
Teor de material pulverulento	(NM-46).

Água

A água empregada na fabricação do concreto foi previamente analisada e atendeu os requisitos da DNIT-036/2004-ME. Antes do início da concretagem, foram coletadas amostras da água para determinação de: pH, matéria orgânica, resíduo sólido, sulfatos e cloretos.

Aditivo

Foram usados os seguintes aditivos plastificante-reductor de água no concreto, conforme DNIT-049/2004-ES e atendendo as especificações da norma NBR-11768 devidamente dosados entre 0,4% e 0,6% do peso do cimento estabelecido para o traço de concreto, conforme as distâncias de concretagem a partir da usina de concreto para garantir a sua trabalhabilidade: Sika 175-PF e o BASF 390N.

Foram exigidos do fabricante, em todos os lotes fornecidos à obra, o teor de sólidos, pH, massa específica e teor de cloreto. Também foram coletadas amostras do aditivo de todos os lotes fornecidos, para eventual confrontação de resultado fornecido pelo fabricante. As amostras foram identificadas e armazenadas durante um período de 2 meses em recipiente de 1,5 litros.

A especificação DNIT 048/2004-ES cita que a dosagem dos aditivos, em princípio, deve ser a recomendada pelo fabricante, podendo ser alterada para mais ou para menos em função dos efeitos obtidos.

Calibração

Antes do início dos serviços de concretagem, verificava-se a calibração das balanças dos agregados, do cimento e dos hidrômetros contidos na usina, feita por empresa credenciada, nos respectivos prazos de validade.

Operação da central

Todas as dosagens dos concretos utilizados na obra tinham carta de dosagem cadastrada na central de concreto. O operador da central e o laboratorista, responsável pelo controle de produção, utilizava-a como parâmetro para fabricação do concreto. Na carta constam os pesos individuais do cimento, do aditivo e dos agregados e o volume d'água, programados para 1 m³ de concreto.

Correção da umidade dos agregados

A umidade da areia foi medida no “speedy” ou pelo método da frigideira, nas seguintes situações: sempre antes do início da fabricação do concreto; a cada duas horas de produção de concreto na usina ou quando na pilha de areia ocorrer

variação maior do que 2% em relação à umidade utilizada na planilha de pesagem para se obter a consistência especificada na dosagem.

Mistura e liberação do caminhão da central

Após o carregamento total dos materiais sólidos e a adição da água de amassamento com o aditivo, o concreto foi homogeneizado no misturador da usina durante no mínimo 40 segundos. Após homogeneização, o concreto foi lançado no caminhão basculante. O ensaio de abatimento do tronco de cone (“slump test”) era realizado e o resultado entregue ao motorista do caminhão numa ficha padrão.

Recebimento do concreto para lançamento

O recebimento do concreto se resumia no preenchimento da planilha de concretagem, onde constavam os seguintes dados: nº de ordem, hora de saída da usina, hora de chegada, abatimento ou umidade, descrição da peça e quantidade de corpos de prova moldados. Além da planilha, o responsável pela recepção do concreto dispunha de um croqui, para localização da área de lançamento.

Aço

O aço utilizado para as barras de transferência e de ligação, no estudo em pauta, obedeceu às recomendações da NBR-7583 (1986) e da NBR-7480 (2007). As barras de transferência foram obrigatoriamente lisas e retas, de aço do tipo CA-25, não se admitindo barras tortas ou com rebarbas provenientes da operação de corte de confecção. Qualquer imperfeição observada era comunicada à Fiscalização, que realizava inspeção detalhada do lote e decidia sobre sua aceitação ou rejeição. Nas

barras de ligação usou-se o aço CA-50 com 12mm de diâmetro, conforme o projeto, a cada 75 cm.

O concreto de pavimentação deve atender os seguintes requisitos:

- Certo valor de resistência à tração na flexão determinada em corpos de prova prismáticos, de acordo com as normas NBR-5738 (2003) e NBR-12142 (1991); uma resistência à compressão simples determinada em corpos de prova cilíndricos, de acordo com as normas NBR-5738 (2003) e NBR-5739 (2007) com idade de controle definida em projeto;
- Um consumo de cimento mínimo de 320 kg/m³;
- Uma relação água / cimento menor ou igual a 0,50 l / kg;
- Abatimento conforme a norma NM-67 de 70mm +/- 10mm
- A dimensão máxima do agregado não deve exceder 1/3 da espessura da placa ou 50mm, obedecendo o menor valor;
- Um teor de ar, conforme a norma NBR NM 47, menor ou igual 0,5%.
- Uma exsudação, conforme a norma NBR 7683, menor ou igual 1,5%.

No caso específico do projeto acompanhado nesta dissertação estes valores específicos atendidos na obra podem ser visualizados na carta de dosagem das placas de concreto (anexo D).

De forma geral, os materiais usuais para cura de concreto de pavimentos poderão ser: água; tecido de juta, cânhamo ou algodão; lençol plástico, papel betumado ou ainda compostos químicos, líquidos capazes de formar películas plásticas. Os compostos líquidos deverão ser à base de PVA ou polipropileno, ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM-C 309 e DNIT 049/2004 – ES.

Como auxílio à decisão das condições de cura do concreto foi usado um ábaco, contido no anexo D, onde através das informações obtidas numa pequena estação meteorológica das temperaturas ambiente e do concreto, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, avalia-se a taxa de evaporação da água contida no concreto.

Por exemplo, no lote 5 da rodovia em questão, as condições climáticas apresentaram umidade relativa do ar e velocidade dos ventos que direcionaram a curva no ábaco de medida da taxa de evaporação do concreto a um índice de forte probabilidade de fissuração plástica. Por isso foi usado a cura química complementada com um geotextil molhado protegendo a placa da agressividade desses fatores climáticos críticos, caracterizando uma cura complementar.

Quanto aos equipamentos para a execução das placas de concreto, tem-se a especificação de cada um nas normas DNIT 049/2004 – ES, DNIT 048/2004 - ES, DNIT 047/2004 – ES.

Porém aqui serão apresentados apenas os tipos utilizados neste estudo de caso relativos a usina de concreto (a); transporte (b); espalhamento (c) e equipamentos auxiliares (d).

a) Usina de concreto

É uma central dosadora com misturador acoplado, como da Figura 3, que dispensa o uso de caminhão betoneira. É, quase sempre, automatizada e de alta produção. A faixa de utilização econômica deste equipamento está para produção acima de 50m³ de concreto por hora.



FIGURA 3 - EXEMPLO DE CENTRAL DOSADORA E MISTURADORA DE CONCRETO
FOTO: FRANCELINO, M.J.M. Schwing Stteter M2. 2007. 1 foto digital

b) Transporte do concreto

A norma DNIT 049/2004-ES especifica que, a partir da adição da água, o período máximo entre a mistura e o lançamento não deverá ultrapassar 30 minutos, sendo proibida “redosagem” sob qualquer forma.

O transporte não pode provocar segregação entre os componentes do concreto. Na obra estudada foram usados caminhões basculantes cobertos por lonas plásticas.

c) Equipamento para espalhamento, adensamento e acabamento do concreto

É o principal equipamento de execução das placas de pavimento e todo o planejamento executivo deve se basear nas suas peculiaridades: produção horária, plataforma de operação, mão-de-obra, número de caminhões e equipamentos complementares disponíveis, entre outros aspectos. O concreto deve ter seu traço dosado para o equipamento escolhido, principalmente no aspecto da trabalhabilidade (GIUBLIN, 2002).

Os equipamentos de execução de pavimentos de concreto, segundo as normas ABNT e ainda segundo Pitta (1998) são de três tipos: pequeno, médio e

grande porte. No presente estudo apresenta-se apenas os dois tipos utilizados na obra de duplicação da rodovia como descrito a seguir.

Equipamento de pequeno porte

A produção de concreto destes equipamentos varia entre 300 e 400m² por dia, equivalente a cerca de 50 a 55m³ diários de concreto (PITTA, 1998). É o tipo mais utilizado no Brasil apesar do grande número de trabalhadores requerido para a concretagem. É aplicável para pavimentos com até 22cm de espessura de concreto, e sua aplicação na rodovia analisada foi restrita aos encontros de obras de arte e algumas interseções. As formas são as guias das régua ou das treliças que permitam o seu perfeito rolamento como mostrado no exemplo da figura 4.

Basicamente no processo de execução utilizam-se: formas de contenção lateral para o concreto, podendo ser metálica, de madeira ou ainda mista; vibradores de imersão, usualmente de diâmetro maior que 50mm; régua ou treliça vibratória, com motor a gasolina e de deslocamento manual; régua acabadora de madeira.



FIGURA 4 – EXEMPLO DE EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE
FOTO: FRANCELINO, M.J.M **Régua Treliçada Vibratória**. 2008. 1 foto digital

Vibroacabadora de forma deslizante (Equipamento de grande porte)

A especificação técnica DNIT 049/2004 - ES apresenta as características de equipamento de forma deslizante de bitola regulável (exemplo Figura 5): estrutura montada sobre chassi de esteira ou de rodas pneumáticas, receptor frontal de concreto, sistema vibrador, régua regularizadora oscilante e acabadora além de sistema de controle eletrônico de direção e nivelamento por “fio-guia” que garante a qualidade do pavimento acabado.



FIGURA 5 – EXEMPLO DE EQUIPAMENTO DE FORMAS DESLIZANTES
FOTO: FRANCELINO, M,J,M. Wirtgen - SP-850. 2007. 1 foto digital

d) Equipamentos complementares

Segundo as especificações DNIT 049/2004-ES, diversos equipamentos manuais podem ser utilizados na execução das placas de concreto: máquina de cura química, máquina de serrar juntas, pontes de serviço, vassouras, entre outros. A NBR-7583 (1986) define ferramentas de acabamento que devem estar na obra e alerta, especificamente, para a necessidade de régua de 3,0m de comprimento para

controle do desempenho. Também são nomeados nestas especificações os profissionais necessários.

As especificações do DNIT 049/2004-ES, DNIT 048/2004 – S, DNIT 047/2004 - ES, a norma NBR-7583 (1986), (PITTA,1998) e Giublin (2002) apresentam a seguinte seqüência de execução: assentamento de formas e/ou trilhos e preparo para a concretagem (1); fixação das barras de transferência e de ligação (2), confecção e mistura do concreto (3), transporte (4), lançamento (5), espalhamento (6), adensamento (7), acabamento (8) e controle de qualidade (9).

1) Assentamento de formas e/ou trilhos e preparo para a concretagem

Antes da concretagem as formas deverão estar limpas e untadas com óleo, para facilitar a desmoldagem, assentes de acordo com o alinhamento do projeto, uniformemente apoiadas sobre a sub-base, fixadas através de pinos de aço.

A desmoldagem deve ser no mínimo 12 horas após o acabamento ou quando da constatação do endurecimento do concreto, para que não ocorra esborcinamento nas juntas. DNIT recomenda para esta etapa não aplicar golpes fortes de marreta ou instrumento similar.

Nas obras com pavimentadora de forma deslizante é necessário implantação de sistema de referência com linhas sensoras, afastadas lateralmente do equipamento em torno de 1,50m, de onde a topografia transfere as cotas das notas de serviço, respeitando e compensando o afastamento, adequadamente esticadas, tensionadas e sem catenárias. É de fundamental importância o correto alinhamento e nivelamento destas linhas sensoras, devendo este ser verificado sistematicamente, antes do início de cada jornada de trabalho.

Devem ser evitados choques ou deslocamentos da linha sensora que

provoquem alterações no nivelamento e alinhamento do pavimento acabado. Caso ocorra, a concretagem deve ser imediatamente interrompida, até que seja reposicionada, garantindo-se o nivelamento e alinhamento originais. A correta aplicação deste sistema é um aspecto importante na garantia de elevada qualidade durante a construção.

2) Fixação das barras de transferência e de ligação

As barras de transferência são obrigatoriamente de aço, lisas e retas, com diâmetro e comprimento dados no projeto. Admite-se sua instalação tanto previamente quanto durante a concretagem. Em qualquer caso, o processo de instalação deve garantir sua imobilidade na posição adequada, mantendo-as paralelas à superfície e ao eixo longitudinal do pavimento.

No estudo de caso apresentado, apenas no lote 5 a instalação foi durante a concretagem porque a pavimentadora utilizada apresenta um dispositivo mecânico que empurra por vibração as barras no concreto já pré-adensado. Este dispositivo é encontrado em alguns equipamentos modernos de formas deslizantes, denominado insersor de barras DBI (*Dowel Bar Inserter*).

As barras de aço utilizadas como barras de ligação, de diâmetro e comprimento indicados no projeto, devem estar limpas, isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto. As barras de ligação externas, instaladas nas juntas longitudinais de construção, serão inseridas automaticamente pela vibroacabadora, nas posições previstas em projeto. As barras de ligação centrais, instaladas nas juntas longitudinais de articulação, podem ser pré-colocadas manualmente ou colocadas automaticamente pela vibroacabadora, a

critério da executante e aprovada pela fiscalização, obedecidas as posições previstas em projeto (CARVALHO, 2001)

3) Confeccção e mistura do concreto

A norma NBR-7583 (1986) estabelece a necessidade de equilíbrio entre a produccão do concreto e seu respectivo lançamento na pista, fazendo ressalvas para que no planejamento considere-se além das características dos equipamentos de execuccão o cronograma previsto para a obra.

No estudo de caso desta dissertação, a utilização da central de concreto dosadora e misturadora, com capacidade nominal de aproximadamente 90 m³/hora, atendeu satisfatoriamente a necessidade de lançamento à frente do equipamento através de caminhões basculantes, possibilitando uma excelente produtividade.

4) Transporte

Tanto a norma NBR-7583 (1986) quanto as especificações do DNIT pertinentes não relacionam equipamentos que podem ser utilizados para o transporte, apenas ressaltam a fundamental importância de se evitar a segregação do concreto de maneira que a massa se mantenha homogênea até o seu lançamento. Como já comentado, na obra analisada foram usados caminhões basculantes, com sucesso.

5) Lançamento

O intervalo máximo de tempo permitido entre a adição de água e o lançamento do concreto será de 30 minutos. A critério da fiscalização, caso sejam adotadas medidas eficientes de impedimento do início da pega do concreto, admite-

se tempo de até 60 minutos. Deve ser exigida a alimentação contínua do equipamento. O lançamento com o caminhão de ré à frente da máquina colabora para que a pavimentadora mantenha velocidade constante de operação, devendo-se evitar ao máximo as interrupções que podem causar desconforto ao rolamento após o endurecimento do concreto (CARVALHO, 2001).

6) Espalhamento

A depender do equipamento utilizado para execução do pavimento, o concreto será espalhado de maneira que atenda a largura e sua respectiva espessura dentro da faixa planejada. Quando é utilizada régua vibratória podem ser usadas ferramentas manuais tipo: enxadas, pás e vibradores de imersão. Os equipamentos de formas deslizantes trazem acoplado um dispositivo para tal função como uma rosca tipo sem fim, que faz o espalhamento da massa jogada à frente.

Pitta (1998) apresenta uma recomendação importante: o concreto espalhado deve resultar numa camada homogênea, contínua e solta, possibilitando que após seu adensamento a espessura final atenda o estabelecido em projeto.

7) Adensamento

Nas vibroacabadoras de forma deslizante o processo de adensamento é realizado por conjunto de vibradores acoplados ao equipamento, espaçados entre si em torno de 40 cm cobrindo toda largura da faixa concretada. Recomenda-se que a velocidade da pavimentadora seja tal que possibilite bom acabamento mecânico e evite paradas por falta de material na frente de serviço.

Esse banco de vibradores acoplados a pavimentadora são regulados através de dispositivos que ajustam suas rotações/amplitudes, e os bordos são mais

sensíveis. A tecnologia do concreto deve atender a trabalhabilidade ideal da massa, e o ensaio de abatimento do tronco de cone é o parâmetro recomendado. Deve-se ter o cuidado de evitar altura de concreto acima do dobro da espessura da placa acabada, o que dificulta o avanço natural da pavimentadora.

Para possíveis variações no *slump* do concreto é recomendada a utilização de formas metálicas para contenção do concreto, assim os reparos podem ser realizados com o concreto ainda fresco.

É de fundamental importância (DNIT 047/2004 – ES e 048/2004 – ES) que os equipamentos estejam perfeitamente limpos, nivelados e ajustados, pois o formato final do acabamento geométrico será definido durante a realização desta etapa.

8) Acabamento

Após a passagem da pavimentadora sobre a massa de concreto fresco, uma régua acabadora mecanizada acoplada realiza o acabamento superficial, através de movimentos tipo vaivém, complementado por desempenadeira metálica manual usada próxima às bordas.

Uma ponte de serviço acompanha a pavimentadora para reparos localizados, utilizando-se ferramentas usuais de pedreiro como colher e desempenadeira metálica, devendo-se fazer uma verificação através de régua de alumínio com 3,0 metros de comprimentos do correto nivelamento ao longo da concretagem.

9) Controle de qualidade

Cada etapa da execução tem peculiaridade com relação à qualidade. Cuidados especiais são destinados à confecção dos corpos de prova para controle das resistências à tração na flexão e à compressão simples visando atender as

normas, por exemplo: NBR 7680 (1983), NBR 12142 (1991), NBR 5738 (1994), NBR 5739 (1994) e DNIT. Nestas são descritos em detalhes as características destes controles.

2.4.5 Texturização

Para Carvalho (2001), a texturização do pavimento deve ser realizada imediatamente após a perda do brilho superficial da superfície acabada. A escolha do tipo de apetrecho ou dispositivo a ser usado é feita no projeto ou determinada pela fiscalização, que deve analisar as condições ambientais, as características das solicitações, a topografia e a geometria do pavimento. Trata-se do acabamento final do pavimento, uma das finalidades é propiciar macrotextura que contribui para o aumento da aderência entre a superfície da placa e os pneumáticos dos veículos.

Por exemplo, na rodovia a que este estudo de caso se refere, foi necessário realizar testes com texturizações variadas, em função do peso da vassoura, medir através do ensaio de mancha de areia (ASTM E-965/96), que estabelece uma faixa adequada para macrotextura entre 0,5 mm e 1,2 mm. Após vários testes a técnica e procedimentos que conduziram à faixa de macrotextura entre 0,8mm e 1,2mm foi a adotada para toda a extensão da obra (relatório dos ensaios faz parte do anexo H).

A texturização pode ser realizada de forma mecânica utilizando-se o mesmo equipamento que faz a aplicação do produto de cura, que possui em sua parte inferior, uma estrutura acoplada para tal finalidade. Devido às irregularidades eventualmente encontradas na plataforma de trabalho e o equipamento movido por tração própria não possuir sensores reguladores de nível, sua utilização fica restrita. Um exemplo de texturizadora mecânica está mostrado na Figura 6.

Os serviços de texturização normalmente são realizados por serventes quando feita manualmente ou pelo operador da texturizadora quando realizada mecanicamente. As recomendações do DNIT indicam que a operação seja iniciada logo após a conclusão do acabamento superficial.

Na obra em estudo os serviços de texturização foram iniciados assim que desaparecia o brilho superficial da superfície das placas e antes do início de pega do concreto.



FIGURA 6 – EXEMPLO DE TEXTURIZADORA E APLICADORA DE PRODUTO DE CURA
FOTO: FRANCELINO, M,J,M. **Terex CMI – TC 2604**, 2002. 1 fot.: color.; 10 x 15cm.

2.4.6 Cura

A cura do concreto deve ser preferencialmente realizada com produto químico que forma película plástica, atendendo á norma ASTM C 309. A taxa varia entre 0,25 l/m a 0,50 l/m ou pode ser definida pelo fabricante conforme as condições climáticas locais, sendo devidamente aprovada pela fiscalização.

A aplicação é feita através de equipamento autopropelido com bomba e barra espargidora, em toda a largura da faixa, iniciada logo após o término da texturização, assim que o concreto tenha perdido o brilho superficial e adquirido resistência superficial suficiente para as pressões dos bicos espargidores. Visa impedir a rápida evaporação da água de amassamento do concreto e manter temperatura uniforme e próxima da ambiente. Também devem ser aplicados nas faces laterais do pavimento imediatamente após a aplicação sobre a superfície, buscando cura uniforme de toda a massa de concreto. Também pode ser aplicada uma segunda demão do produto, a critério da fiscalização, verificada as condicionantes climáticas do local.

2.4.7 Juntas - Corte e Selagem

Todas as juntas longitudinais e transversais devem estar em conformidade com as posições exatas indicadas no projeto, ser contínuas em todo o comprimento, não sendo permitido desvios de alinhamento superiores a 5mm (CARVALHO, 2001). Os vários tipos de juntas são descritos sucintamente a seguir.

Junta Transversal Serrada

Tem como exigência básica que o concreto apresente uma superfície semi-endurecida para que seja possível um plano de corte. Dependendo do tipo de cimento utilizado e das condições climáticas locais prevê-se um tempo entre 6 e 12 horas após sua confecção na usina de concreto.

As atividades de corte devem ser iniciadas o mais cedo possível, condicionada a que, ao se iniciar a serragem, não ocorram esborcinamento nas

bordas das juntas. O surgimento de esborcinamento indica que o concreto ainda se encontra sem condições de corte por baixa resistência mecânica. Neste caso é necessário tempo de espera maior, verificado experimentalmente, através de nova tentativa de início de serragem.

A principal função desse tipo de junta é combater o aparecimento de fissuras devidas à retração volumétrica do concreto, em função da retração hidráulica que ocorre durante a passagem do estado elástico para o estado plástico (PITTA, 1998).

Outro aspecto importante é dimensionar o número de máquinas de serrar em função da produção diária. As juntas devem ser posicionadas através da topografia, representadas por pontos fixos nas margens da pista. Devem ser retilíneas e normais ao eixo longitudinal do pavimento, exceto em casos particulares estabelecidos no projeto. Para Carvalho (2001) não se pode admitir, em hipótese nenhuma, que a profundidade do corte fique inferior à especificada em projeto, constatando esta exigência com emprego de gabarito metálico.

Junta Transversal de Construção

Caracterizada por delimitar a jornada diária de trabalho ou nos casos fortuitos de interrupção da execução do pavimento, por exemplo, devido a acidentes pessoais, quebra de equipamentos, chuvas repentinas de grande intensidade, entre outras. Essas juntas deverão prioritariamente ser coincidentes com as juntas de contração transversal indicadas em projeto; na impossibilidade da coincidência, recomenda-se que se faça uma junta transversal de emergência para posterior correção na retomada do segmento.

Junta Longitudinal de Seção Enfraquecida

Tendo como função principal combater as variações térmicas do concreto,

provocando empenamento restringido devido às variações de tensões geradas durante dia e noite, também devem ser executadas no concreto semi-endurecido, num prazo máximo de 24 horas. Na obra deste estudo de caso, estas juntas longitudinais foram executadas imediatamente após a conclusão da serragem das juntas transversais.

A profundidade do corte também não pode ser inferior à especificada em projeto, podendo ter sua constatação com emprego de gabaritos metálicos.

Junta Longitudinal de Construção

Estabelecidas em projeto, estas juntas de construção podem ser executadas acoplando-se à pavimentadora, fôrmas metálicas de formato definido, como o tipo macho-fêmea, por exemplo, exigindo-se nas bordas da placa atenção especial no acabamento.

Junta de Expansão

Normalmente usada nos encontros do pavimento com obras de arte (pontes e viadutos), também é chamada de junta de dilatação. Tem por função controlar o deslocamento longitudinal por dilatação do concreto em períodos de temperaturas elevadas (SENÇO, 2001).

As especificações do DNIT e a NBR-7583 (1986) estabelecem a necessidade da conformidade com o projeto. Seu correto emprego e execução propiciam um desempenho superior, visto que são pontos suscetíveis de ocorrência de defeitos.

Por exemplo, na obra desse estudo, as juntas longitudinais em tangente foram marcadas topograficamente a cada 6,0 (seis) metros e nas curvas a cada 3,0 (três) metros.

Selagem

Após o primeiro corte da junta, na profundidade de projeto, faz-se alargamento da mesma em espessura menor, com abertura de um segundo corte, que se destina a formar reservatório para o selante, também através de serra de disco diamantado. Em seguida, realiza-se lavagem com água pressurizada, nas paredes internas da junta, de modo a retirar a nata de cimento que fica impregnada durante a operação de corte. Finaliza-se com limpeza fina com jatos de ar comprimido para retirada dos resíduos soltos. O material selante deve ser cuidadosamente colocado no interior do sulco, sem respingar na superfície, e em quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento.

O selante pode ser:

- moldado a quente: mástiques elásticos bi-componentes;
- moldado a frio: resinas epoxílicas, polissulfetos, silicones ou polimercaptanos;
- pré-moldado: poliuretano, polietileno, poliestireno, cortiça ou borracha sintética.

É comum o enchimento da parte inferior desta junta, para diminuir o custo, com emprego de materiais como tarugo de poliestireno, por exemplo. Maiores esclarecimentos sobre tipos de materiais selantes e práticas recomendadas podem ser encontrados na norma DNIT 046/2004-EM e DNIT 049/2004-ES.

Nas especificações DNIT 049/2004 – ES, DNIT 048/2004 – ES, DNIT 047/2004 – ES, os equipamentos recomendados para os serviços de corte e selagem das juntas são serra com disco diamantado com diâmetro e espessura apropriada, motor elétrico ou a explosão, aplicador de selante e compressor de ar, todos com operadores treinados para tal uso.

São utilizados normalmente nas juntas de expansão materiais de enchimento compressível destinado a separar as duas estruturas de concreto; a parte superior

onde ocorre a selagem, também deve possuir propriedades aptas a responder aos movimentos de compressibilidade e elasticidade.

A selagem da junta constitui a última etapa da execução da placa, está condicionada à completa limpeza e secagem dos sulcos, com compressores de ar.

2.4.8 Sinalização

A sinalização horizontal e vertical consiste num conjunto de símbolos, marcas e legendas conforme definido em projeto, desenvolvido para propiciar segurança e conforto ao usuário, aplicada sobre a superfície da rodovia e seus contornos (DNER-ES 339, 1997). O Código de Trânsito Brasileiro define que nenhuma via pavimentada pode ser entregue após sua construção sem estar devidamente sinalizada vertical e horizontalmente.

No caso do pavimento de concreto há certa dificuldade nas pinturas de sinalização horizontal na cor branca, que faz parte da normalização brasileira, tendo em vista que não se destacam na superfície do concreto. Neste caso, a recomendação é utilizar um fundo preto em largura pouco maior que a prevista para tinta branca antes de aplicação desta, buscando obter contraste mais adequado.

A abertura ao tráfego será efetuada somente após a garantia de atendimento da resistência à tração e à compressão do concreto, estabelecidas em projeto, inclusive garantindo a cura completa da última placa executada, para que não haja esforços excessivos sobre a via de concreto prematuramente. O pavimento de concreto é muito sensível à relação entre a tensão de tração gerada pela carga externa e a resistência á tração do concreto. Como exemplo, se esta relação for de 0,85 o número de repetições admissíveis da carga que gerou esta tensão é de 30

passagens, se a relação for de 0,75 este número passa a 490, para relação de 0,65 é 8.000 e para 0,55 já sobe para 130.000 repetições do eixo. Portanto, garantir a completa cura do concreto e o atendimento aos critérios de projeto (resistência e espessura principalmente) é fundamental para o sucesso da obra e para não haver ruptura precoce de nenhuma placa.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O autor da presente dissertação julga preocupante a falta de informação dos cuidados necessários durante o processo de cura da placa de concreto, em locais onde a taxa de evaporação do concreto esteja próximo de 1 kg/m²/h. Este fato ocorreu na obra acompanhada, e foi necessário a utilização de cura complementar para se combater as fissuras de retração plástica, utilizando-se tecidos umedecidos sobre a cura química. Julga o autor ser importante indicar nos manuais e normas a utilização de equipamentos para aferição de fatores climáticos (temperatura ambiente, umidade relativa do ar e velocidade do vento) para interpolação com a temperatura do concreto. Mensurada a referida taxa esta vai orientar de forma eficiente os critérios de cura a serem empregados. O gráfico apresentado neste estudo, no anexo-D, permite fazer este balanço que é pouco conhecido e divulgado.

O processo de construção de obras de pavimentação de concreto no Brasil deve atender as normas e especificações do DNIT, do antigo DNER, dos Departamentos Estaduais de Transporte e da ABNT, que sintetizam as orientações construtivas necessárias para sua realização. No entanto, estas normas e especificações podem e devem ser revistas e melhoradas com maior frequência pois a quantidade de obras de pavimento de concreto realizadas nos últimos anos no

país e no mundo já permitem melhorias substanciais nos processos que devem se refletir em revisões periódicas das mesmas.

Observa-se que tanto na literatura pesquisada sobre pavimento de concreto como na obra de duplicação da rodovia BR-101, lotes 1, 5 e 6, a seqüência lógica para as etapas de construção seguiram o estabelecido: instalação do canteiro; preparo do subleito; execução da sub-base; execução da placa; texturização; processo de cura; execução das juntas - corte e selagem; sinalização da pista; abertura ao tráfego e desmobilização. As descrições e cuidados de cada etapa, foram apresentados baseados nesta obra onde ocorreu o estudo de caso.

Nesta pesquisa não foram descritos os parâmetros de aceitação de resistência, espessura, verificação suplementar e outras por fugir ao escopo desta dissertação, como comentado nas considerações iniciais.

O autor da presente dissertação julga também ser necessário um estudo mais detalhado da importância e funcionamento do dreno sub-superficial construído em toda extensão da rodovia em questão, avaliando se a velocidade de escoamento das águas captadas está dentro do previsto em projeto e se realmente estão disciplinando o seu curso não prejudicando o leito estradal nem o entorno.

3 CARACTERÍSTICAS E PROJETO DE ATERROS SOBRE SOLOS MOLES

3.1 INTRODUÇÃO

O projeto de aterros sobre solos moles compreende várias atividades conforme Instrução de Projeto do Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo - DER-SP (IP-DE-G00/003, abril 2006), que estão apresnetadas a seguir.

Estudos preliminares

- caracterização inicial, para as várias alternativas de traçado, das ocorrências de solos moles identificando os locais de ocorrência e as extensões aproximadas de cada um;
- proposição de alteração do traçado de modo a evitar ou minimizar a passagem sobre áreas de ocorrências de bolsões de solos moles;
- proposição de alternativas de soluções de estabilização para cada alternativa de traçado em estudo.

Projeto básico

- caracterização completa, para a alternativa de traçado eleita, das ocorrências de solos moles delimitando os limites de ocorrência e as espessuras de cada depósito;
- programação e execução de investigações geotécnicas, constituída inicialmente por sondagens à percussão e à barra-mina;

- definição se a solução de substituição total da camada de solo mole é viável o que ocorre se o volume existente for de pequena monta;
- execução de investigações complementares e ensaios especiais visando a obtenção de parâmetros de resistência e deformabilidade dos solos moles, caso a solução de substituição total da camada de solo mole não seja viável;
- interpretação dos resultados e definição de parâmetros para análises;
- avaliação da resistência e deformabilidade dos solos moles;
- avaliação da estabilidade dos taludes dos aterros;
- estimativa dos recalques por adensamento;
- estudo e escolha da solução para estabilização;
- concepção do tratamento a ser utilizado para estabilização dos recalques.

Projeto executivo

O projeto será feito considerando os seguintes passos adicionais:

- Investigações geotécnicas complementares com a finalidade de melhorar a precisão dos limites de ocorrência dos solos moles e dos valores representativos de parâmetros geotécnicos adotados nas análises;
- detalhamento da solução de estabilização;
- elaboração do método construtivo;
- elaboração do plano de instrumentação para acompanhamento;
- liberação das etapas do método construtivo tais como:
 1. Marcação dos off-sets;
 2. Remoção parcial do talude existente na pista antiga, quando for o caso de duplicação, para junção com o novo aterro até a cota do terreno natural;

3. Escavação de vala da parede drenante no pé do talude removido e preenchimento com areia;
4. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo em sua extensão;
5. Espalhamento da primeira metade da camada drenante de areia;
6. Colocação de geogrelha flexível de poliéster de alto módulo;
7. Espalhamento do restante da camada drenante de areia, cobrindo toda largura e extensão da geogrelha;
8. Instalação dos instrumentos de controle: Medidor de recalque, Piezômetro pneumático e Inclínômetro;
9. Execução do aterro em camadas uniformes de no máximo de 0,20m de espessura;
10. Execução do aterro de sobrecarga temporária;
11. Retirada da sobrecarga após análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE SOLOS MOLES

De posse do mapeamento geológico da faixa de domínio, elaborado pelos estudos geológicos, com as regiões de ocorrência de solos moles indicadas, deve haver interação com o projeto geométrico orientando a busca do melhor traçado, de modo a diminuir os custos de implantação da rodovia devido à necessidade de soluções para tratamento de solos moles.

Como regra geral, deve-se buscar o traçado que evite a passagem sobre regiões de solos moles. Caso não seja possível, deve-se orientar para que seja diminuída a altura do greide nessas regiões, permitindo soluções para estabilização

menos onerosas. Neste caso, os estudos hidrológicos devem ser conduzidos paralelamente, já que existe restrição quanto ao greide mínimo devido à cota de inundação da área, além de dimensões mínimas de galerias.

A caracterização das ocorrências de solos moles consiste em se mapear estas regiões, tanto em extensão como em profundidade. Esta atividade deve ser desenvolvida pelos estudos geológicos, pedológicos e geotécnicos, principalmente durante o mapeamento preliminar da faixa de domínio e depois por plano de amostragem convenientemente elaborado.

Devem ser executadas investigações geotécnicas destacando que os ensaios especiais de campo e laboratório para obtenção de parâmetros de resistência ao cisalhamento e deformabilidade das camadas de solos moles, só devem ser executados após o conhecimento prévio da extensão e espessuras daquelas e, principalmente, da análise para avaliar se é possível ou não a sua substituição total.

A caracterização dos depósitos de materiais de baixa consistência deve ser representada nas plantas de mapeamento geológico e pedológico da faixa de domínio. As espessuras das ocorrências devem ser representadas com base nos perfis geométricos da rodovia em seções geológicas e pedológicas representativas do trecho em estudo. Nestas seções, deve-se posicionar todas as sondagens executadas de maneira a possibilitar inferir as seções das camadas de solos ocorrentes, a posição do nível d'água, etc. As seções longitudinais devem conter o greide do projeto geométrico, as transversais, as plataformas viárias e as benfeitorias lindeiras, além da faixa de domínio.

Análise da Viabilidade da Substituição do Solo Mole

Segundo a Instrução de Projeto do DER-SP (IP-DE-G00/003) deve-se analisar a viabilidade da substituição do solo mole, após caracterização das ocorrências e otimização do traçado, em planta e perfil, visando evitar ou minimizar a passagem do traçado sobre aquelas.

A substituição do solo mole, quando total, resolve os problemas de estabilidade global e recalques do aterro viário. Quando parcial, estes problemas são minimizados. Como regra geral, a solução de substituição total em ocorrências de solos moles com espessuras de até 3,0 m é técnica e economicamente viável para aterros de grande altura.

Entretanto, deve-se considerar fatores ambientais, já que os materiais provenientes das cavas de remoção são inservíveis e devem ser dispostos adequadamente em áreas de depósito, além de considerar a distância de transporte dos mesmos e dos materiais substitutos nos estudos econômicos.

A substituição parcial, quando adequada, resolve o problema da estabilidade global, porém os problemas de recalques por adensamento permanecem dependendo das dimensões relativas entre a altura do aterro e a espessura da camada de solo mole.

O material de enchimento da cava de remoção, como em geral se trata de área com nível d'água elevado, deve ser constituído por material inerte granular até o nível em que seja possível, inclusive com previsão de uso de bombeamento de vala, e do prosseguimento do reaterro com solo compactado a seco.

A delimitação das áreas com substituição de solo mole, deve ser feita nos desenhos em planta do projeto geométrico. Nas seções longitudinais e transversais, indicam-se os limites de substituição e as espessuras previstas.

Escolha da Solução para Estabilização

Segundo ainda Instrução de Projeto do DER-SP (IP-DE-G00/003), caso se conclua que a substituição total da camada de solo mole não é viável, deve-se proceder estudo para escolha da solução para estabilização e do aterro que deverá ser construído sobre o solo mole.

As seguintes soluções são comumente utilizadas, para o caso de aterros rodoviários, de maneira isolada ou de maneira combinada:

- execução de bermas de equilíbrio, respeitando-se o limite da faixa de domínio;
- aceleração de recalques com emprego de drenos fibro-químicos, estacas de areia ou brita;
- aplicação de pré-carga ou sobrecarga temporária;
- reforço da base do aterro com geogrelha;
- aterro estaqueado;
- tratamento da camada de solo mole com colunas de cimento do sistema *jet-grouting*.

Interpretação dos Resultados de Investigações e Ensaios Especiais e Definição de Parâmetros para Análises

- Resistência da fundação:

A ruptura dos solos é, na maioria dos casos, um fenômeno de cisalhamento (IP-DE-G00/003, pág. 22). A resistência ao cisalhamento do solo é definida como a máxima tensão cisalhante que o solo deve suportar sem sofrer ruptura.

O período mais crítico para comprometimento da vida útil de um aterro sobre solo mole geralmente é a fase construtiva, quando as solicitações ocorrem rapidamente, sem tempo para que ocorra o alívio do excesso de poro-pressões e assim, a resistência ao cisalhamento do solo é mínima. Com passar do tempo, a argila mole vai adensando e a sua resistência ao cisalhamento aumenta.

A análise da estabilidade dos taludes envolve a adoção de critérios de ruptura. Nos estudos geotécnicos de estabilidade de taludes, costuma-se utilizar o critério de *Mohr-Coulomb* para estimativa dos parâmetros de resistência do solo.

- Compressibilidade da fundação:

Ainda baseado na Instrução de Projeto (IP-DE-G00/003) a compressão da camada de solo mole existente na fundação de um aterro ocorre por adensamento devido à saída da água dos vazios do solo sob acréscimo de pressão.

Esta compressão conduz a recalques do aterro que, em determinadas situações, podem comprometer estruturas diretamente apoiadas nestes, como por exemplo, um pavimento ou dispositivos de drenagem.

O comportamento dos solos devido ao acréscimo de carga externa depende da sua constituição e do estado em que o solo se encontra, ou seja, normalmente adensado ou pré-adensado, expresso por parâmetros que são obtidos em ensaios de campo e de laboratório ou através de correlações com outros tipos de investigações mais simples, por exemplo, sondagem à percussão.

A seguir são descritas rotinas para interpretação dos resultados dos ensaios e investigações, (IP-DE-G00/003) para obtenção dos parâmetros de resistência e compressibilidade da camada de solo mole. Os tipos de ensaios são subdivididos em: de campo ou *in situ* e de laboratório.

Ensaio de campo ou “*in situ*” são muito importantes pois os solos moles, em geral, são bastante sensíveis à alteração de suas características devido a perturbações durante a amostragem. A realização de ensaios *in situ*, permite que se ensaie o solo mole nas condições reais em que se encontra. Os ensaios de campo comumente utilizados são:

a) Vane Test ou Palheta

O ensaio de palheta através da leitura do torque versus rotação, permite a determinação dos valores de resistência não drenada do solo em campo, ao longo da profundidade. Estes valores devem ser corrigidos pelo método proposto por BJERRUM (1973), em particular quando utilizado para a análise da estabilidade de aterros. Deve-se plotar um gráfico de resistência não drenada versus profundidade que define a coesão não drenada inicial e seu acréscimo com a profundidade.

b) CPTU ou Piezocones

Os piezocones permitem a medida contínua da resistência de ponta e do atrito lateral na cravação, possibilitando a plotagem de gráficos simultaneamente com a realização do ensaio. Permite ainda, através de pedra porosa, a leitura da medida do excesso de pressão neutra gerada na cravação.

No caso de solos moles argilosos, os parâmetros que podem ser estimados através do ensaio de piezocone são:

- resistência não drenada;
- razão de sobreadensamento;
- sensibilidade;
- coeficiente de empuxo no repouso;

- parâmetros de resistência efetivos;
- módulo de Young;
- módulo edométrico;
- módulo cisalhante máximo, se feito o CPTU sísmico;
- coeficiente de adensamento horizontal;
- permeabilidade horizontal.

A maioria dos parâmetros citados é, em geral, obtida através de correlações com resultados do CPTU em conjunto com outros ensaios de campo e laboratório. Para detalhes sobre os procedimentos de interpretação dos resultados e as correlações existentes, recomenda-se a consulta SCHNAID, F. **Ensaio de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações** Oficina de Textos, São Paulo, 2000 , ALMEIDA, M. S. S – **Aterros Sobre Solos Moles** – Universidade do Rio de Janeiro, Editora UFRJ – Rio de Janeiro, 1996 e COUTINHO, R. Q.(1996). “**Aterro Experimental Instrumentado Levado à Ruptura Sobre Solos Orgânicos – Argilas Moles da Barragem de Juturnaíba**”, Tese D. Sc., COPPE/UFRJ.

- Ensaio de Laboratório

Para obtenção dos parâmetros do solo através de ensaios de laboratório devem ser extraídas amostras indeformadas, por exemplo, através de amostradores de parede fina tipo *Shelby*, amostrador de pistão ou blocos indeformados. A partir destas amostras é possível a moldagem de corpos de prova para a realização dos ensaios descritos na seqüência.

a) ensaio de cisalhamento direto:

O ensaio de cisalhamento direto baseia-se no critério de Coulomb. Nele são registrados os valores de tensão de ruptura do solo e de deslocamentos horizontal e

vertical, este último para se verificar a variação de volume do corpo de prova durante o cisalhamento. Realizando-se ensaios com diversas tensões normais, obtém-se a envoltória de resistência através da qual se determinam os parâmetros de coesão e atrito do solo.

b) ensaio de compressão triaxial:

No ensaio triaxial, a leitura do acréscimo de tensão, ou tensão desviadora, e da deformação específica permite a determinação do módulo de deformabilidade do solo. Na situação de ruptura, o valor da tensão desviadora máxima possibilita o traçado do círculo de Mohr. Ensaando-se vários corpos-de-prova submetidos a tensões confinantes distintas, consegue-se traçar a envoltória de resistência e determinar os parâmetros de coesão e atrito do solo em estudo.

No caso de solos moles, são executados ensaios do tipo rápidos, com ou sem medida de pressão neutra.

3.3 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES POSSÍVEIS NO CASO EM ESTUDO

Ponderando que o prazo para conclusão da terraplenagem considerado pelo Exército era de 16 meses aproximadamente e baseados nos projetos da ATP – Assessoria, Tecnologia e Planejamento Ltda apresentada no Relatório Final(vol.2, item 6.6 - projeto de execução – set/2004) a seção técnica optou pela solução de acelerar os recalques para conseguir um tempo de consolidação da ordem de 4 a 6 meses.

Neste caso, três soluções foram apreciadas pelo Exército: dreno vertical de areia, estacas de concreto com capitel atravessando a camada mole e se apoiando em solo resistente e drenos verticais fibro-químico.

Segundo informações contidas no projeto que o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT (Relatório Final, vol.2, projeto de execução – set/2004 – Elaboração: Dynatest) foram observadas algumas variáveis de cada solução resumidas a seguir pelo autor da presente dissertação, ressaltando que os custos apresentados a seguir são relativos a setembro/2004.

Dreno vertical de areia: Geralmente é utilizada esta solução quando se tem uma área de espessura bem uniforme de solo mole e sem bolsões localizados, para evitar os recalques diferenciais que podem romper as colunas de areia. O método construtivo prevê a cravação de tubos metálicos de diâmetro $\varnothing = 0,40\text{m}$, com avanço estático para causar o mínimo de perturbações no solo mole ao redor do dreno de areia, evitando a formação do “smear” (película de argila que se cria ao redor do dreno de areia dificultando a percolação da água para dentro do mesmo). Todo solo mole é extraído de dentro do tubo, por meio de uma ferramenta denominada “piteira”, até a cota final de assentamento dos drenos. Após esta operação o tubo é lavado e a água suja é retirada. Inicia-se a colocação de areia com granulometria especificada e em seguida o tubo é sacado lentamente para evitar a ruptura da coluna drenante de areia. Quanto ao aspecto econômico o custo dessa solução apresentou o seguinte valor (dados de 2004):

- Custo do dreno vertical de areia por metro = R\$ 35,00/m
- Espaçamento (malha triangular) = 2,30 m
- Extensão total de drenos = 5.520 m
- Custo total = R\$ 193.200,00

Estacas de concreto: o sistema de estaqueamento cravado no solo mole para suportar o aterro, é uma técnica que está em uso já a algum tempo. Porém não é tão

freqüente como os geodrenos e/ou dreno vertical de areia, principalmente para profundidades da ordem de 20,0m. Do ponto de vista técnico esta solução é viável, mas em solos muito moles pode haver o risco de deslocamento lateral durante a cravação de estacas adjacentes. A projetista definiu para este caso específico da rodovia o espaçamento entre estacas com capitéis de concreto (0,80 x 0,80m) fosse na ordem de 1,60m (distribuição quadrada) e o custo da solução apresentou o seguinte valor (dados de 2004):

- Custo da estaca de concreto por metro = R\$ 53,00/m
- Espaçamento (malha quadrada) = 1,60 m
- Extensão total de estacas = 9.792 m
- Custo total = R\$ 518.976,00

Drenos fibroquímicos: Segundo a projetista Dynatest (Relatório Final, vol.2, projeto de execução – set/2004) os *geodrenos* são bastante utilizados na região metropolitana da cidade do Recife com resultados dentro das expectativas dos projetos executados e monitorados. As vantagens sobre os drenos verticais de areia são: a rapidez de execução, a simplicidade do equipamento de cravação e o fato de não utilizar material de enchimento de dreno (a areia), que na região é de difícil obtenção e localizado a grandes distâncias do local da obra. Outro aspecto importante é a resposta imediata dos piezômetros a um carregamento de aterro, cujo tempo nos drenos verticais de areia é da ordem de 10 a 15 dias. Para este caso o espaçamento definido pela projetista entre os geodrenos foi de 1,50m (distribuição triangular) e o custo da solução apresentou o seguinte valor (dados de 2004):

- Custo da estaca de concreto por metro = R\$ 11,30/m
- Espaçamento (malha triangular) = 1,50m
- Extensão total de drenos = 14.182m

- Custo total = R\$160.256,60.

O resumo dos valores dos custos de cada solução é o seguinte:

- Dreno vertical de areia = R\$ 193.200,00
- Estacas de concreto = R\$ 518.976,00
- Geodrenos = R\$ 160.256,60

Analisando as alternativas, o Exército optou técnica e economicamente pela solução em geodrenos, para estabilizar as fundações em solo mole dessa obra. No projeto apresentado pelo DNIT (Relatório Final, vol.2, projeto de execução – set/2004 – Elaboração: Dynatest) são apresentados os dimensionamentos para esse sistema, não sendo objeto dessa dissertação questionamentos sobre parâmetros estabelecidos, fórmulas aplicadas, hipóteses consideradas entre outras possíveis estabelecidas nas memórias de cálculo do referido projeto do aterro sobre solos moles na rodovia BR-101.

4 PROCESSO EXECUTIVO DOS ATERROS SOBRE SOLOS MOLES E PROJETO DA INSTRUMENTAÇÃO

Neste capítulo o autor da presente dissertação apresenta parte do projeto que o DNIT (Relatório Final, vol.2, projeto de execução – set/2004 – Elaboração: ATP – Assessoria, Tecnologia e Planejamento Ltda) estabeleceu para execução dos aterros sobre solos moles e seus respectivos projetos de instrumentação desta obra.

A participação do autor no processo dos aterros sobre solos moles e da instrumentação ficou restrita ao acompanhamento visual de campo durante sua realização, uma vez que em paralelo ao referido processo, a construção das placas de concretos com vibroacabadora de formas deslizantes estava ocorrendo sob supervisão do mesmo.

Assim sendo, o autor apresenta um resumo das principais informações obtidas nesses relatórios de campo e projeto nos anexos **A, B, C, e F**, disponibilizados pela Seção Técnica do Exército Brasileiro para que se possa visualizar o emprego da tecnologia aplicada a rodovia em estudo.

4.1 INTRODUÇÃO

Para complementar os serviços de Adequação da Capacidade e Restauração da BR - 101/RN - Corredor Nordeste, Trecho: Divisa RN/PB, Subtrecho: Entr. RN-063 a Entr.RN-061(p/ Arês), Lote: 01, Segmento: Km 96,4 - Km 142,6, Extensão: 46,2 Km, foram previstos acompanhamentos dos aterros do corpo estradal com instrumentação geotécnica, devido à presença de espessas camadas de solos de baixa resistência e alta compressibilidade no material de fundação.

Durante toda a execução dos aterros e sobrecarga, foram feitas leituras dos instrumentos instalados, caracterizados basicamente de: Medidores de recalque tipo placa e marco de recalque de superfície, Piezômetros pneumáticos e Inclinômetros.

Para o controle dos recalques foram instaladas Estacas Profundas (Bench Marks) que serviam de referência de cotas. Essa instrumentação foi instalada ao longo do trecho compreendido entre as Estacas 1592 e 1650 (km 128 – km 129,4), em função da presença de espessas camadas de argilas mole (Geoprojetos - RE-698-13, pág.1) Anexo A.

Para facilitar a liberação parcial mais rápida, controlar o lançamento do aterro, a sobrecarga e a instrumentação este trecho foi subdividido pela Geoprojetos Engenharia Ltda (RE-698-13, pág.1) em 07 (sete) subtrechos conforme relacionado a seguir:

- Subtrecho-01 Est.1592 até Est.1595
- Subtrecho-02 Est.1597+2 até Est.1606
- Subtrecho-03 Est.1607 até Est.1612
- Subtrecho-04 Est 1613 até Est.1619
- Subtrecho-05 Est.1620 até Est.1630
- Subtrecho-06 Est.1631 até Est.1640
- Subtrecho-07 Est.1641 até Est.1650

4.2 MÉTODO CONSTRUTIVO DOS ATERROS E OS QUANTITATIVOS DA INSTRUMENTAÇÃO

As etapas definidas em projeto para execução do método construtivo sobre solo mole com utilização de geodrenos ocorreram da seguinte maneira:

1. Remoção da vegetação com posterior marcação dos off-sets;
2. Remoção parcial do talude existente na pista antiga para junção com o novo aterro até a cota do terreno natural;
3. Escavação de vala da parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x extensão, no pé do talude removido e preenchida com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo em sua extensão e preenchido conforme projeto;
4. Espalhamento de camada drenante de areia com 0,50m de espessura;
5. Colocação de geogrelha flexível de poliéster de alto módulo do tipo Fortrac na largura da camada drenante, com as seguintes características:
 - Tensão máxima longitudinal > 200 KN/m
 - Tensão máxima transversal > 30 KN/m
 - Deformação máxima na tensão máxima. < 12%
 - Carga de ruptura por fluência da tensão referencial. (2 anos) > 1365 KN/m
6. Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50m de espessura, cobrindo toda largura e extensão da geogrelha;
7. Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa)
 - Piezômetro pneumático
 - Inclínômetro
8. A execução do aterro foi em camadas uniformes de no máximo de 0,20m de espessura solta, que foram espalhados imediatamente para evitar acúmulos e

concentração de carga. Os aterros foram executados até a altura especificada em cada segmento, monitorados pelas leituras de instrumentos a cada 0,40m de altura.

9. A execução do aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura, teve a sobrecarga liberada para construção após campanha de 5 novos ensaios de cisalhamento “in situ” (vane test) (Relatório Final, vol.2, item 6.6 - projeto de execução – set/2004).

10. Retirada da sobrecarga após análise das leituras dos instrumentos de controle.

É importante salientar que o espalhamento das camadas de aterro começou do pé do talude externo, para o seu eixo e para o talude interno.

Na figura 7, são mostradas fotografias disponibilizadas pela seção técnica do Exército Brasileiro que ilustram algumas das etapas referidas anteriormente.



a) bench mark instalado



b) camada drenante



c) instalação do geodreno



d) execução do dreno de alívio



e) instalação da geogrelha



f) instalação inclinômetro



g) remoção do solo mole lote 6



h) instalação da placa de recalque



i) piezômetro



j) leitura piezômetro



k) vane-test



l) pré-furo

FIGURA 7 – FOTOS ILUSTRATIVAS DAS FASES DA OBRA DE ATERRO SOBRE SOLOS MOLES, RODOVIA BR-101, SETEMBRO 2007

FONTE: BRASIL. Exército Brasileiro, 1º Grupamento de Engenharia, 2007. (fotos digitais)

Instrumentos de controle

Para o monitoramento do desempenho da solução executada foram previstas instalações de instrumentos de controle dos tipos: medidor de recalque tipo placa, piezômetros pneumáticos e inclinômetros para as medidas dos deslocamentos horizontais dos aterros. Os quantitativos desses instrumentos constam nos desenhos do método construtivo e estão comentados a seguir.

4.3 QUANTIDADE E LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

A definição da localização e das quantidades de cada tipo de instrumento foi feita pela empresa projetista ATP – Assessoria, Tecnologia e Planejamento Ltda apresentada no Relatório Final (vol.2, item 6.6 - projeto de execução – set/2004).

A relação seguinte mostra a quantidade de instrumentos instalados:

Descrição	Quantidade
Bench Mark	04
Inclinômetro	16
Piezômetros	10
Placas de Recalque	51
Marcos de Recalque	51

Neste período foram gerados 11 relatórios de acompanhamento pela empresa Geoprojetos durante o lançamento do aterro e da sobrecarga, objetivando orientar o 1º Batalhão de Engenharia Civil (1º BEC), sobre a velocidade de lançamento dos aterros, de modo a minimizar os riscos de ocorrência de rupturas. Como de fato, várias vezes, ocorreu a paralização do lançamento devido a observação de

deslocamentos excessivos. Estas paralisações, mesmo comprometendo o cronograma das obras, tornaram-se necessárias para minimizar os riscos.

De maio/2007 a julho de 2008, período de instrumentação, vários equipamentos foram danificados ora pela ação da própria construção do aterro ora por ação de vândalos, especialmente as hastes das placas de recalques. Todavia, estes instrumentos foram reabilitados de maneira a manter a qualidade do monitoramento.

Para minimizar a ação externa de vandalismo, o Exército passou a utilizar uma proteção metálica conforme apresentado na figura 8 a seguir.



FIGURA 8 – FOTO DA PROTEÇÃO METÁLICA DO INCLINÔMETRO, RODOVIA BR-101, SETEMBRO 2007

FONTE: BRASIL. **Exército Brasileiro**, 1º Grupamento de Engenharia, 2007. (foto digital)

4.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Um resumo das observações do monitoramento realizado até a retirada da sobrecarga ou sua respectiva liberação será apresentado a seguir. Os resultados finais da instrumentação que resistiram à retirada da sobrecarga, foram lidos pela última vez em JUN/08. A instrumentação está apresentada no relatório final (RE – 698 -13 da Geoprojetos) anexo A da seguinte maneira:

Placas de Recalque - Os resultados das leituras realizadas nas placas de recalque estão apresentados na forma de gráficos de recalque com o tempo. Nos mesmos gráficos observa-se também a evolução do aterro.

Marcos de Recalque - Os resultados das leituras realizadas nos marcos de recalque estão apresentados na forma de gráfico de recalque com o tempo. Nos mesmos gráficos observa-se também a evolução do aterro.

Inclinômetros - Gráficos de deslocamento com a profundidade; gráficos de distorção com a profundidade;

Piezômetros – Os resultados das leituras realizadas nos piezômetros estão apresentados na forma de gráficos de pressão com o tempo. Nos mesmos gráficos observa-se também a evolução do aterro.

4.5 DESCRIÇÃO SUCINTA DO ACOMPANHAMENTO DE CADA SUBTRECHO

4.5.1 Subtrecho 01

De acordo com a Projetista a sobrecarga foi mantida por um período aproximado de 90 dias, onde foram realizadas leituras dos instrumentos a cada 15 dias, tendo sido concluída em novembro/2007 e sendo retirada em fevereiro/2008. Durante a etapa de remoção da sobrecarga, as Placas de Recalque foram naturalmente destruídas.

Os gráficos dos instrumentos referentes a esse trecho estão apresentados no Apêndice 1 do relatório final RE – 698 -13 da Geoprojetos e nesta dissertação no Anexo A e mostram que:

- a) As deformações, tanto horizontais quanto verticais (recalque), foram de pequena magnitude. Os máximos recalques foram de poucos centímetros e as deformações horizontais não atingiram o centímetro.
- b) A velocidade em que estas deformações ocorreram foi baixa, não caracterizando qualquer risco de ruptura.
- c) O tempo de manutenção da sobrecarga foi adequado, pois ao final do período previsto, a grande maioria dos instrumentos já mostrava estabilidade nas deformações.

4.5.2 Subtrecho 02

Tendo em vista que este subtrecho continha um encontro de uma ponte, foi dada uma atenção especial às observações dos instrumentos instalados até a estaca 1602. Concluído em dezembro de 2007, assim como o subtrecho 01 o lançamento da sobrecarga foi mantido por um período aproximado de 90 dias conforme estabelecido em projeto. Neste segmento a Geoprojetos sugeriu à Projetista a remoção da sobrecarga, haja visto que não foram detectados deslocamentos horizontais superiores a centímetros nem velocidade de deslocamento de grande intensidade.

Para o restante do trecho, os instrumentos continuaram a ser monitorados regularmente, em função de deformações ainda em curso. Assim sendo, no início de março/2008, o material da sobrecarga, até a Estaca 1602 foi retirado atendendo a sugestão da Geoprojetos.

No Apêndice 2 do relatório final RE – 698 -13 da Geoprojetos e nesta dissertação Anexo A estão apresentados os gráficos dos instrumentos instalados neste trecho. Em seguida será descrita uma síntese dos dados observados em cada instrumento:

Inclinometria

I-03 e I-04 – Estes instrumentos apresentaram pequenas deformações a cada camada de aterro lançado. Após o término do lançamento da sobrecarga, observou-se no I-04, aumento na velocidade de deslocamento próximo à superfície. Observou-se que, após a retirada da sobrecarga, o I-03 apresentou redução nas deformações, enquanto o I-04 ainda apresentou aumento dos deslocamentos. Foram registrados 4mm de acréscimo de deformação junto à superfície. Esse aumento nas

deformações, foi registrado no gráfico de distorção x profundidade, que apresentou um pico acentuado na profundidade de 1,50m.

I-05 – As deformações observadas neste instrumento, ao longo de todo período de monitoramento, foram crescentes a cada camada de aterro lançado, principalmente a partir dos 4,0m de profundidade. A partir de abril/2008, verificou-se uma redução das deformações do eixo 'A', que passaram de +44mm para +23mm junto à superfície do terreno. No eixo 'B', os deslocamentos observados foram pequenos, não ultrapassando 7mm na superfície.

I-06 – O eixo 'A' deste inclinômetro apresentou, durante todo o período de observação, pequenas deformações concentradas principalmente, nas porções superficiais e entre as profundidades de 9,0m a 13,0m. As deformações não ultrapassaram 11mm.

Medição de recalques

As Placas de Recalques deste subtrecho apresentaram dois comportamentos muito distintos:

- o primeiro grupo (PR-06 a PR-10), mostrou pequeno ou nenhum recalque, mesmo durante a fase construtiva do aterro.

- já o grupo formado pelas PR-11 a PR-16, mostrou recalques bem caracterizados durante a fase construtiva e tendência à estabilidade após a conclusão do lançamento, que é um comportamento característico dos materiais compressíveis que apresentam coeficiente de adensamento mais elevado. Os Marcos de Recalques mostraram pequeno ou nenhum recalque durante todo o período, indicando que não foram registradas tendências de ruptura do solo.

Medição dos Piezômetros

Os piezômetros PZ-01 e PZ-02, instalados na fundação deste aterro, mostraram no decorrer deste monitoramento, pequena variação do excesso de poro pressão, com rápida dissipação, compatível com as observações dos recalques.

Conclusões

O monitoramento deste subtrecho do aterro mostrou comportamento distinto em dois trechos: um sem deformações de qualquer natureza e outro com deformações induzidas sempre que havia lançamento de carga, seja por uma camada de aterro, seja pela sobrecarga. As leituras mostraram coerência entre os instrumentos, indicando maciço com comportamento heterogêneo.

4.5.3 Subtrecho 03

Apresentando comportamento similar ao subtrecho 02, no segmento onde não foram verificados deslocamentos, teve também em dezembro/2007 a conclusão do lançamento da sua sobrecarga

No Apêndice 3 do relatório final RE – 698 -13 da Geoprojetos contido no Anexo A encontram-se todos os gráficos dos instrumentos referentes a este trecho. Em seguida será apresentada uma síntese das observações de cada instrumento:

Inclinometria

I-07A – Apresentou, no período de monitoramento, deslocamentos crescentes mas de pequena magnitude. na última leitura realizada as deformações foram de +7mm no eixo 'A' e -15mm no eixo 'B'.

Medição de recalques

As Placas de Recalques apresentaram-se estáveis, no decorrer de todo monitoramento. Os Marcos de Recalques mostraram leituras com flutuações. Entretanto, pode-se observar uma tendência a recalques que atingiram o máximo de 10,0cm. Em abril/2008, os instrumentos MR-19 e MR-20 deixaram de operar por motivos acidentais.

Medição dos Piezômetros

O piezômetro PZ-03 instalado na fundação deste aterro, mostrou comportamento coerente com material de coeficiente de adensamento elevado, para uma argila de consistência mole. Observa-se uma rápida resposta do piezômetro no primeiro carregamento. Paralisada a construção do aterro, a dissipação se processa, com redução das leituras. Após o reinício da construção, observam-se elevações de poro pressão, seguidas de reduções, mesmo com lançamento de carga sobre a fundação. Concluída a construção do aterro, observa-se uma rápida tendência a redução total dos excessos de poro pressão.

Conclusões

O monitoramento deste subtrecho (03) do aterro mostrou comportamento atípico para argilas de consistência mole: pequenas deformações e recalques, e rápida dissipação dos excessos de poro pressão. O término da construção da sobrecarga ocorreu em dezembro/2007. As leituras mostraram coerência de comportamento entre os instrumentos.

4.5.4 Subtrecho 04

Esse subtrecho apresentou comportamento similar ao subtrecho 03, no segmento onde não foram verificados deslocamentos, tendo também concluído em dezembro/2007 o lançamento da sua sobrecarga.

No Apêndice 4 do relatório final RE – 698 -13 da Geoprojetos, Anexo A, mostram-se os gráficos dos instrumentos deste trecho, inclusive o gráfico de piezômetro até setembro/2007, quando o mesmo foi danificado.

Inclinometria

I-08 – Desde o início do monitoramento, este inclinômetro apresentou sinais claros de concentração de deformação até cerca de 3,5m de profundidade, no eixo 'A'. Em janeiro/08, com o término do lançamento da sobrecarga, observou-se aumento na velocidade de deslocamento, rapidamente reduzido a valores mais baixos.

Medição de recalques

As Placas de Recalques apresentaram comportamento característico de material de fundação com coeficiente de adensamento alto para argilas de consistência mole. Os recalques, que atingiram um valor máximo de 17cm, mostraram aumento durante a fase de construção dos aterros e sobrecarga, tornando-se quase estável imediatamente após a conclusão do carregamento. Os Marcos de Recalque, apresentaram comportamento semelhante, porém com recalques de menor magnitude, o recalque máximo não ultrapassou os 12cm.

Medição dos Piezômetros

O piezômetro PZ-04, instalado na fundação deste aterro, foi danificado em set/07 ficando inoperante, não permitindo uma análise mais específica da influência da poro pressão.

Conclusões

Este trecho (04) apresentou comportamento semelhante ao anterior, com baixas deformações e recalques. A fundação reagiu de forma imediata ao carregamento, mostrando recalques sempre associados ao aumento da carga sobre a mesma. Concluído o carregamento os instrumentos mostraram uma rápida tendência a estabilização das deformações e recalques.

4.5.5 Subtrecho 05

Devido a estratégia estabelecida no cronograma de obras para priorizar os encontros das pontes nos subtrechos 1, 2 e 7 a conclusão do lançamento da sobrecarga neste segmento só ocorreu em março/2008, em função das paralisações devidas às deformações observadas na instrumentação. Esse trecho apresentou comportamento semelhante ao anterior, no lado onde não foram verificados deslocamentos.

No Apêndice 5 do relatório final RE – 698 -13 da Geoprojetos, reproduzido em parte no Anexo A, são apresentados os gráficos dos instrumentos deste trecho.

Inclinometria

I-09 – Este instrumento apresentou desde o início do monitoramento, deformações em duas porções da profundidade, indicando a possibilidade de concentração de deformações em partes do tubo. Entretanto, concluído o lançamento do aterro e sobrecarga, as deformações atingiram valores da ordem de

27mm na direção 'A', valor considerado baixo para as características geotécnicas e geométricas dos aterros. Na direção "B", não foram detectadas deformações significativas. Ressalta-se que na última leitura realizada (11/06/2008), ainda foi observado um pequeno aumento nas deformações do eixo "A".

I-10 – Este instrumento apresentou um comportamento muito similar ao I-09, porém com deformações atingindo um máximo de 14mm na direção "A". Assim, valem os mesmos comentários feitos. É interessante observar que os dois inclinômetros deste subtrecho apresentaram forma da curva muito semelhante, indicando uma homogeneidade de perfil geotécnico no trecho.

Medição de recalques

Os recalques ao longo de todo o subtrecho 05, apresentaram recalques entre 11 e 30cm considerados baixos quando comparados às leituras anteriores. Estes resultados são compatíveis com as deformações horizontais verificadas nos inclinômetros. Cumpre ressaltar que algumas das Placa de Recalque, não se apresentam completamente estabilizadas até junho/2008, apesar de mostrarem incrementos de recalque muito baixo.

Medição dos Piezômetros

Os piezômetros PZ-05 e PZ-06, instalados na fundação deste aterro mostraram, no decorrer deste monitoramento, pequena variação do excesso de poro pressão, compatíveis com materiais de elevado valor de coeficiente de adensamento. Nota-se, de forma clara, tendências a aumento dos excessos de poro pressão durante os carregamentos e dissipação quando das paralisações, como verificou-se em dezembro/2007.

Conclusões

As leituras dos instrumentos revelam que, após o término do lançamento da sobrecarga no subtrecho 05, as deformações foram sempre de pequena magnitude mostrando-se coerência entre os instrumentos. As deformações remanescentes, verificadas nas Placas de Recalque durante a última leitura, foram avaliadas pela Projetista (ATP) que orientou o Exército Brasileiro sobre a retirada da sobrecarga.

4.5.6 Subtrecho 06

Este segmento apresentou comportamento bastante distinto dos demais e representou durante toda sua execução o de maior risco para estabilidade da obra devido as deformações registradas na instrumentação que implicou em diversas paralizações no lançamento do aterro sendo, portanto, apenas concluído em março/2008.

No Apêndice 6 do relatório final RE – 698 -13 da Geoprojetos, reproduzido resumidamente no Anexo A são apresentados os gráficos dos instrumentos deste trecho.

Inclinometria

A partir de janeiro/2008, observou-se aumento na velocidade de deslocamento em ambos os eixos, concentradas entre as profundidades de 6,0m a 12,0m e próximo a superfície (a partir dos 3,5m). As deformações observadas foram crescentes até abril/2008, a cada camada de aterro lançado.

Em função da alta velocidade de incrementos dos deslocamentos, em várias oportunidades, foi necessário paralisar a execução de novas camadas, sob risco de aumento excessivo da velocidade dos deslocamentos. Adotando esse critério, foi

possível concluir o lançamento do aterro e sobrecarga sem que fosse registrado nenhum escorregamento. Entretanto, foi possível observar mais de três meses após a conclusão do aterro, deformações em todos os instrumentos.

Medição de recalques

As Placas de Recalques, em sua totalidade, mostravam quatro meses após a conclusão dos aterros, recalques crescentes com o tempo, indicando que não houve estabilização das leituras. Estes resultados são compatíveis com as deformações horizontais verificadas nos inclinômetros e a baixa velocidade de dissipação observada nos piezômetros.

Medição dos Piezômetros

Os piezômetros PZ-07, PZ-08, PZ-09 e PZ-10 mostraram, no decorrer do monitoramento, pequena variação do excesso de poro pressão. As leituras mostraram que não houve dissipação marcante, mesmo quando das paralisações mais prolongadas. Estes resultados, são compatíveis com as deformações e recalques residuais que foram observados após a conclusão do aterro.

Conclusões

As leituras dos instrumentos mostraram coerência e indicaram como um todo, que o processo de adensamento ainda não tinha sido concluído neste trecho do aterro até a data da última leitura. A Projetista, com base nestas informações decidiu pela manutenção da sobrecarga por período maior, até dezembro de 2008, de modo a garantir a estabilização das leituras.

4.5.7 Subtrecho 07

O comportamento deste subtrecho apresentou duas características distintas: até a Estaca 1645, o comportamento se assemelha ao do subtrecho 6, com grandes deformações a partir desta estaca, as deformação são de pequena magnitude.

O lançamento da sobrecarga neste subtrecho foi concluído em dezembro/2007, apesar das diversas paralisações no lançamento do aterro, necessárias em função das deformações observadas pela instrumentação. No entanto, por se tratar de um trecho de encontro de ponte, o cronograma e a construção privilegiou este segmento. Por esta razão, e de modo a permitir o início da construção das fundações da ponte, em março/2008 foi sugerida a Projetista ATP que verificasse a possibilidade de remoção desta sobrecarga, que por sua vez liberou a realização dos serviços.

Inclinometria

Neste subtrecho estão instalados os inclinômetros I-14, I-15 e I-16. Destes, apenas o I-14, mais próximo do subtrecho 6 apresentou deformações. Os demais mostraram deformações de pequena magnitude, nos dois sentidos. No I-14, mesmo após a conclusão da sobrecarga em dezembro/2007, as leituras continuavam a apresentar incremento de deslocamento até Junho/2008 (última leitura), já tendo atingido um máximo de 30mm na profundidade de 9,50m. É importante observar que a deformação ao final do carregamento em janeiro/2008 foi de 16mm, ou seja, as deformações mais do que duplicaram após a conclusão do carregamento.

A última leitura realizada neste instrumento em junho/2008 mostrou um incremento de 2mm em pouco mais de 40 dias entre leituras, caracterizando uma velocidade de deformação ainda elevada.

O I-15 também apresentou deformações após a conclusão do carregamento, mostrando comportamento semelhante ao I-14. Porém, as deformações verificadas neste último são muito inferiores ao anterior, não justificando qualquer preocupação.

Medição de recalques

As Placas de Recalques apresentaram comportamento compatível com os inclinômetros e mostraram que a grande maioria dos instrumentos ainda não tinha atingido estabilização das leituras. Estes recalques residuais foram mais marcantes na PR-47, que mostrou velocidade da ordem de 0,13cm/dia (variação de 10cm em 09 de maio de 2008 para 16cm em 13 de junho de 2008).

Conclusões

As leituras dos instrumentos neste trecho 07 mostraram dois comportamentos distintos ao longo do trecho: até aproximadamente a Estaca 1645, foram observadas deformações e recalques de maior magnitude, ainda não totalmente estabilizados ao final das leituras, apesar da sobrecarga já estar aplicada a cerca de 6 meses. A segunda parte deste trecho, apresentou deformações de pequena magnitude e se mostraram estabilizados ou com pequenos incrementos de deformação. A Projetista avaliou os resultados e definiu pela manutenção da sobrecarga nos trechos onde se verificaram deformações em andamento até dezembro/2008.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Solos moles são aqueles com baixa capacidade de suporte e alta compressibilidade e quando situados sob a base de aterros, apresentam problemas de estabilidade e recalques, caso não sejam feitos tratamentos adequados. De maneira geral os solos classificados como moles ou compressíveis são:

- argilas orgânicas ou não, de consistência muito mole a mole, com valores de penetração *Standard Penetration Test* - SPT em geral inferior a 2 golpes/30 cm, baixa coesão, elevada umidade natural;
- turfas, comumente com elevado teor de matéria orgânica e restos vegetais que apresentam baixos índices de penetração SPT, baixos valores de coesão, elevada umidade, porém com permeabilidade bem maior que as argilas citadas antes;
- siltes argilosos fofos e saturados;
- argilas porosas e areias porosas não saturadas colapsíveis.

Influência do tipo de pavimentação

Comumente, admite-se que os pavimentos do tipo flexível admitem a ocorrência de recalques ao longo do tempo, permitindo reparos durante sua vida útil. Por outro lado, os pavimentos do tipo rígido não admitem recalques diferenciais, pois as tensões induzidas podem trincar as placas de concreto.

Estes conceitos clássicos, na visão do autor dessa dissertação, podem e devem ser questionados sempre que possível, pois a generalização das soluções nem sempre faz parte das melhores práticas da engenharia. Considera importante que se façam estudos e análises de viabilidade técnica-econômica, pois o custo desses reparos durante a vida útil do pavimento pode ser muito maior do que o tratamento que está sendo realizado na rodovia em estudo para utilização do pavimento de concreto sobre solos moles. Um fato interessante ocorre na cidade do Recife: avenidas da cidade são pavimentadas com placas de concreto, assentadas em sua maioria em solos com baixa capacidade de suporte, que apresentavam boas condições estando com vida útil média em torno de 35 anos (Revista Recife Capital Nacional do Pavimento de Concreto – ABCP em parceria com a Prefeitura do Recife

- ano 2005). Isto é uma demonstração importante de que é possível a convivência de pavimento rígido com solo de baixa capacidade de suporte.

A natureza do fenômeno de recalques por adensamento é bastante complexa; a aplicação do modelo de cálculo através da teoria do adensamento de Terzaghi impõe simplificações; assim, todo cálculo de adensamento é estimativo, impossibilitando a precisão das estimativas das magnitudes dos recalques, tanto maior a diferença quando estes ocorrem de maneira uniforme ou diferenciada.

Como regra geral inicial, no entanto, não deve ser projetado pavimento do tipo rígido ou flexível em situações onde as soluções de estabilização de aterros sobre solos moles prevêem a ocorrência de recalques residuais por adensamento durante a operação da rodovia.

Lições tiradas da instrumentação

Durante alguns acompanhamentos realizados pelo autor da presente dissertação das leituras dos instrumentos de campo, foi percebida a importância da localização e proteção desses dispositivos de forma a não comprometer ou dificultar a realização da construção das camadas do aterro. Pela obra envolver equipamentos grandes e pesados tipo motoniveladora, rolo compactador, caminhões pipa entre outros, esses instrumentos necessitam de aparato de proteção mesmo sem considerar a necessidade de proteção às ações de vandalismo externo como furto de cabeamentos e hastes.

O ideal seria projetar dois instrumentos afins no intuito de ter um em *stand-by*, porém, tal atitude implica num incremento de custo considerável. Devido as proximidades entre os subtrechos, foi possível obter correlações de comportamentos

dos maciços que ajudaram de certa forma, a compreender a falta de leitura de alguns instrumentos, danificado por vândalos externos ou pela execução do aterro.

Vale a pena destacar a importância do cuidado que deve ser tomado durante a construção dos aterros com instrumentação embutida.

Foi elaborado pelo autor um *check –list* que está apresentado no Anexo E desta dissertação que permite a todos os que forem enfrentar obras como esta ter pelo menos um ponto de partida para fazer o melhor possível.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

5.1 CONCLUSÕES GERAIS

A revisão bibliográfica sobre o processo de execução de pavimento de concreto e sobre aterro sobre solos moles, aliada ao conhecimento captado através do Projeto Executivo de Soluções Especiais (solo mole) destinado a obra de duplicação da rodovia BR-101, permitiu o alcance do objetivo principal desta pesquisa, que foi a elaboração de diretrizes básicas para execução da pavimentação de concreto sobre solos moles. Além da descrição textual do conhecimento gerado, foi elaborada um check-list (anexo E) para servir de direcionamento à execução de uma obra de pavimento de concreto. Entende-se que a adoção deste poderá contribuir na fase de planejamento para a redução dos custos, aumento do nível de segurança do processo executivo, quebra de paradigmas além de oferecer ao setor rodoviário uma oportunidade para desenvolvimento de novas tecnologias.

O levantamento do conhecimento junto aos especialistas do setor mostrou-se bastante efetivo. Um dos fatores críticos identificados para o sucesso da instrumentação aplicada durante a construção dos aterros sobre solos moles foi o prazo de estabilização desses aterros e seus recalques secundários quando não se atingia a estabilidade do respectivo maciço.

Outro aspecto a ser considerado e revisado, são as tolerâncias geométricas estabelecidas pelas normas e manuais do DNIT das camadas que compõem o pavimento. Durante o acompanhamento pelo autor das obras de duplicação da rodovia BR-101, foi detectada uma tolerância na espessura da terraplenagem que mantida as cotas de projeto da camada subjacente (concreto compactado com rolo - CCR) levaria a um comprometimento estrutural da referida camada, pois tal tolerância implicaria numa redução de 20% da espessura da camada de CCR.

5.2 CONCLUSÕES SOBRE O PROCESSO ADOTADO NOS ATERROS SOBRE SOLOS MOLES

Uma das dificuldades do autor durante o período de estudo, foi obter parâmetros financeiros para avaliação do custo das soluções apresentadas, não pelo valor unitário dos equipamentos ou dos serviços, mas pelo sistema de contratação do Exército através dos pregões eletrônicos além do envolvimento da própria equipe em algumas etapas do processo.

Devido às limitações contratuais, não foi possível incrementar ou experimentar outras tecnologias que existem no mercado internacional específicos ao tratamento de solos moles.

A qualidade atual dos instrumentos desenvolvidos para estudos de solo com seus respectivos software de aquisição de dados permitem um perfeito monitoramento do comportamento dos aterros.

O processo de instrumentação e monitoramento são bastantes simples, desde que tomadas ações de proteção dos equipamentos, inclusive das ações de vandalismo externo.

Outras observações relevantes

Há necessidade de ajustes ou fabricação de uma vibroacabadora específica para lançamento do Concreto Compactado com Rolo, devido principalmente a granulometria dos agregados utilizados no traço deste material.

É fundamental a realização de ensaios para análise da compatibilização Cimento/Aditivos nas obras de pavimentação.

A realização de cursos de capacitação e a implantação da pista escola, com a Mão-de-Obra envolvida no processo desta obra contribuiu muito para o alto grau de qualidade do pavimento executado ao longo da extensão analisada.

A limpeza e a manutenção periódica dos equipamentos são determinantes no aspecto visual da superfície do pavimento e homogeneização do concreto.

Este estudo destacou a importância da avaliação das condições climáticas da região, utilizando-se uma estação meteorológica de pequeno porte para melhor programar as ações de cura do concreto.

Há necessidade de aquisição de equipamentos para texturização que tenham a mesma concepção de trabalho da pavimentadora de concreto (cabo guia).

Há necessidade de parametrização do conforto de rolamento mínimo nas Normas construtivas de pavimento de concreto do DNIT, ou seja, definir Índice de Perfilógrafo mínimo (IPmin) a ser atendido na obra.

Apesar dessas limitações constatadas, o processo estabelecido pela projetista ATP – Assessoria, Tecnologia e Planejamento apresentado no Anexo B desta dissertação, para obra de duplicação da rodovia BR-101, foi considerado pelo autor desse estudo de caso uma proposta inteligente e audaciosa tecnicamente para o período de projeto que o pavimento de concreto se propõe.

5.3 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A partir dos resultados e análises obtidos nesta dissertação e ao longo de sua execução, pode-se indicar uma série de sugestões para o desenvolvimento de futuras pesquisas na área:

- a) Avaliação dos modelos e critérios para dimensionamento dos aterros sobre solos moles para pavimentação de concreto;
- b) Estabelecer critérios e princípios para instrumentação dos aterros sobre solos moles, particularmente em obras urbanas com tráfego canalizado (corredores de ônibus) e rodovias com grande volume de tráfego;
- c) Avaliação estrutural continuada ao longo de vários anos do pavimento de concreto executado sobre solos moles na rodovia BR-101 Lote 1 executada pelo Exército Brasileiro;
- d) Estudos sobre o impacto da Legislação Ambiental, nos procedimentos adotados nos aterros sobre solos moles.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Pavimento de concreto - Histórico**. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cont_pavi.htm> Acesso em: 01 ago. 2008.
- _____. **Pavimento de concreto - Vantagens**. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cont_pavi2.htm> Acesso em: 05 mai. 2008.
- _____. **Recife Capital Nacional do Pavimento de Concreto**. Revista Técnica– ABCP em parceria com a Prefeitura do Recife - ano 2005).
- ABESC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM. **Principais vantagens do pavimento de concreto**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/vantagem.htm>> Acesso em: 20 mai. 2008.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5732**: Cimento portland comum. Rio de Janeiro, 1991.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 5733**: Cimento portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 5735**: Cimento portland de alto forno. Rio de Janeiro, 1991.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 5736**: Cimento portland pozolânico. Rio de Janeiro, 1999.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 5738**: Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 2008.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7182**: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1988.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7207**: Terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro, 1982.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7211**: Agregado para concreto. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1997.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7480**: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro, 2007.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7583**: Execução de pavimentos de concretos simples por meio mecânico. Rio de Janeiro, 1986.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7680**: Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2007.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7683**: Caldas de cimento para injeção - Determinação do índices de exsudação e expansão. Rio de Janeiro, 1983.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais – classificação por grupos de resistência - classificação. Rio de Janeiro, 1992.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 11578**: Cimento Portland Composto – Especificações. Rio de Janeiro, 1991.

- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 11579**: Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 75 μm (n° 200). Rio de Janeiro, 1991.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 11768**: Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 12142**: Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento . Rio de Janeiro, 2006.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 12821**: Preparação de concreto em laboratório - Procedimento . Rio de Janeiro, 2006.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 15558**: Concreto - Determinação da exsudação. Rio de Janeiro, 2008.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 15**: Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 18**: Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas.. **NM 46**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 μm , por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 47**: concreto fresco – determinação do teor de ar pelo método pressométrico. Rio de Janeiro, 2002.

- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 65**: Cimento Portland - Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 67**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 76**: Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine). Rio de Janeiro, 1998.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 102**: Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine). Rio de Janeiro, 1998.
- _____. Associação Brasileira de Normas técnicas. **NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- ACPA – AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. **100 Years of innovation – Introduction**. Disponível em: <<http://www.pavement.com/PavTech/AbtConc/History/Introduction.html>>
Acesso em: 04 jun. 2008.
- ALMEIDA, M. S. S – **Aterros Sobre Solos Moles** – Universidade do Rio de Janeiro, Editora UFRJ – Rio de Janeiro, 1996.
- ASTM C42 / C42M - 04 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete;
- ASTM C 260 - 06 Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete;
- ASTM C 309 – Liquid membrane – forming compounds for curing concrete – specification for;

- BALBO, J. T. **Pavimentos asfálticos – Patologias e manutenção**. São Paulo: Editora Plêiade, 1997.
- BAPTISTA, C. de F. N. **Pavimentação – Tomo III**. 2 ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1976.
- BJERRUM, L – **Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays and Structurally Unstable Soils** – Proceedings of the 8TH International Conference on SoilMechanics and Foundation Engineering, Vol 3 pp 109 - 159, 1973.
- BRASIL.**Exército Brasileiro**, 1º Grupamento de Engenharia, 2007. (foto digital)
- CARVALHO, M.D. **Execução com equipamentos de formas deslizantes – procedimentos** - Comissão de estudos de procedimentos para concretos para pavimentação – ABNT/CB-18 – CE 18:303.03 de 2001, São Paulo.
- _____. Vantagens e competitividade dos pavimentos rígidos. In: PÓS-CONGRESSO *PURDUE* SOBRE PROJETO, AVALIAÇÃO, DESEMPENHO E REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO, 1, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. p. 27-39.
- CNT – **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE**. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/informacoes/pesquisas/rodoviaria/2006>. Acesso em: 30 mai. 2008.
- COUTINHO, R. Q. **“Aterro Experimental Instrumentado Levado à Ruptura Sobre Solos Orgânicos – Argilas Moles da Barragem de Juturnaíba”**, Tese D. Sc., COPPE/UFRJ(1996).

DARTER, M. **Report on the 1992 U.S. Tour of European Concrete Highways..**

Washington, D.C.: Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation, 1992. 124 p. Relatório técnico.

DER-SP. Departamento de Estradas de Rodagem – Secretaria dos Transportes. Instrução de Projeto IP-DE-G00/003. **São Paulo**, 2006.

DNER. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER- 29**: Matérias selantes para juntas - especificações. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-EM 034**: Água para concreto. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-EM 036**: Recebimento e aceitação de cimento Portland comum e Portland de alto forno. Brasília, 1995.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-EM 037**: Agregado graúdo para concreto de cimento. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-EM 038**: Agregado miúdo para concreto de cimento. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 279**: Terraplanagem – Caminhos de Serviço. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 281**: Terraplanagem – Empréstimos. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 299**: Pavimentação – Regularização do subleito. Brasília, 1997.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 322**: Pavimentação – Sub-base de concreto rolado. Brasília, 1997.

- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 324:** Pavimentação – Concreto de cimento portland com equipamentos de formas deslizantes. Brasília, 1997.
- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 325:** Pavimentação – Concreto de cimento portland com equipamentos de pequeno porte. Brasília, 1997.
- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 326:** Pavimentação – Concreto de cimento portland com equipamentos de forma-trilho. Brasília, 1997.
- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ES 339:** Obras complementares – sinalização horizontal. Brasília, 1997.
- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ISA 07:** Instrução de serviço ambiental. Brasília, 1997.
- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-PRO 381/98:** Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias. Brasília, 1998.
- _____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNIT 036/2004 - ME:** Pavimento Rígido – Água para amassamento do concreto de cimento Portland – Ensaio químicos . Brasília, 2004.
- DNIT. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 037/2004 - ME:** Pavimento Rígido – Água para amassamento do concreto de cimento Portland – Ensaio comparativos . Brasília, 2004.
- _____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 046/2004 - EM:** Pavimento rígido – Selante de juntas . Brasília, 2004.

_____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 047/2004 - ES:** Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte. Brasília, 2004.

_____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 048/2004 - ES:** Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma trilho. Brasília, 2004.

_____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 049/2004 - ES:** Pavimento rígido - Execução de pavimento rígido com fôrma deslizante . Brasília, 2004.

_____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 050/2004 - EM:** Pavimento Rígido – Cimento Portland . Brasília, 2004.

_____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT 056/2004 - ES:** Pavimento rígido - Subbase de cimento de concreto Portland compactada com rolo . Brasília, 2004.

_____. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **DNIT- IPR-714:** Manual de Pavimentos Rígidos . Rio de Janeiro, 2005.

FRANCELINO, M,J,M. **Wirtgen - SP-850.** 2006. 1 foto.: digital

_____. **Schwing Stteter M2.** 2007. 1 foto digital

_____. **Régua Treliçada Vibratória.** 2008. 1 foto digital.

_____. **Terex CMI – TC 2604.** 2002. 1 fot.: color.; 10 x 15cm.

GIUBLIN, C.R. **Diretrizes para o planejamento de canteiros de obra de pavimentação de concreto.** Curitiba, 2002. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

- GODIM, Y. C. **Avaliação comparativa entre programas automáticos para análise de tensões em pavimentos de concretos**. Recife, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco.
- HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: PINI, 1992.
- HUANG, Y. H. **Pavement analysis and design**. New Jersey: Prentice Hall, 1993.
- JOFRÉ, C.; FERNÁNDEZ, R. Empleo del cemento em los pavimentos españoles. In: FÓRUM INTERAMERICANO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, 2, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, 1999. p. 299-322
- MEDINA, J. de. **Mecânica dos Pavimentos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.
- MEDINA, J.; MOTTA, L.M.G., **Mecânica dos Pavimentos**, 2ª Edição, ISBN 85-905987-3-3 (2005).
- PALAZZO, S. A.; LEITE, J. F. Tecnologia de construção de pavimentos de concreto com equipamentos de última geração. In: PÓS-CONGRESSO *PURDUE* SOBRE PROJETO, AVALIAÇÃO, DESEMPENHO E REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO, 1, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. p. 89-109.
- PINELO, A. Notas acerca da experiência portuguesa em pavimentos de concreto (betão) armado contínuo: projeto e construção. In: FÓRUM INTERAMERICANO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, 2, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, 1999. p. 131-132

- PITTA, M. R. **Construção de pavimentos de concreto simples**. 3.ed. São Paulo: ABCP, 1998.
- RUFINO, D.S., Estudo dos procedimentos de dimensionamento e dos novos programas de análise de tensões em pavimentos de concreto, Tese (Mestrado em Engenharia Civil), COPPE / UFRJ, RJ (1997).
- SCHNAID, F. **Ensaio de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações** Oficina de Textos, São Paulo, 2000.
- SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação**. v 1. São Paulo: Editora PINI, 1997.
- _____. **Manual de técnicas de pavimentação**. v 2. São Paulo: Editora PINI, 2001.
- SILVA, O.G., Acompanhamento de recuperação estrutural de pavimento urbano de concreto e análise dos materiais empregados. Recife, 2009. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco.
- SILVA, P.D.E.A., Estudo do reforço de concreto de cimento (Whitetopping) na pista circular experimental do Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Tese COPPE/UFRJ,RJ (2001).
- SOUZA, J. O. de. **Estradas de rodagem**. São Paulo: Livraria Nobel, 1981.
- SOUZA, M. L. de. **Pavimentação rodoviária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980.
- VIEIRA FILHO, J. O. **Avaliação estrutural e funcional de um pavimento rígido em via urbana do Recife**. Campina Grande, 1993. 400 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia Civil) – Setor de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

YODER, E. J.; WITCZAK, M. W. **Principles of pavement design**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1976.

ANEXO A

**RELATÓRIO FINAL DA INSTRUMENTAÇÃO DO ATERRO SOBRE SOLOS
MOLES LOTE 1 DA GEOPROJETOS ENGENHARIA LTDA**



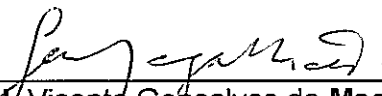
AUTORIZAÇÃO DE USO DE TEXTO E IMAGEM DOS PROJETOS

Eu, **Vicente Gonçalves de Magalhães**, General do Exército Brasileiro e Comandante do 1º Grupamento de Engenharia de Construção, responsável pela missão de construir 3 (três) lotes da Rodovia BR-101 NE, aprovo e autorizo o uso do texto, imagens e projetos a mim apresentadas nesta data para compor a Dissertação de Mestrado do Engenheiro Civil Martonio José Marques Francelino, intitulada: “ **PAVIMENTO DE CONCRETO SOBRE SOLOS MOLES: ESTUDO DE CASO NA RODOVIA BR-101 NORDESTE (LOTES 1,5 e 6).** ”

A referida Dissertação tem por finalidade disseminar o conhecimento adquirido no desenvolvimento do estudo de caso junto ao meio acadêmico e técnico, ligado às aéreas de infra-estrutura de transporte do país, da metodologia aplicada pelos Batalhões de Construção do Exército Brasileiro para construção do pavimento de concreto na rodovia BR-101, onde o autor do referido estudo presta assistência técnica desde agosto de 2006, através da Associação Brasileira de Cimento Portland.

O texto, imagens e projetos utilizados para o estudo são parte integrante desta autorização, que se refere, **EXCLUSIVAMENTE**, ao uso da dissertação mencionada.

João Pessoa, 09 de fevereiro de 2010



General Vicente Gonçalves de Magalhães
Comandante do 1º Grupamento de Engenharia de Construção

CPF nº 394273317-04

RG nº 026113431-6

**CLIENTE: 1º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE
CONSTRUÇÕES**

**OBRA: ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E
RESTAURAÇÃO DA BR101/RN - CORREDOR
NORDESTE**

DOCUMENTO: RE-698-13

**TÍTULO: RELATÓRIO FINAL DA
INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA**

MAIO / 2008

EMISSÕES E REVISÕES

DOCUMENTO:	RE-698-13
TÍTULO:	RELATÓRIO FINAL DA INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA
OBRA:	ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E RESTAURAÇÃO DA BR101/RN - CORREDOR NORDESTE
CLIENTE:	1º BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES

QUANTIDADE DE FOLHAS

REVISÃO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FINALIDADE	C										
ROSTO	1										
EMISSÕES	1										
CONTEÚDO	1										
TEXTOS	13										
APÊNDICE 1	10										
APÊNDICE 2	23										
APÊNDICE 3	7										
APÊNDICE 4	7										
APÊNDICE 5	15										
APÊNDICE 6	18										
APÊNDICE 7	16										
ANEXO 1	1										

CÓDIGOS DE FINALIDADE DO DOCUMENTO: A - Preliminar; B - Para conhecimento; C - Para aprovação; D - Aprovado; E - Entrega final; F - Liberado para construção; G - Conforme construído; H - Outra (_____)

DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

REV	DATA	REF	APROV	DESCRIÇÃO
0	24/jun/08			Emissão inicial

REF - a referência é feita por letra minúscula entre colchetes, por exemplo: [a], lançada no quadro de Quantidade de Folhas e explicada no quadro de Descrição das Revisões

CONTEÚDO

TEXTO

1 - INTRODUÇÃO

2 - QUANTIDADE E LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS.

3 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.

4 - COMENTÁRIOS

4.1 - SUBTRECHO 01

4.2 - SUBTRECHO 02

4.2.1 - Inclínometria

4.2.2 - Medição de recalques

4.2.3 - Medição dos Piezômetros

4.2.4 - Conclusões

4.3 - SUBTRECHO 03

4.3.1 - Inclínometria

4.3.2 - Medição de recalques

4.3.3 - Medição dos Piezômetros

4.3.4 - Conclusões

4.4 - SUBTRECHO 04

4.4.1 - Inclínometria

4.4.2 - Medição de recalques

4.4.3 - Medição dos Piezômetros

4.4.4 - Conclusões

4.5 - SUBTRECHO 05

4.5.1 - Inclínometria

4.5.2 - Medição de recalques

4.5.3 - Medição dos Piezômetros

4.5.4 - Conclusões

4.6 - SUBTRECHO 06

4.6.1 - Inclínometria

4.6.2 - Medição de recalques

4.6.3 - Medição dos Piezômetros

4.6.4 - Conclusões

4.7 - SUBTRECHO 07

4.7.1 - Inclínometria

4.7.2 - Medição de recalques

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 1

APÊNDICE 2 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 2

APÊNDICE 3 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 3

APÊNDICE 4 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 4

APÊNDICE 5 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 5

APÊNDICE 6 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 6

APÊNDICE 7 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 7

ANEXOS

ANEXO 1 –PLANTA DE LOCAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

1 - INTRODUÇÃO

Como parte dos serviços de Adequação da Capacidade e Restauração da BR - 101/RN - Corredor Nordeste, Trecho: Divisa RN/PB, Subtrecho: Entr. RN-063 a Entr. RN-061(p/ Arês), Lote: 01, Segmento: Km 96,4 - Km 142,6, Extensão: 46,2 Km, foram previstos acompanhamentos dos aterros do corpo estradal com instrumentação geotécnica, em função da presença de espessas camadas de solos de baixa resistência e alta compressibilidade no material de fundação.

Durante toda a execução dos aterros e sobrecarga, foram realizadas leituras dos instrumentos instalados, compostos de:

- Medidores de recalque tipo placa e marco de recalque de superfície
- Piezômetros pneumáticos
- Inclinômetros

Adicionalmente, foram instaladas Referencias Profundas (Bench Marks) que servem de referência de cotas para o controle dos recalques.

Essa instrumentação foi instalada ao longo do trecho compreendido entre as Est. 1592 a Est. 1650, em função da presença de espessas camadas de argilas mole.

Para fins de controle do lançamento do aterro e sobre carga e da instrumentação, este trecho foi subdividido em 07 (sete) subtrechos, como abaixo descrito:

Subtrecho-01	Est.1592 até Est.1595
Subtrecho-02	Est.1597+2 até Est.1606
Subtrecho-03	Est.1607 até Est.1612
Subtrecho-04	Est 1613 até Est.1619
Subtrecho-05	Est.1620 até Est.1630
Subtrecho-06	Est.1631 até Est.1640
Subtrecho-07	Est.1641 até Est.1650

2 - QUANTIDADE E LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS.

A definição da localização e das quantidades de cada tipo de instrumento foi feita pela empresa projetista. A tabela abaixo mostra a quantidade de instrumentos instalados.

Bench Mark	04.
Inclinômetros	16.
Piezômetros	10.
Placas de Recalque	51.
Marcos de Recalque	51.

A localização dos instrumentos está apresentada no **Anexo 1**.

Foram emitidos, ao longo do acompanhamento do lançamento do aterro e da sobrecarga, 11 relatórios mensais. Foi ainda emitido, um relatório de Instalação e Leituras Iniciais, designado relatório RE-698-01.

Ao longo do período de acompanhamento da instrumentação, procurou-se orientar o 1º BEC, sobre a velocidade de lançamento dos aterros, de modo a minimizar os riscos de ocorrência de rupturas.

Nessa medida, em diversas ocasiões o lançamento foi paralisado em função da observação de deslocamentos excessivos. Tais paralisações, apesar de comprometer o cronograma das obras, tornaram-se necessárias para minimizar os riscos.

Durante o período de observação dos instrumentos, alguns equipamentos foram destruídos pela ação da construção e por vandalismo. Esses instrumentos foram recuperados de forma a manter a qualidade do monitoramento. Em particular, as hastes das Placas de Recalque foram o foco de maior ação de vandalismo e destruição por ação de construção.

3 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.

Apresentam-se a seguir, um resumo das observações dos instrumentos, realizadas até a retirada da sobrecarga ou até a liberação, por parte da instrumentação para a retirada da sobrecarga.

É importante ressaltar que a **GEOPROJETOS**, empresa responsável pela instrumentação, não está apta a liberar a retirada da sobrecarga. A função da empresa é descrever as observações dos instrumentos e orientar a Projetista, que deverá tomar a decisão.

Os resultados finais dos instrumentos que sobreviveram à retirada da sobrecarga, foram lidos pela última vez em **JUN/08**.

A instrumentação está apresentada da seguinte forma:

Placas de Recalque - Os resultados das leituras realizadas nas placas de recalque estão apresentados na forma de gráficos de recalque com o tempo. Nos mesmos gráficos está apresentada a evolução do aterro.

Marcos de Recalque - Os resultados das leituras realizadas nos marcos de recalque estão apresentados na forma de gráfico de recalque com o tempo. Nos mesmos gráficos está apresentada a evolução do aterro.

Inclinômetros - Gráficos de deslocamento com a profundidade; gráficos de distorção com a profundidade;

Piezômetros – Os resultados das leituras realizadas nos piezômetros estão apresentados na forma de gráficos de pressão com o tempo. Nos mesmos gráficos está apresentada a evolução do aterro.

4 - COMENTÁRIOS

De forma similar aos relatórios sistemáticos, este relatório apresenta o Resumo Final para cada subtrecho da obra.

4.1 - SUBTRECHO 01

O lançamento da sobrecarga neste trecho foi concluída em NOV/07. A sobrecarga foi mantida por cerca de 90 dias, período previsto pelo Projetista, durante os quais a instrumentação foi lida a cada 15 dias.

Em FEV/08 a sobrecarga foi retirada. Durante a operação, as Placas de Recalque são naturalmente destruídas.

Os gráficos dos instrumentos referentes a esse trecho estão apresentados no **Apêndice 1** que indicam:

- a) As deformações, tanto horizontais quanto os recalques, foram de pequena magnitude. Os máximos recalques foram de poucos centímetros e as deformações horizontais não atingiram o centímetro.
- b) A velocidade em que estas deformações ocorreram foi baixa, não caracterizando qualquer risco de ruptura.
- c) O tempo de manutenção da sobrecarga foi adequado, pois ao final do período previsto, a grande maioria dos instrumentos já mostrava estabilidade nas deformações.

4.2 - SUBTRECHO 02

Nesse trecho, o lançamento da sobrecarga foi concluído em DEZ/07, e mantido por cerca de 90 dias conforme estabelecido em projeto.

Considerando que este subtrecho englobava o encontro de uma ponte, foi solicitado especial atenção para as observações dos instrumentos instalados até a Est. 1602.

Considerando que a grande maioria dos instrumentos nessa região não apresentaram deslocamentos horizontais superiores a centímetro e que não se verificava velocidade de deslocamento de grande magnitude, foi sugerido ao Projetista da obra, a retirada da sobrecarga até esta estaca.

Para o restante do trecho, os instrumentos continuaram a ser monitorados regularmente, em função de deformações ainda em curso.

Assim, no início de MARÇO/08, o material da sobrecarga, até a Est. 1602 foi retirado.

No **Apêndice 2** estão apresentados os gráficos dos instrumentos instalados neste trecho. Um resumo das observações de cada instrumento está apresentado a seguir:

4.2.1 - Inclinometria

I-03 e I-04 – Estes instrumentos apresentaram pequenas deformações a cada camada de aterro lançado. Após o término do lançamento da sobrecarga, observou-se no I-04, aumento na velocidade de deslocamento próximo à superfície.

Observa-se que, após a retirada da sobrecarga, o I-03 apresentou uma redução nas deformações, enquanto que o I-04 ainda apresentou aumento dos deslocamentos. Foram registrados 4mm de acréscimo de deformação junto a superfície. Esse aumento nas deformações, foi registrado no gráfico de distorção x profundidade, que apresentou um pico acentuado na profundidade de 1,50m.

I-05 – As deformações observadas neste instrumento, ao longo de todo o período de monitoramento, foram crescentes a cada camada de aterro lançado, principalmente a partir dos 4,0m de profundidade.

A partir de ABRIL/08, verificou-se uma redução das deformações do eixo 'A', que passaram de +44mm para +23mm junto à superfície do terreno. No eixo 'B', os deslocamentos observados foram pequenos, não ultrapassando -7mm na superfície.

I-06 – O eixo 'A' deste inclinômetro apresentou, durante todo o período de observação, pequenas deformações concentradas principalmente, nas porções superficiais e entre as profundidades de 9,0m a 13,0m. As deformações não ultrapassaram 11mm.

4.2.2 - Medição de recalques

O conjunto de Placas de Recalques deste trecho apresentaram dois comportamentos muito distintos:

- o primeiro grupo (PR-06 a PR-10), mostrou pequeno ou nenhum recalque, mesmo durante a fase construtiva do aterro.

- já o grupo formado pelas PR-11 a PR-16, mostrou recalques bem caracterizados durante a fase construtiva e tendência a estabilidade após a conclusão do lançamento. Comportamento característico dos materiais compressíveis que apresentam Coeficiente de Adensamento mais elevado.

Os Marcos de Recalques mostraram pequeno ou nenhum recalque durante todo o período, indicando que não foram definidas tendências a ruptura.

4.2.3 - Medição dos Piezômetros

Os piezômetros PZ-01 e PZ-02, instalados na fundação deste aterro, mostraram no decorrer deste monitoramento, pequena variação do excesso de poro pressão, com rápida dissipação, compatível com as observações dos recalques.

4.2.4 - Conclusões

O monitoramento deste trecho do aterro mostrou comportamento distinto de dois trechos: um sem deformações de qualquer natureza e outro com deformações induzidas sempre que havia lançamento de carga, seja por uma camada de aterro, seja pela sobrecarga.

As leituras mostraram coerência de comportamento entre os instrumentos.

4.3 - SUBTRECHO 03

O lançamento da sobrecarga neste trecho foi também concluído em DEZ/07 e mantido até a presente data.

Esse trecho apresentou comportamento semelhante ao anterior, na porção onde não foram verificados deslocamentos.

No **Apêndice 3** encontram-se todos os gráficos dos instrumentos referentes a este trecho.

Um resumo das observações de cada instrumento está apresentado a seguir:

4.3.1 - Inclinometria

I-07A – Apresentou, no período de monitoramento, deslocamentos crescente mas de pequena magnitude. na última leitura realizada, as deformações foram de +7mm no eixo 'A' e -15mm no eixo 'B'.

4.3.2 - Medição de recalques

As Placas de Recalques apresentaram-se, no decorrer de todo monitoramento, estáveis.

Os Marcos de Recalques mostraram leituras com flutuações. Entretanto, pode-se observar uma tendência a recalques que atingiram o máximo de 10,0cm.

Em ABRIL/08, os instrumentos MR-19 e MR-20 foram destruídos.

4.3.3 - Medição dos Piezômetros

O piezômetro PZ-03 instalado na fundação deste aterro, mostrou comportamento coerente com material de Coeficiente de Adensamento elevado, para uma argila de consistência mole.

Observa-se uma rápida resposta do piezômetro no primeiro carregamento. Paralisada a construção, a dissipação se processa, com redução das leituras. Após o reinício das construções, observam-se elevações de poro pressão, seguidas de reduções, mesmo com lançamento de carga sobre a fundação.

Concluída a construção, observa-se uma rápida tendência a redução total dos excessos de poro pressão.

4.3.4 - Conclusões

O monitoramento deste trecho do aterro mostrou comportamento atípico para argilas de consistência mole: pequenas deformações e recalques, e rápida dissipação dos excessos de poro pressão.

A conclusão da construção da sobrecarga ocorreu em DEZ/07. Registra-se que, na opinião da **GEOPROJETOS** a sobrecarga já poderá ser removida. O projetista deverá avaliar e recomendar a ação que considerar cabível.

As leituras mostraram coerência de comportamento entre os instrumentos.

4.4 - SUBTRECHO 04

O lançamento da sobrecarga neste trecho foi também concluído em DEZ/07 e mantido até a presente data.

Esse trecho apresentou comportamento semelhante ao anterior, na porção onde não foram verificados deslocamentos. A seguir, um resumo das observações durante o período de monitoramento.

No **Apêndice 4** mostram-se os gráficos dos instrumentos deste trecho, inclusive o gráfico de piezômetro até set/07, quando o mesmo foi destruído.

4.4.1 - Inclínometria

I-08 – Desde o início do monitoramento, este inclinômetro apresentou sinais claros de concentração de deformação até cerca de 3,5m de profundidade, no eixo 'A'.

Em JAN/08, com o término do lançamento da sobrecarga, observou-se aumento na velocidade de deslocamento, rapidamente reduzido a valores mais baixos.

4.4.2 - Medição de recalques

As Placas de Recalques apresentaram comportamento característico de material de fundação com Coeficiente de Adensamento alto para argilas de consistência mole.

Os recalques, que atingiram um valor máximo de 17cm, mostraram aumento durante a fase de construção dos aterro e sobrecarga, tornando-se quase estável imediatamente após a conclusão do carregamento.

Os Marcos de Recalque, apresentaram comportamento semelhante, porém com recalques de menor magnitude, o recalque máximo não ultrapassou os 12cm.

4.4.3 - Medição dos Piezômetros

O piezômetro PZ-04, instalado na fundação deste aterro, foi destruído em set/07 e se encontra inoperante.

4.4.4 - Conclusões

Este trecho apresentou comportamento semelhante ao anterior, com baixas deformações e recalques. A fundação reagiu de forma imediata ao carregamento, mostrando recalques sempre associados ao aumento da carga sobre a mesma. Concluído o carregamento os instrumentos mostraram uma rápida tendência a estabilização das deformações e recalques.

4.5 - SUBTRECHO 05

O lançamento da sobrecarga neste trecho só foi concluído em MARÇO/08, em função de algumas paralisações do lançamento do aterro, necessárias em função das deformações observadas e de cronograma das obras que privilegiou os aterros de encontro das pontes (subtrechos 1, 2 e 7).

Esse trecho apresentou comportamento semelhante ao anterior, na porção onde não foram verificados deslocamentos. A seguir um resumo das observações durante o período de monitoramento.

No **Apêndice 5** são apresentados os gráficos dos instrumentos deste trecho.

4.5.1 - Inclinometria

I-09 – Este instrumento apresentou desde o início do monitoramento, deformações em duas porções da profundidade, indicando a possibilidade de concentração de deformações em partes do tubo. Entretanto, concluído o lançamento do aterro e sobrecarga, as deformações atingiram valores da ordem de 27mm na direção 'A', valor considerado baixo para as características geotécnicas e geométricas dos aterros. Na direção "B", não foram detectadas deformações significativas.

Ressalta-se que na última leitura realizada, ainda foi observado um pequeno aumento nas deformações do eixo "A".

I-10 – Este instrumento apresentou um comportamento muito similar ao I-09, porém com deformações atingindo um máximo de 14mm. Assim, valem os mesmos comentários feitos acima.

É interessante observar que os dois inclinômetros deste subtrecho, apresentaram comportamento (forma da curva) muito semelhante, indicando uma homogeneidade de perfil geotécnico no trecho.

4.5.2 - Medição de recalques

Os recalques ao longo de todo o subtrecho, são baixos comparados às leituras anteriores, mas apresentam recalques de cerca de 11 a 30cm. Estes resultados são compatíveis com as deformações horizontais verificadas nos inclinômetros.

Cumprido ressaltar que algumas das Placa de Recalque, não apresentam-se completamente estabilizadas, apesar de mostrarem incrementos de recalque muito baixo.

4.5.3 - Medição dos Piezômetros

Os piezômetros PZ-05 e PZ-06, instalados na fundação deste aterro mostraram, no decorrer deste monitoramento, pequena variação do excesso de poro pressão, compatíveis com materiais de elevado valor de Coeficiente de Adensamento.

Nota-se, de forma clara, tendências a aumento dos excessos de poro pressão durante os carregamentos e dissipação quando das paralisações, como verificou-se em DEZ/07.

4.5.4 - Conclusões

As leituras dos instrumentos revelam que, após o término do lançamento da sobrecarga no trecho, as deformações foram sempre de pequena magnitude. Nota-se ainda, uma coerência entre os instrumentos.

As deformações remanescentes, verificadas nas Placas de Recalque durante a última leitura, devem ser avaliadas pelo Projetista de forma a orientar a Construtora sobre a possibilidade de retirada da sobrecarga.

4.6 - SUBTRECHO 06

O lançamento da sobrecarga neste trecho também só foi concluído em MARÇO/08, em função de diversas paralisações do lançamento do aterro, necessárias em função das deformações observadas.

Esse trecho apresentou comportamento muito distinto dos demais e representou, durante toda a execução dos aterros, o de maior risco para a estabilidade das obras.

A seguir um resumo das observações durante o período de monitoramento.

No **Apêndice 6** são apresentados os gráficos dos instrumentos deste trecho.

4.6.1 - Inclinometria

A partir de JAN/08, observou-se aumento na velocidade de deslocamento em ambos os eixos, concentradas entre as profundidades de 6,0m a 12,0m e próximo a superfície (partir dos 3,5m). As deformações observadas foram crescentes até ABR/08, a cada camada de aterro lançado.

Em função da alta velocidade de incrementos dos deslocamentos, em várias oportunidades, foi necessário paralisar a execução de novas camadas, sob risco de aumento excessivo da velocidade dos deslocamentos.

Adotando esse critério, foi possível concluir o lançamento do aterro e sobrecarga sem que fosse registrado nenhum escorregamento. Entretanto, é possível observar que, apesar de já terem passado mais de três meses desde a conclusão do aterro, ainda são verificadas deformações em todos os instrumentos.

4.6.2 - Medição de recalques

As Placas de Recalques, em sua totalidade, mostram ainda (quatro meses após a conclusão dos aterros) recalques crescentes com o tempo, indicando que não houve estabilização das leituras.

Estes resultados são compatíveis com as deformações horizontais verificadas nos inclinômetros e a baixa velocidade de dissipação observadas nos piezômetros.

4.6.3 - Medição dos Piezômetros

Os piezômetros PZ-07, PZ-08, PZ-09 e PZ-10 mostraram, no decorrer do monitoramento, pequena variação do excesso de poro pressão. As leituras mostraram que não houve dissipação marcante, mesmo quando das paralisações mais prolongadas. Estes resultados, são compatíveis com as deformações e recalques residuais que estão sendo observados após a conclusão do aterro.

4.6.4 - Conclusões

As leituras dos instrumentos mostram coerência entre si e indicam como um todo, que o processo de adensamento ainda não foi concluído neste trecho do aterro.

Caberá ao Projetista, com base nas informações aqui apresentadas, decidir sobre a remoção da sobrecarga ou a sua manutenção por um período maior, de modo a garantir a estabilização das leituras.

4.7 - SUBTRECHO 07

O lançamento da sobrecarga neste trecho também foi concluído em DEZ07, apesar das diversas paralisações do lançamento do aterro, necessárias em função das deformações observadas. No entanto, por se tratar de um trecho de encontro de ponte, a construção privilegiou esta área.

O comportamento deste subtrecho apresenta duas características distintas: até a Est. 1645, o comportamento se assemelha ao do subtrecho 6, com grandes deformações. A partir desta estaca, as deformação são de pequena magnitude, como será visto na discussão que segue.

Por esta razão, e de modo a permitir o início da construção das fundações da ponte, em MAR/08 foi sugerida que o Projetista verificasse a possibilidade de remoção da sobrecarga mas, até a presente data não se tem informação de que havia sido retirada.

4.7.1 - Inclínometria

Neste subtrecho estão instalados os inclinômetros I-14, I-15 e I-16. Destes, apenas o I-14, mais próximo do subtrecho 6 apresentou deformações. Os demais mostraram deformações de pequena magnitude, nos dois sentidos.

O I-14, mesmo após a conclusão da sobrecarga, há seis meses, continua a apresentar incremento de deslocamento, já tendo atingido um máximo de 30mm na profundidade de 9,50m.

É importante observar que a deformação ao final do carregamento (08/JAN/08) era de cerca de 16mm, ou seja, as deformações mais do que duplicaram após a conclusão do carregamento.

A última leitura realizada neste instrumento mostrou um incremento de 2mm em pouco mais de 40 dias entre leituras, caracterizando uma velocidade de deformação ainda elevada.

O I-15 também apresentou deformações após a conclusão do carregamento, mostrando comportamento semelhante ao I-14. Porém, as deformações verificadas neste último são muito inferiores ao anterior, não justificando qualquer preocupação.

No **Apêndice 7** deste relatório, encontram-se todos os gráficos dos instrumentos referentes a este trecho.

4.7.2 - Medição de recalques

As Placas de Recalques apresentaram comportamento compatível com os inclinômetros e mostrou que a grande maioria dos instrumentos ainda não atingiu estabilização das leituras.

Estes recalques residuais são mais marcantes na PR-47, que mostrou uma velocidade da ordem de 0,13cm/dia (variação de 10cm em 09/MAI/08 para 16cm em 13/JUN/08).

4.7.3 – Conclusões

As leituras dos instrumentos neste trecho revelam que existem dois comportamentos muito distintos ao longo do trecho: até a Est. 1645 aproximadamente, foram observadas deformações e recalques de maior magnitude, os quais ainda não se mostraram totalmente estabilizados, apesar da sobrecarga já estar aplicada a cerca de 6 meses.

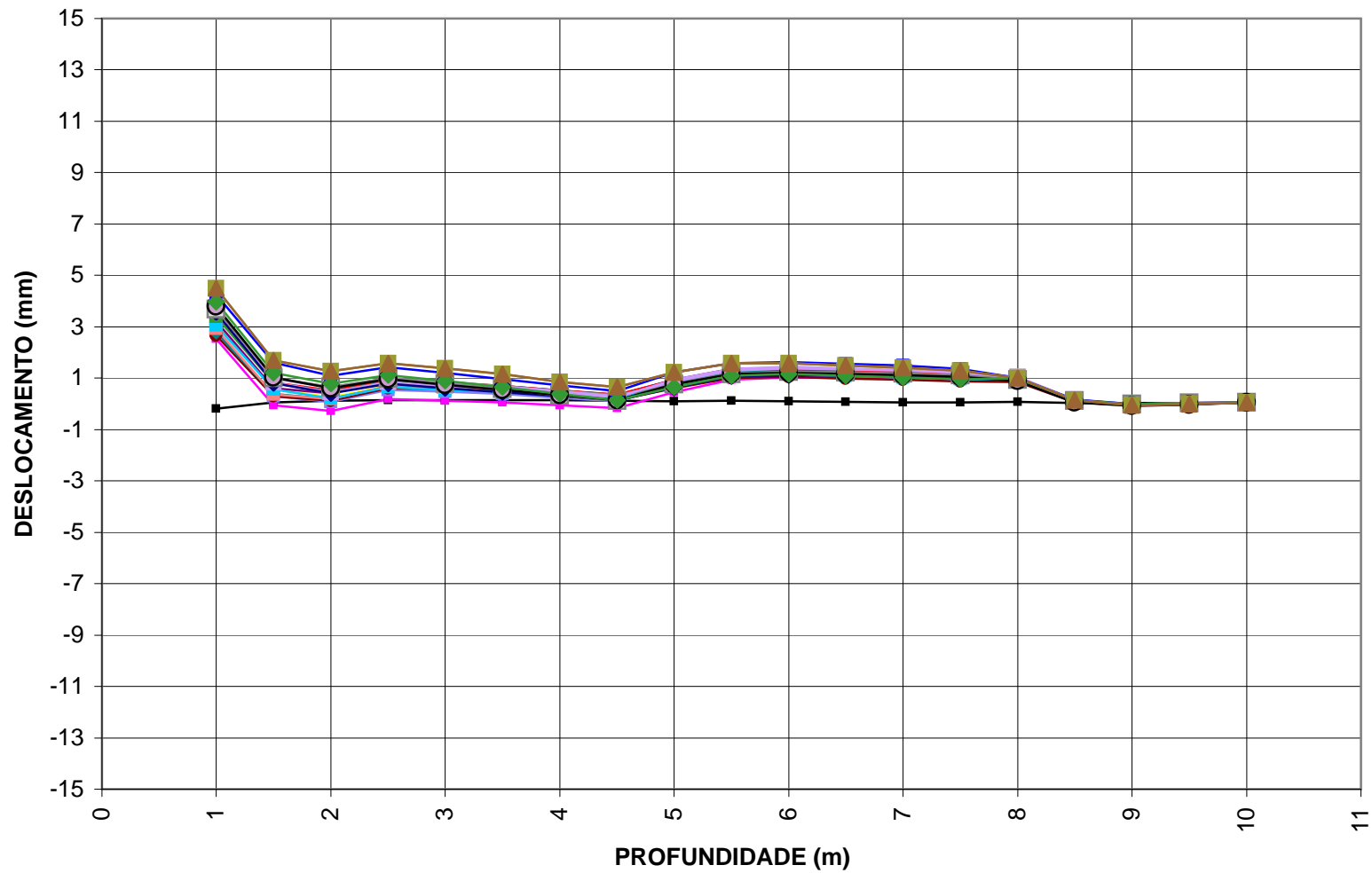
A segunda porção deste trecho, apresentou deformações de pequena magnitude e já se mostram estabilizados ou com pequenos incrementos de deformação.

O Projetista deverá avaliar os resultados aqui apresentados e definir pela retirada ou não da sobrecarga nos trechos aonde se verificam deformações em andamento.

APÊNDICES

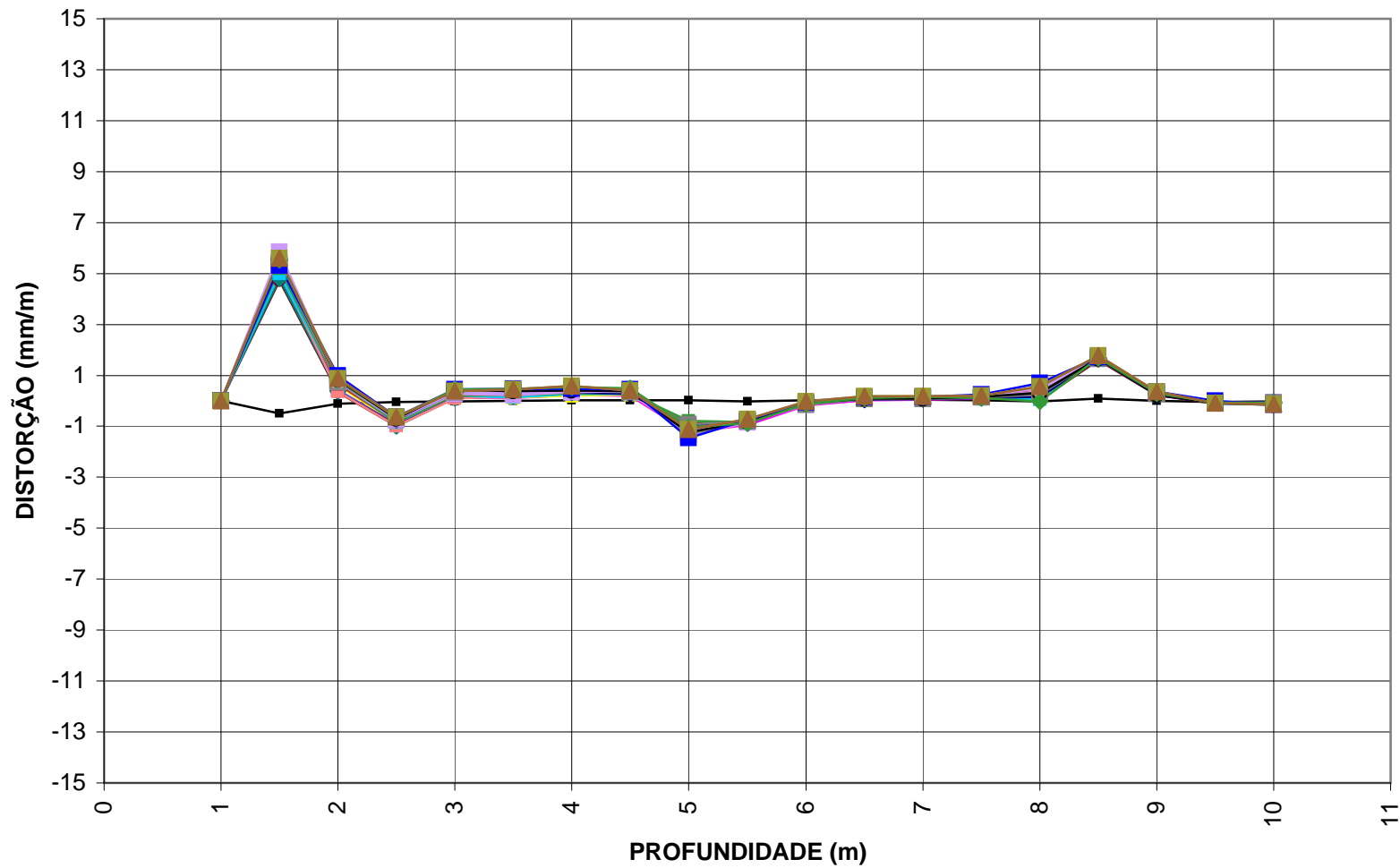
APÊNDICE 1 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 1

698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 02A (EIXO B)

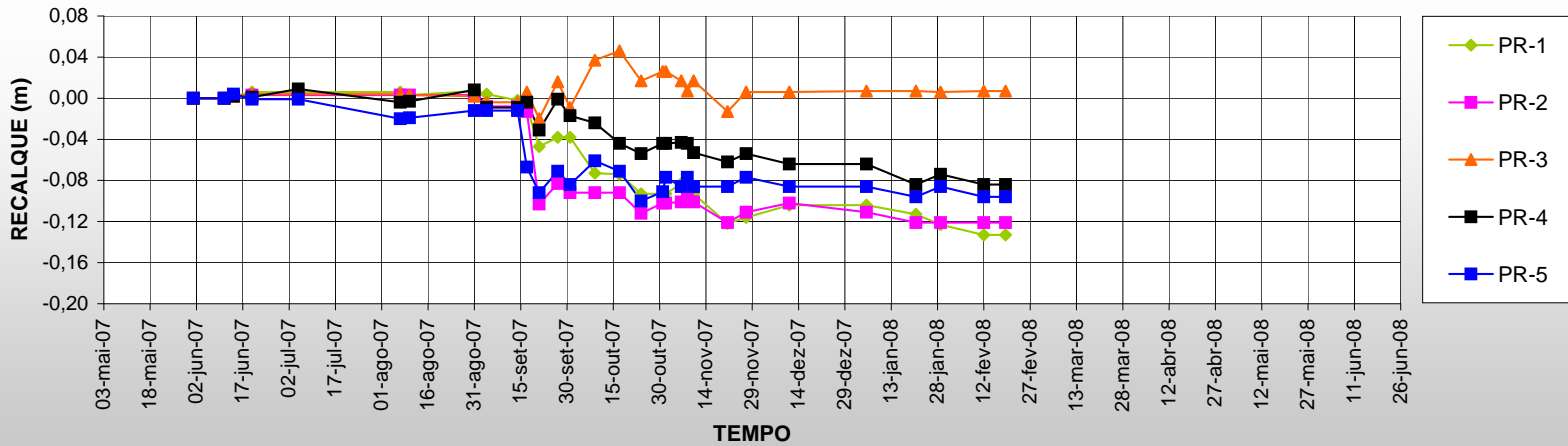
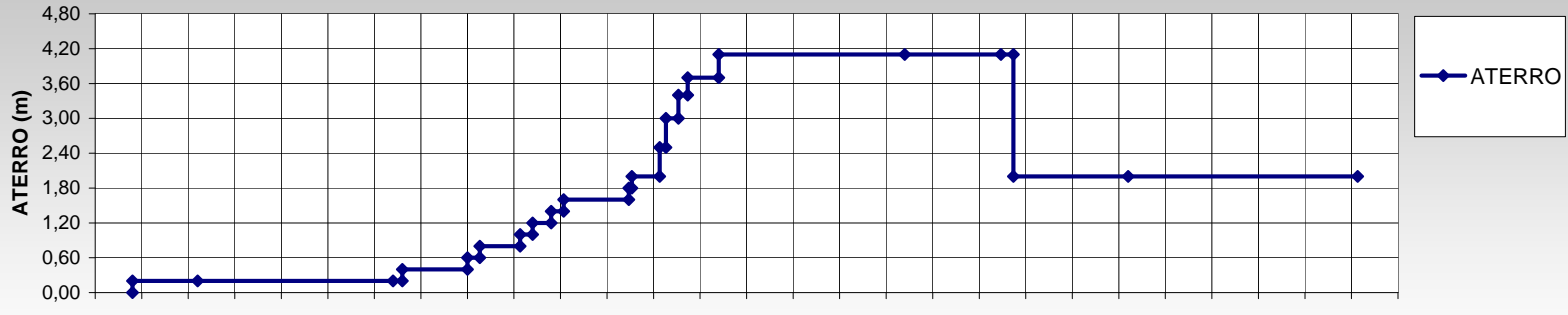


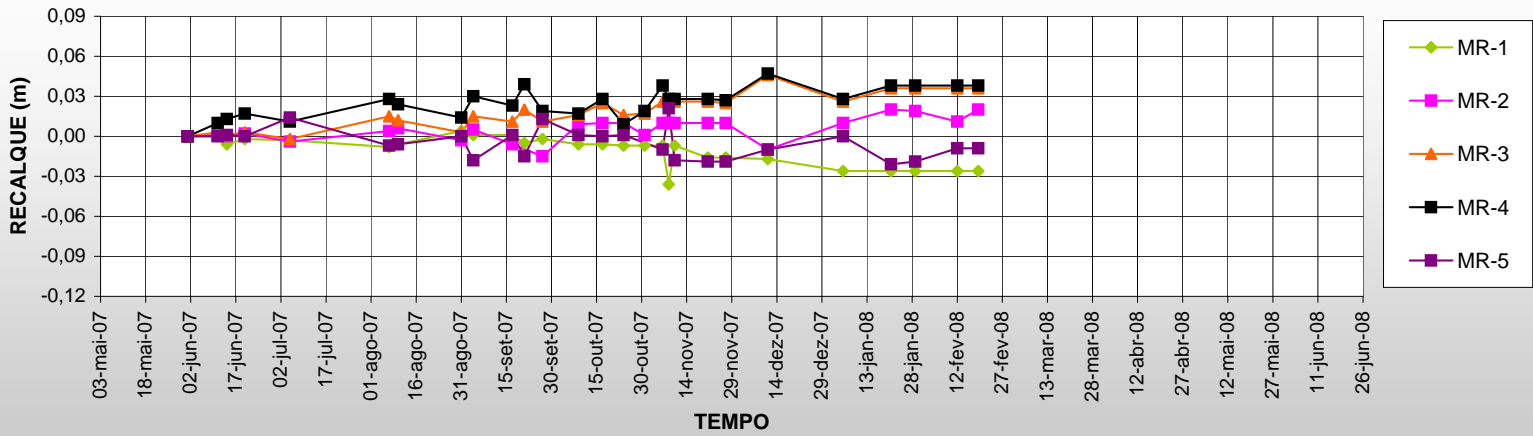
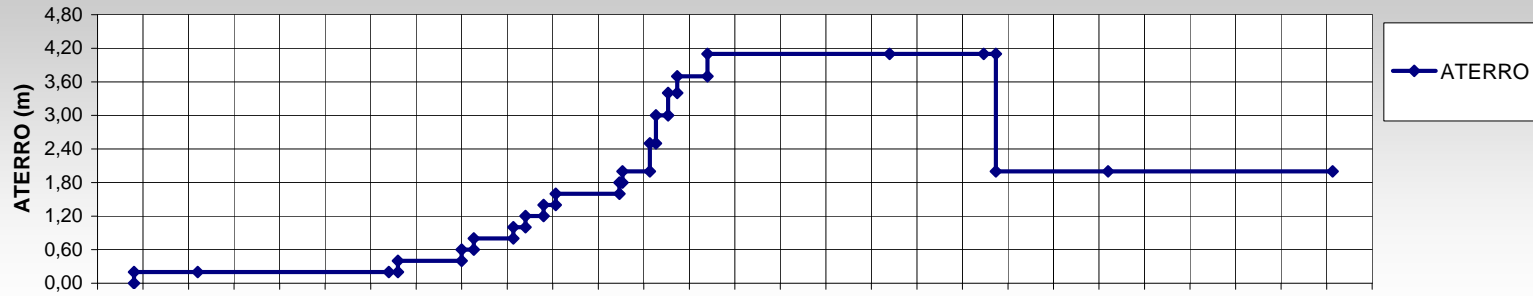
- 13/8/2007
- 31/8/2007
- 13/9/2007
- 18/9/2007
- 21/9/2007
- 4/10/2007
- 9/10/2007
- 17/10/2007
- 24/10/2007
- 31/10/2007
- 5/11/2007
- 8/11/2007
- 19/11/2007
- 27/11/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 21/1/2008
- 29/1/2008
- 12/2/2008
- 19/2/2008
- 10/3/2008

698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 02A (EIXO B)



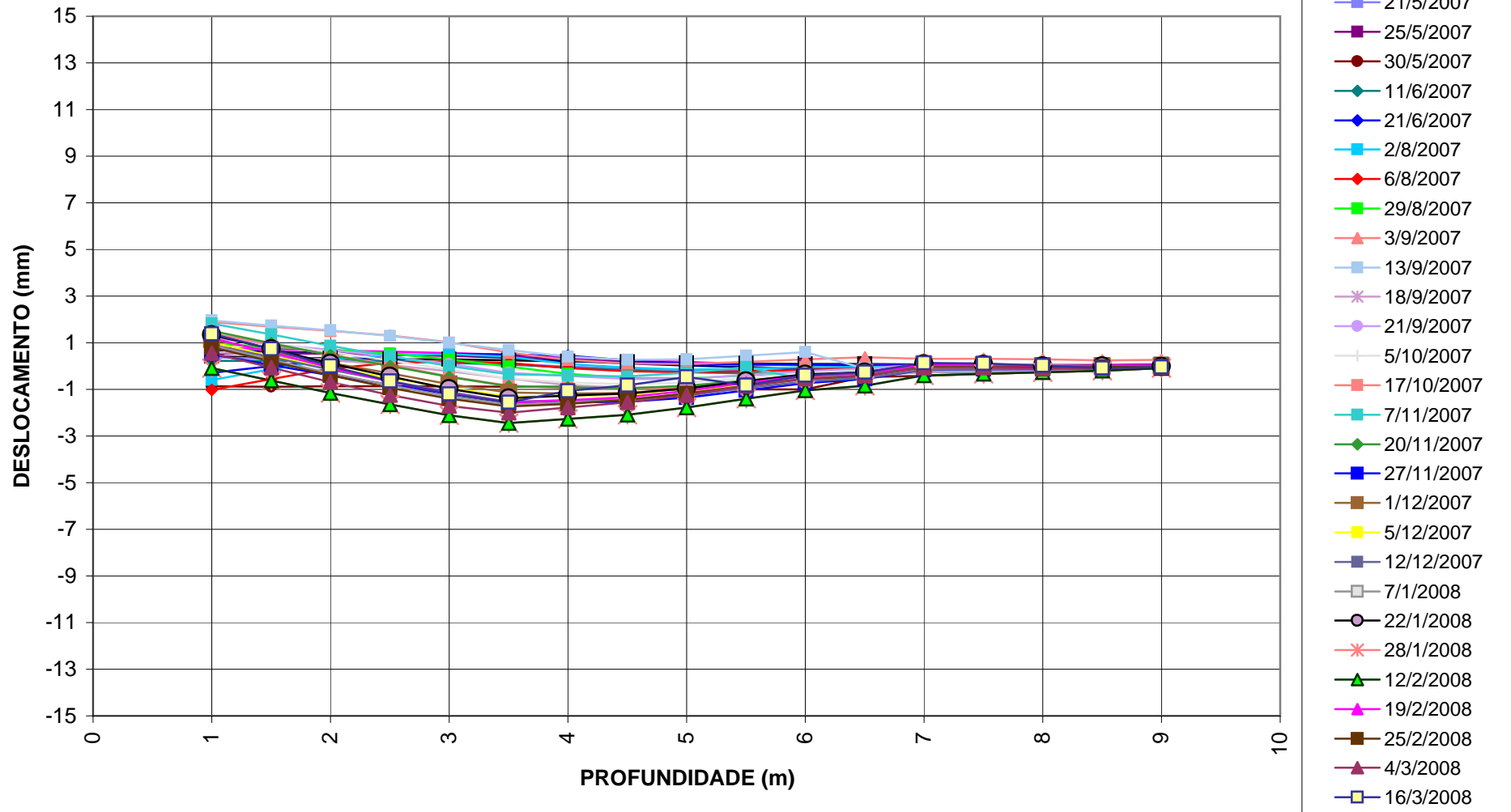
- 13/8/2007
- 31/8/2007
- ▲— 13/9/2007
- 18/9/2007
- 21/9/2007
- 4/10/2007
- ◆— 9/10/2007
- 17/10/2007
- 24/10/2007
- 31/10/2007
- 5/11/2007
- 8/11/2007
- ◆— 19/11/2007
- 27/11/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 21/1/2008
- 29/1/2008
- ◆— 12/2/2008
- 19/2/2008
- ▲— 10/3/2008



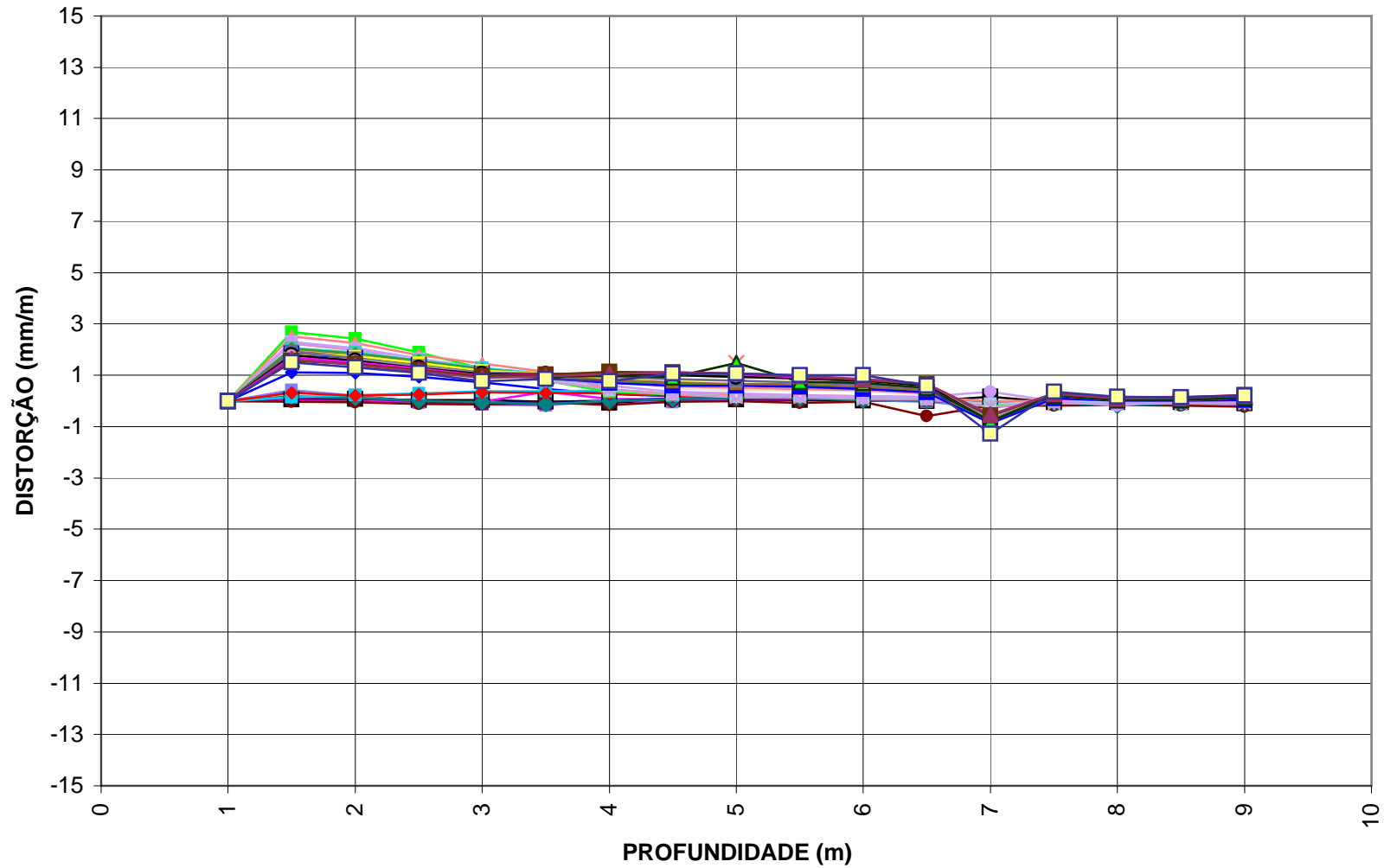


APÊNDICE 2 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 2

698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 03 (EIXO B)

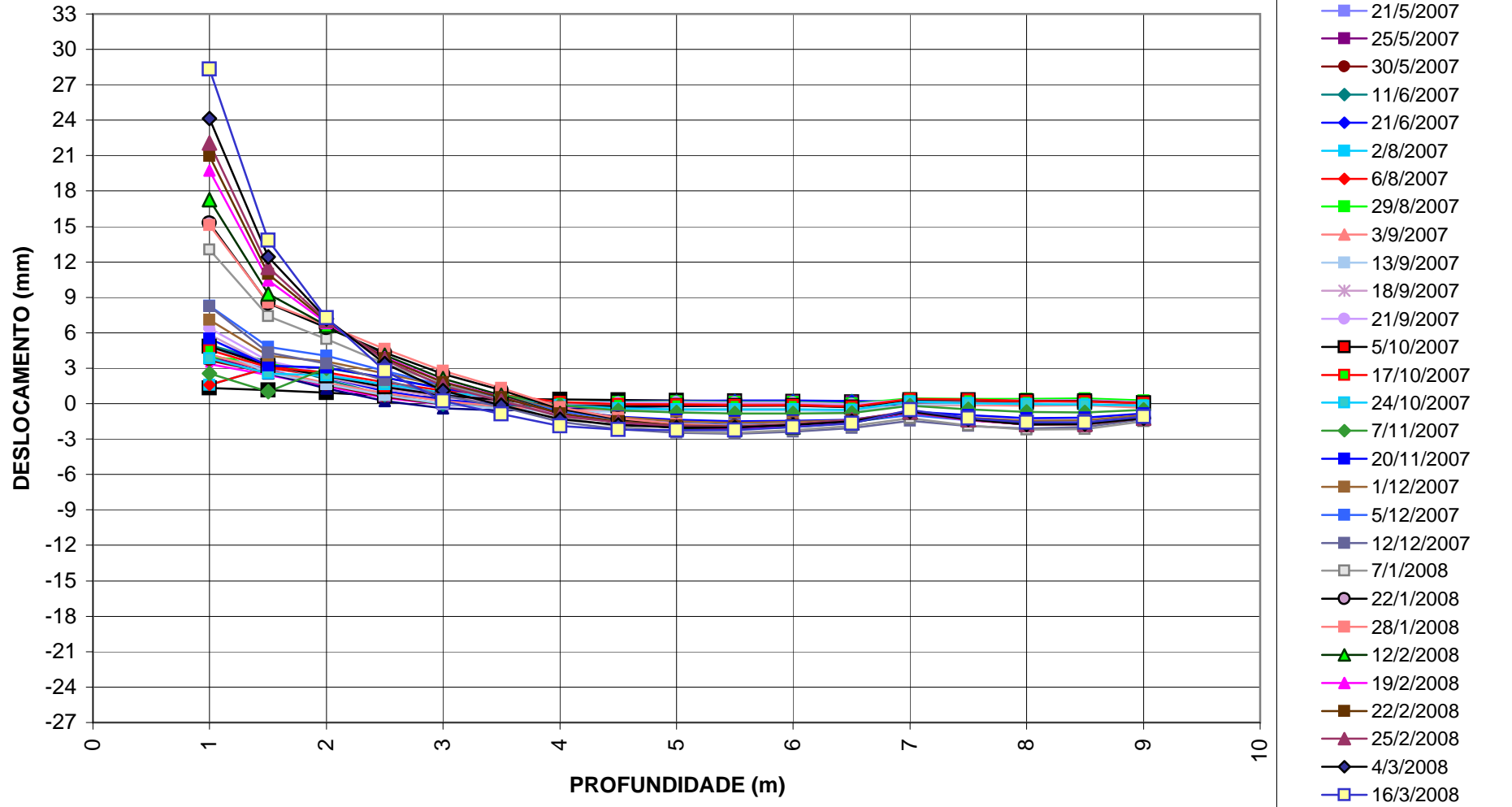


698 - 1 BEC - BR 101 - RN
 DISTORÇÃO INC - 03 (EIXO A)

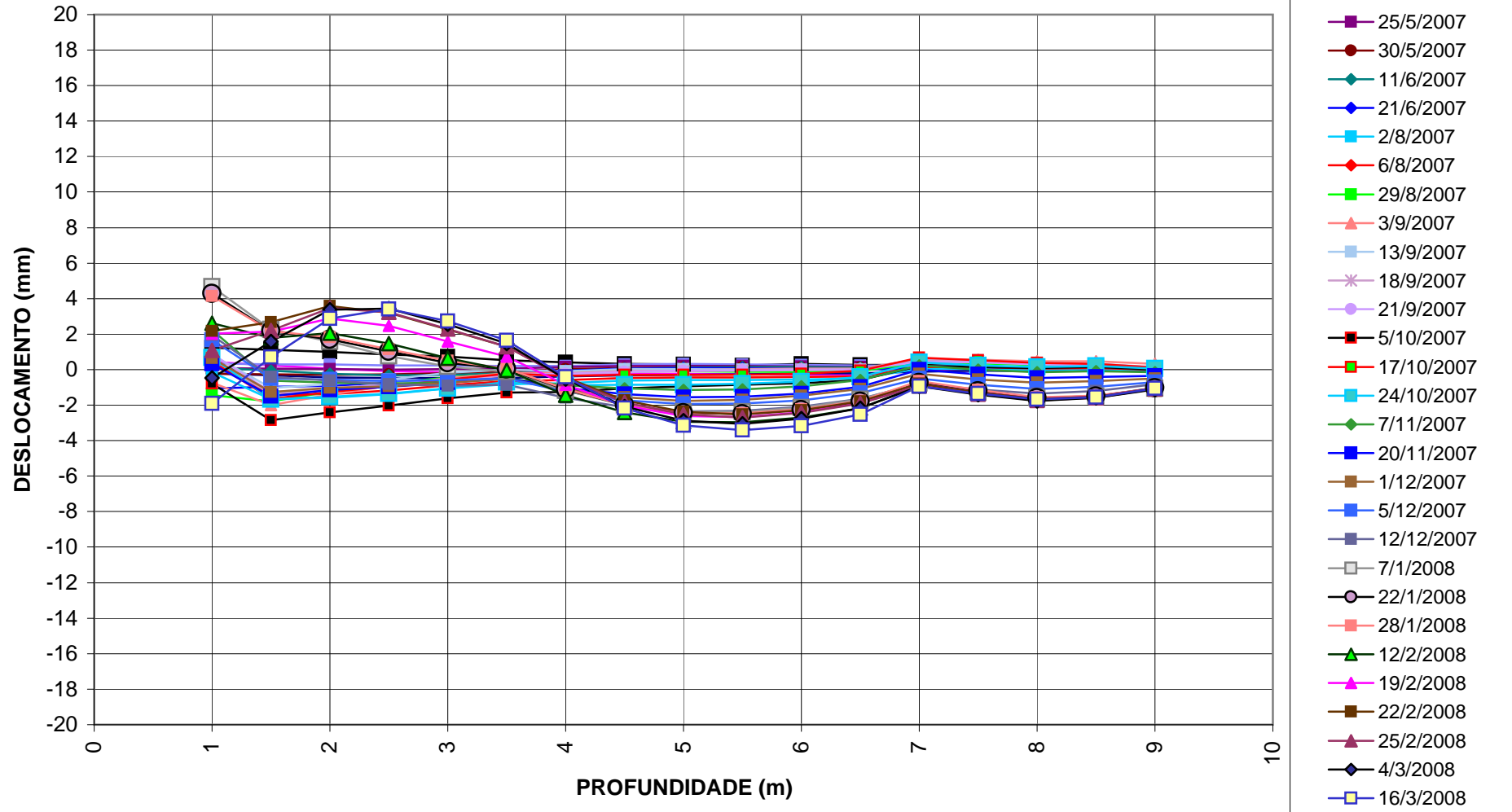


- 20/4/2007
- 8/5/2007
- 16/5/2007
- 21/5/2007
- 25/5/2007
- 30/5/2007
- 11/6/2007
- 21/6/2007
- 2/8/2007
- 6/8/2007
- 29/8/2007
- 3/9/2007
- 13/9/2007
- 18/9/2007
- 21/9/2007
- 5/10/2007
- 17/10/2007
- 7/11/2007
- 20/11/2007
- 27/11/2007
- 1/12/2007
- 5/12/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 22/1/2008
- 28/1/2008
- 12/2/2008
- 19/2/2008
- 25/2/2008
- 4/3/2008
- 16/3/2008

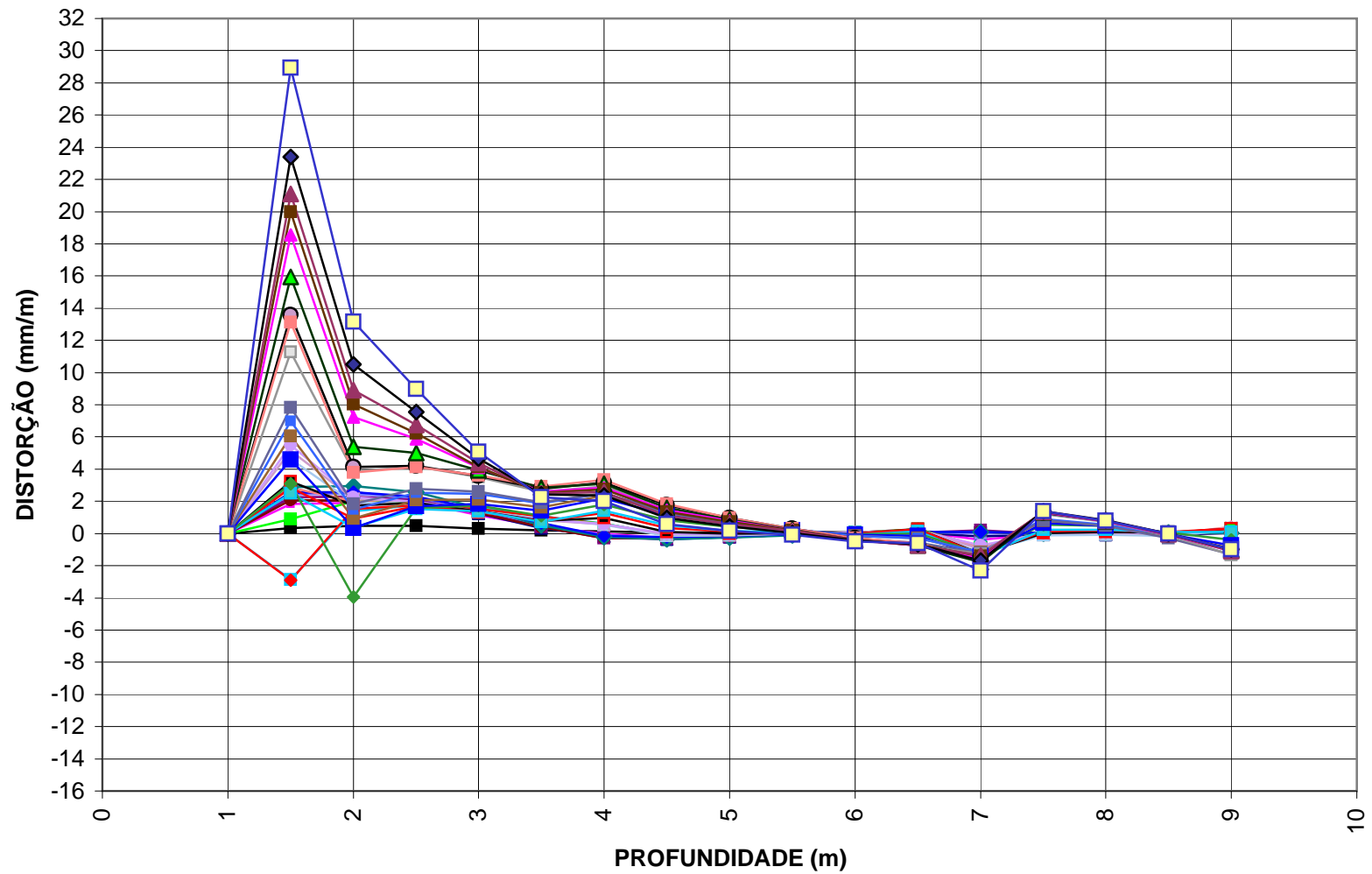
698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 04 (EIXO A)



698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 04 (EIXO B)

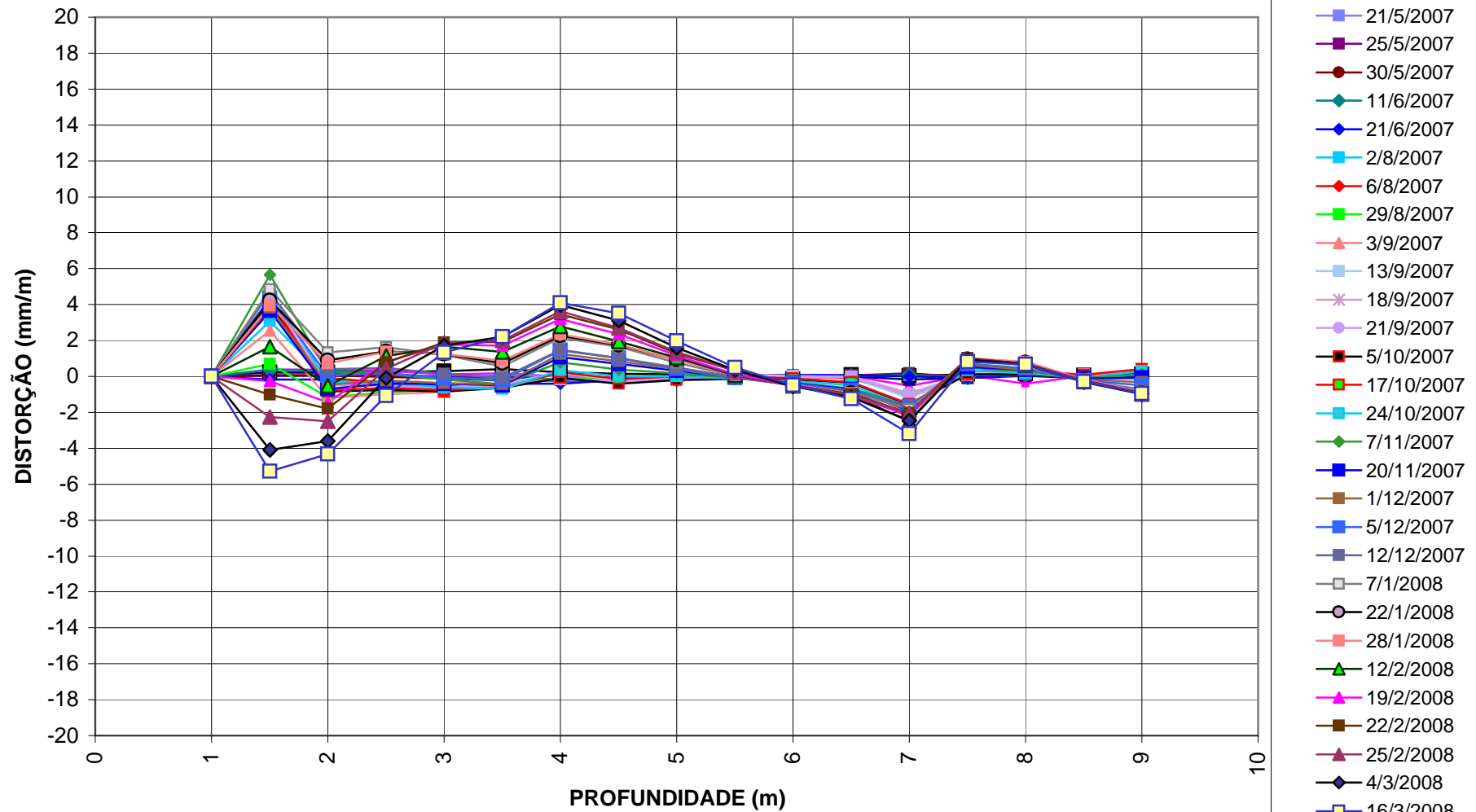


698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 04 (EIXO A)

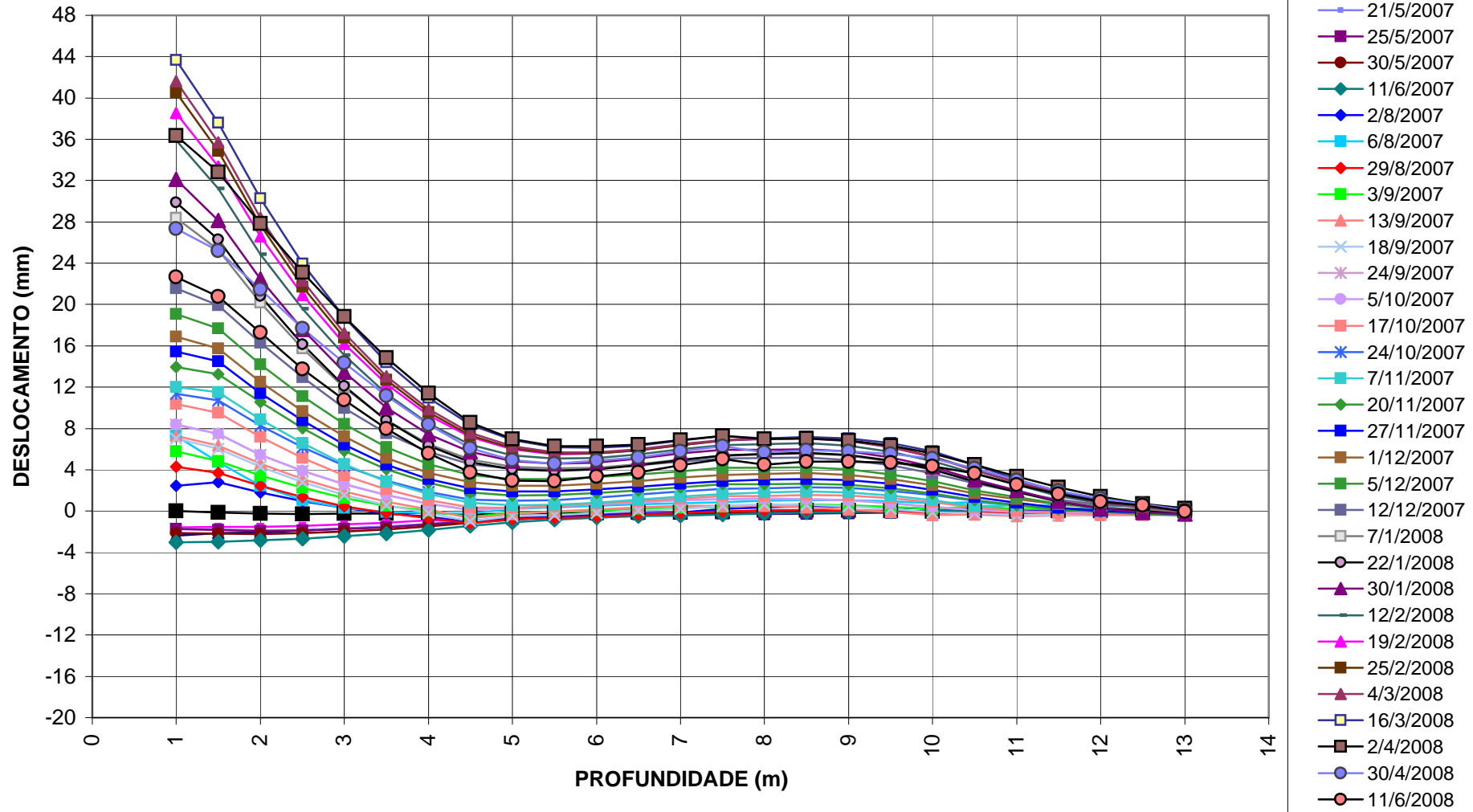


- 16/4/2007
- 8/5/2007
- 16/5/2007
- 21/5/2007
- 25/5/2007
- 30/5/2007
- 11/6/2007
- 21/6/2007
- 2/8/2007
- 6/8/2007
- 29/8/2007
- 3/9/2007
- 13/9/2007
- 18/9/2007
- 21/9/2007
- 5/10/2007
- 17/10/2007
- 24/10/2007
- 7/11/2007
- 20/11/2007
- 1/12/2007
- 5/12/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 22/1/2008
- 28/1/2008
- 12/2/2008
- 19/2/2008
- 22/2/2008
- 25/2/2008
- 4/3/2008
- 16/3/2008

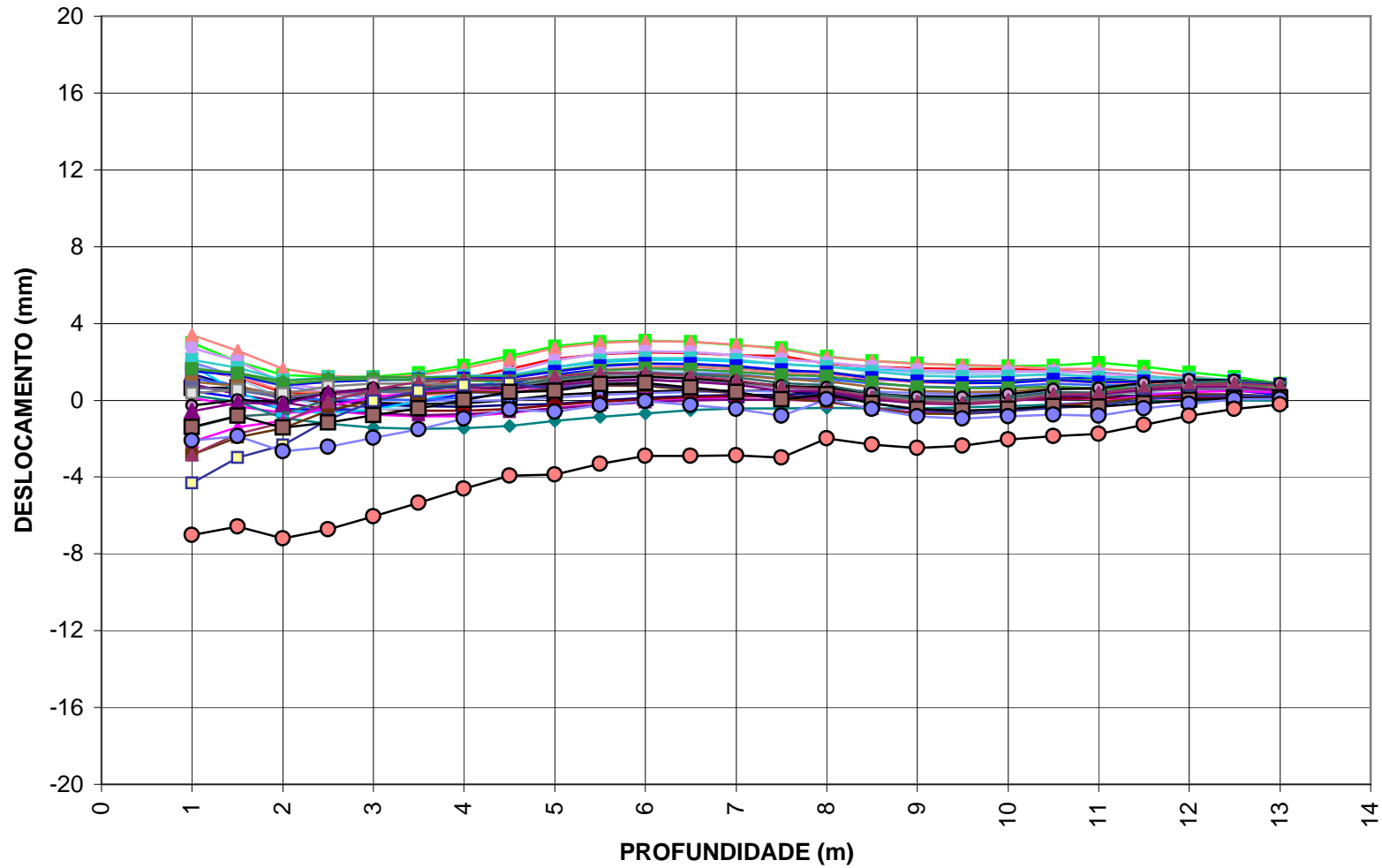
698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 04 (EIXO B)



698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 05 (EIXO A)

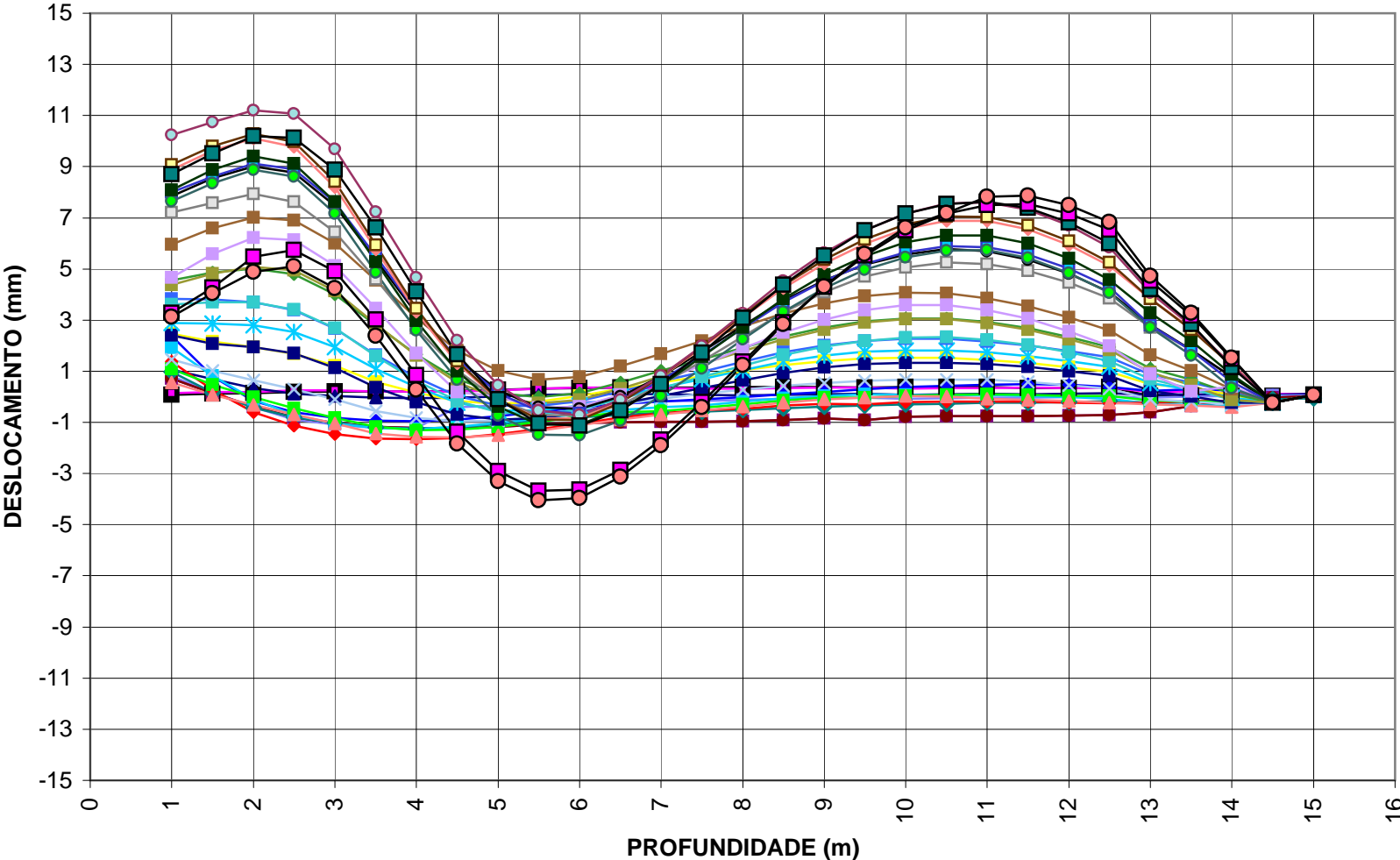


698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 05 (EIXO B)



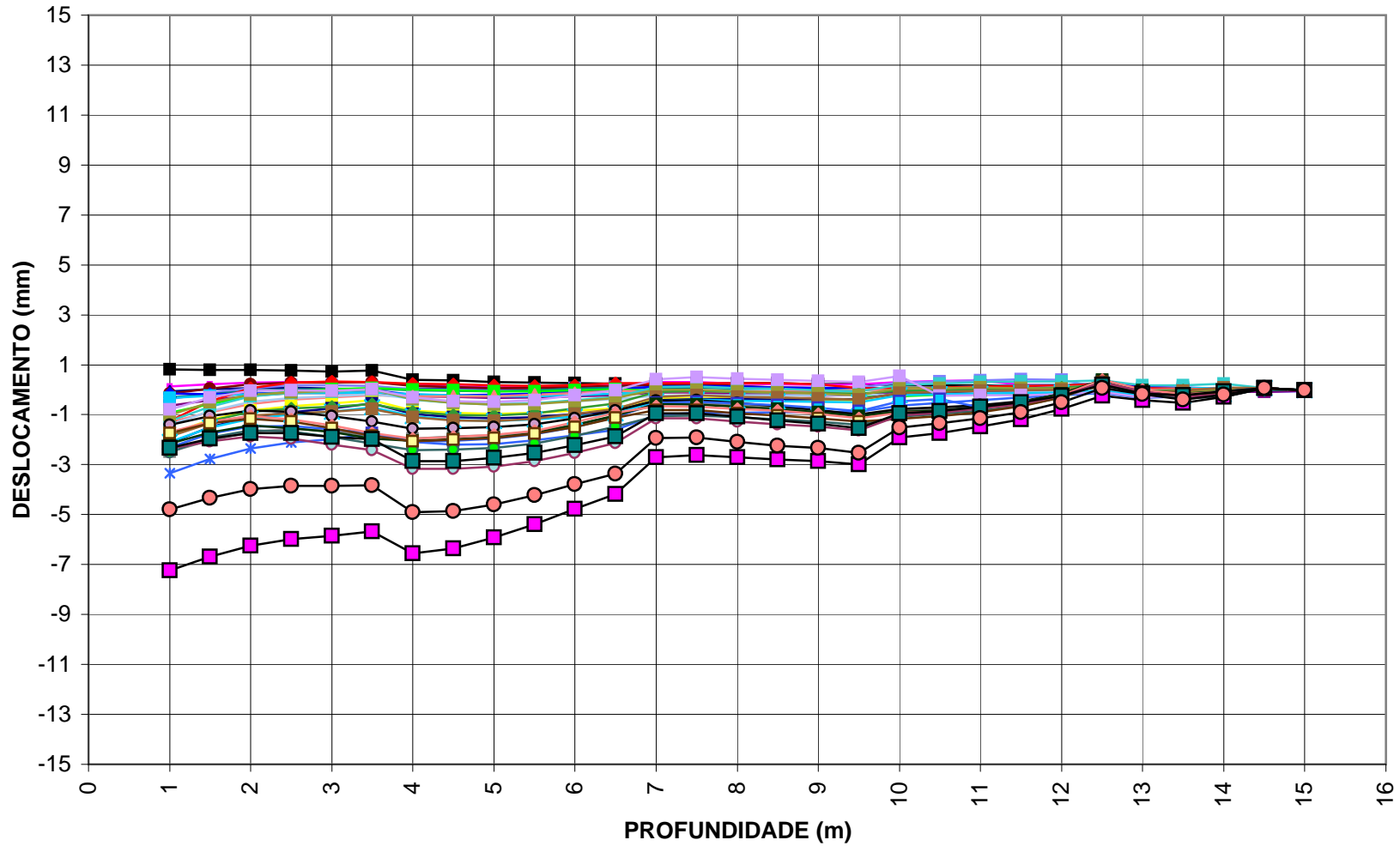
- 16/4/2007
- 10/5/2007
- 16/5/2007
- 21/5/2007
- 25/5/2007
- 30/5/2007
- 11/6/2007
- 2/8/2007
- 6/8/2007
- 29/8/2007
- 3/9/2007
- 13/9/2007
- 18/9/2007
- 24/9/2007
- 5/10/2007
- 17/10/2007
- 24/10/2007
- 7/11/2007
- 20/11/2007
- 27/11/2007
- 1/12/2007
- 5/12/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 22/1/2008
- 30/1/2008
- 12/2/2008
- 19/2/2008
- 25/2/2008
- 4/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 06 (EIXO A)

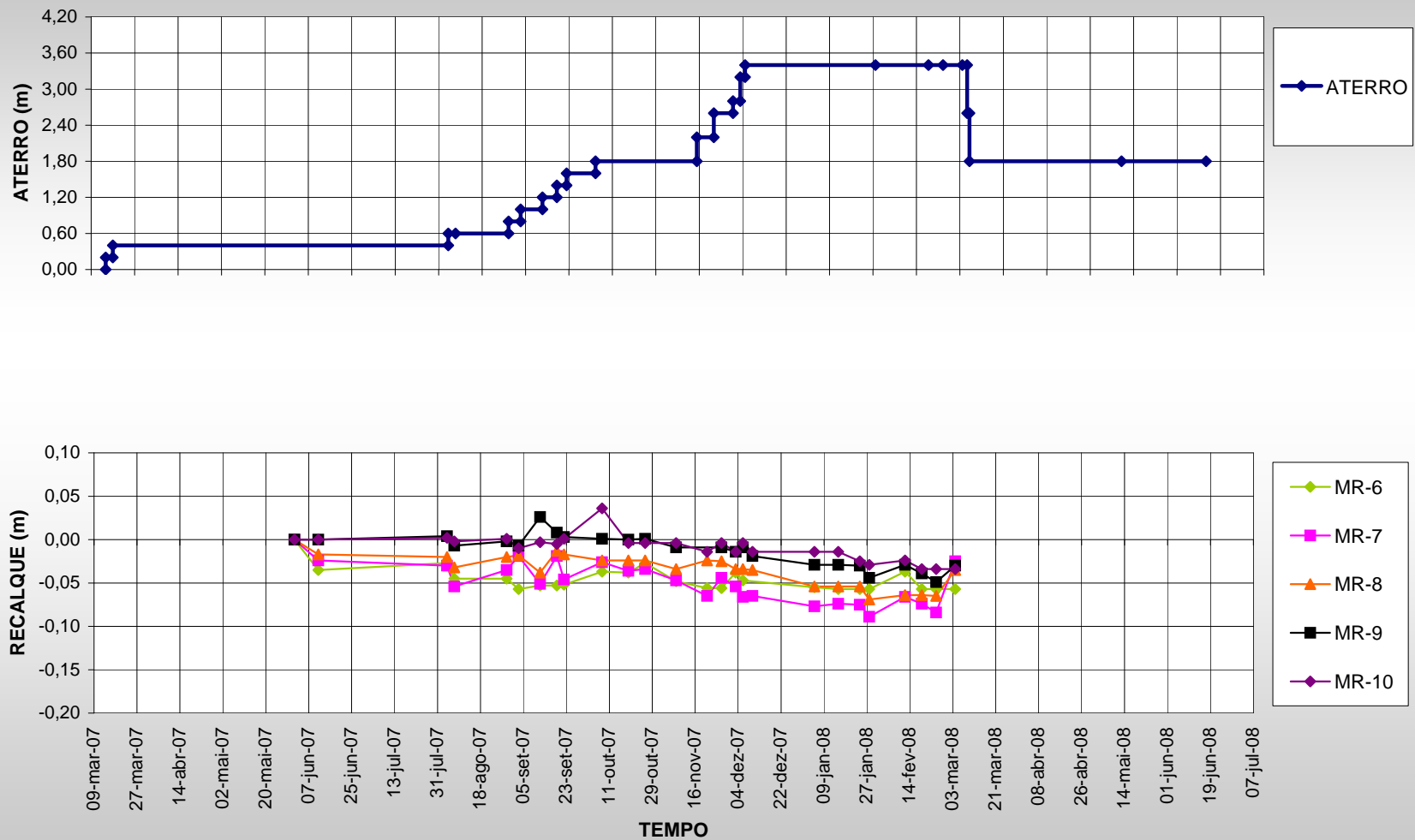


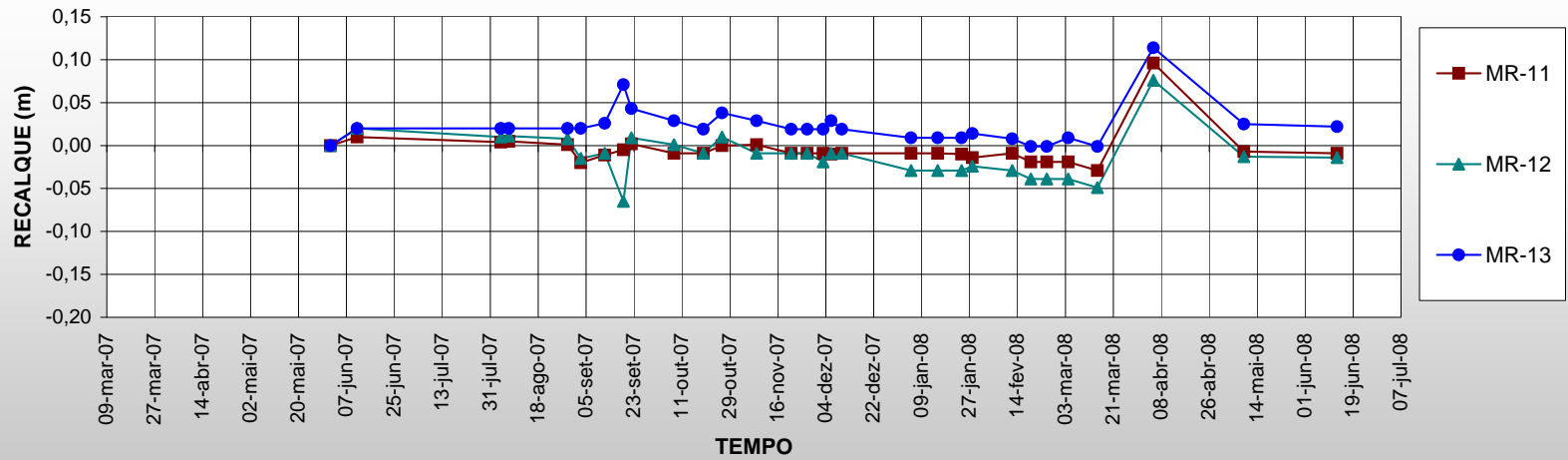
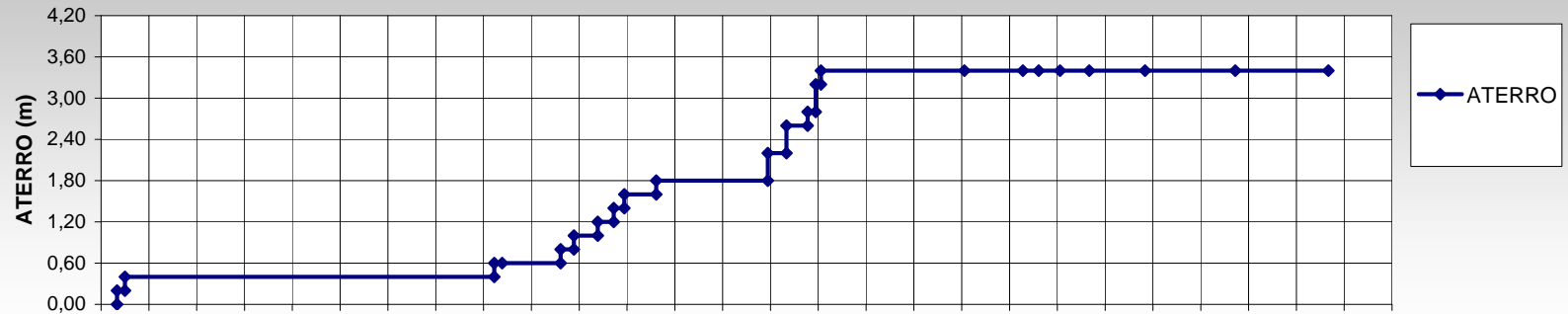
- 16/4/2007
- 7/5/2007
- 16/5/2007
- 21/5/2007
- 25/5/2007
- 30/5/2007
- 2/8/2007
- 6/8/2007
- 29/8/2007
- 3/9/2007
- 13/9/2007
- 19/9/2007
- 24/9/2007
- 5/10/2007
- 17/10/2007
- 24/10/2007
- 7/11/2007
- 21/11/2007
- 27/11/2007
- 1/12/2007
- 5/12/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 22/1/2008
- 28/1/2008
- 12/2/2008
- 19/2/2008
- 25/2/2008
- 4/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

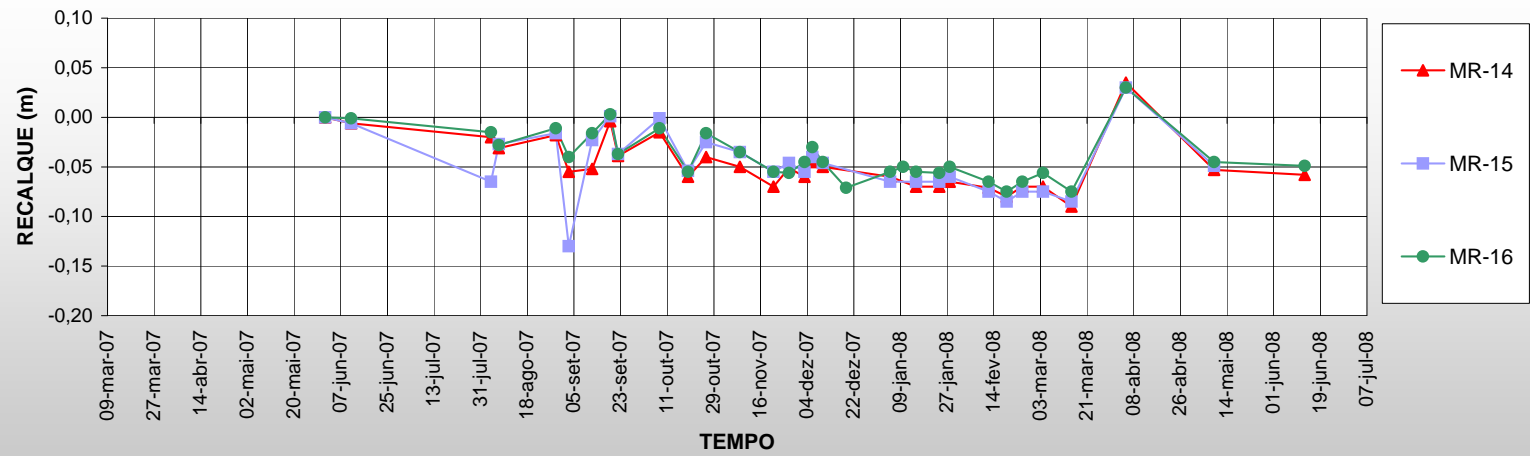
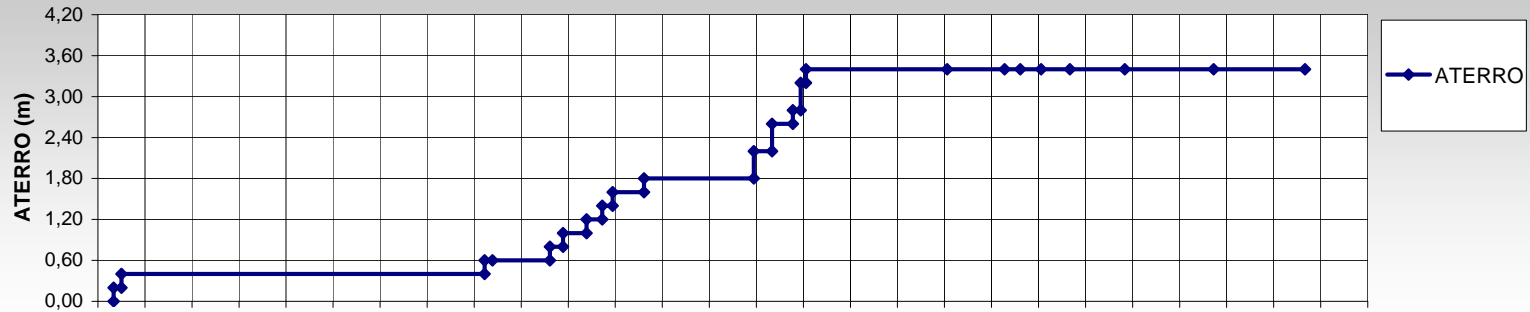
698 - 1 BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 06 (EIXO B)



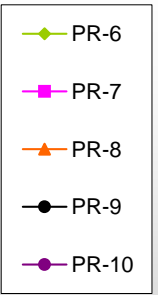
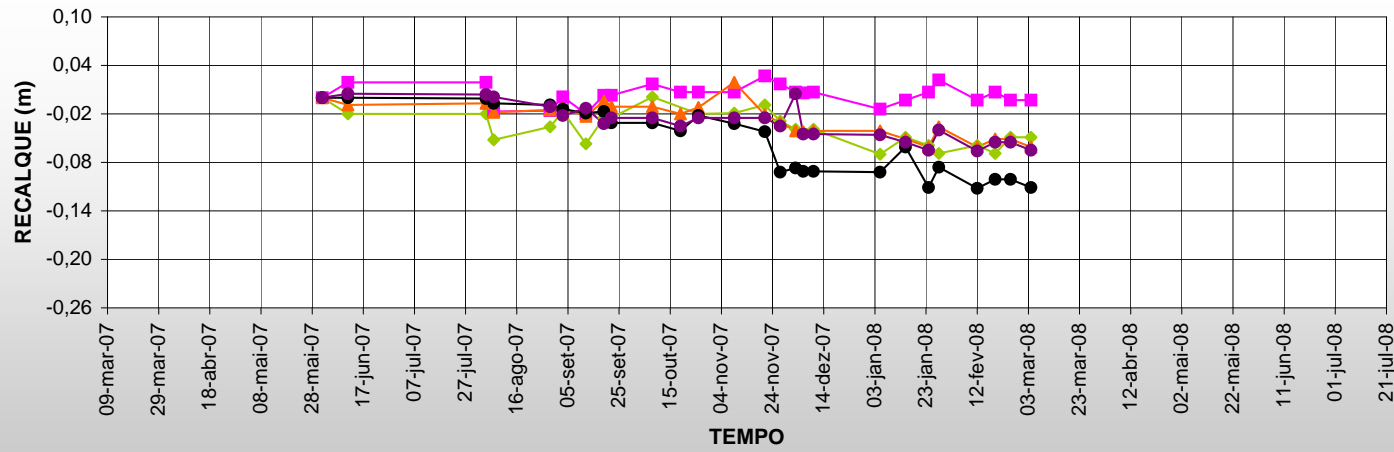
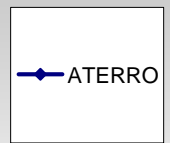
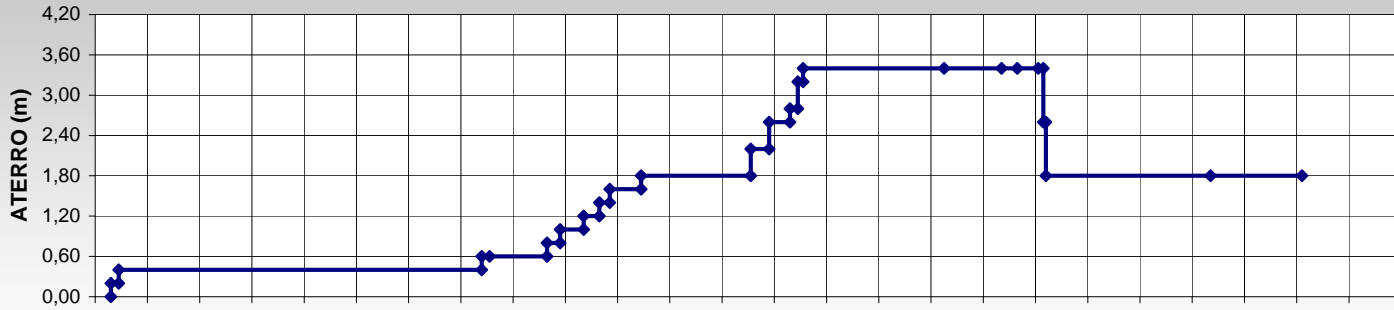
- 16/4/2007
- 7/5/2007
- ▲ 16/5/2007
- 21/5/2007
- 25/5/2007
- 30/5/2007
- ◆ 2/8/2007
- ◆ 6/8/2007
- 29/8/2007
- ◆ 3/9/2007
- 13/9/2007
- ▲ 19/9/2007
- × 24/9/2007
- 5/10/2007
- 17/10/2007
- × 24/10/2007
- × 7/11/2007
- 21/11/2007
- ◆ 27/11/2007
- 1/12/2007
- 5/12/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 22/1/2008
- 28/1/2008
- 12/2/2008
- 19/2/2008
- ◆ 25/2/2008
- 4/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

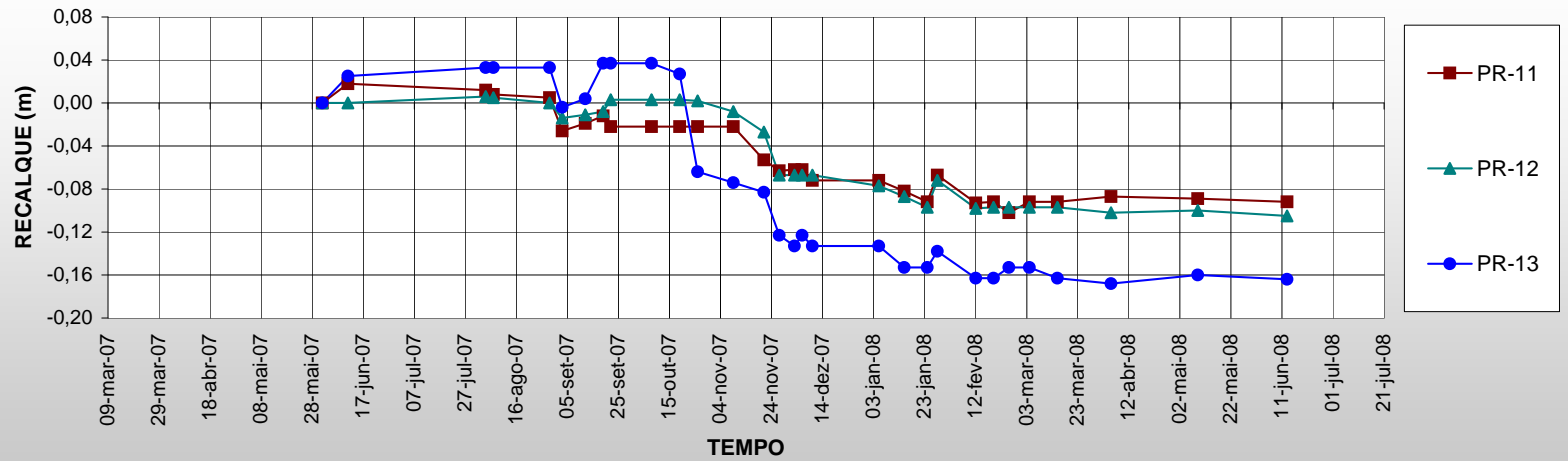
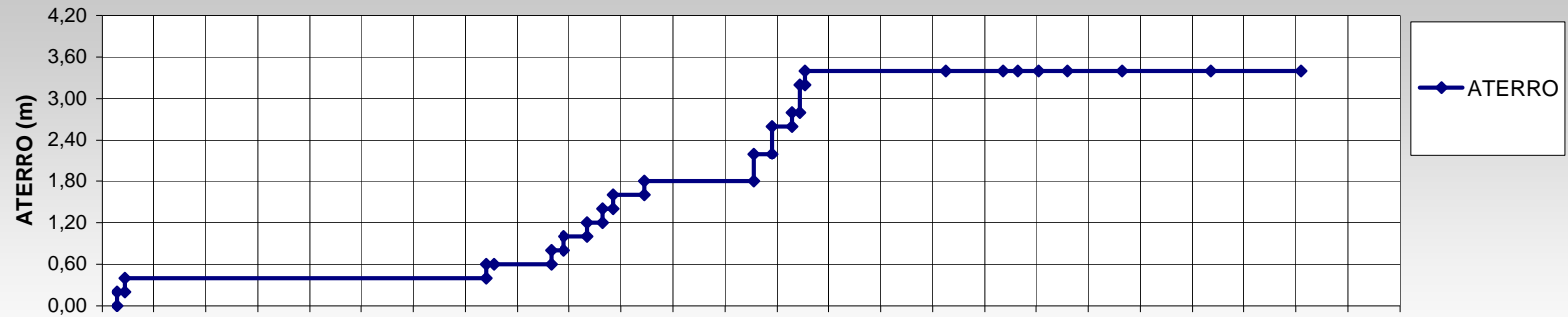


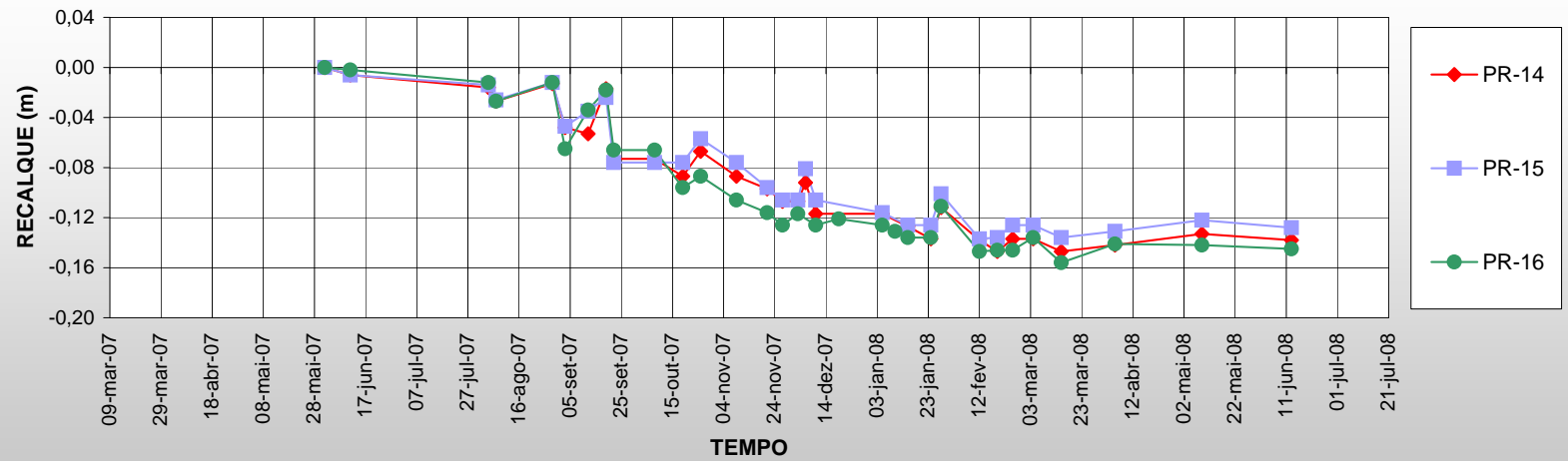
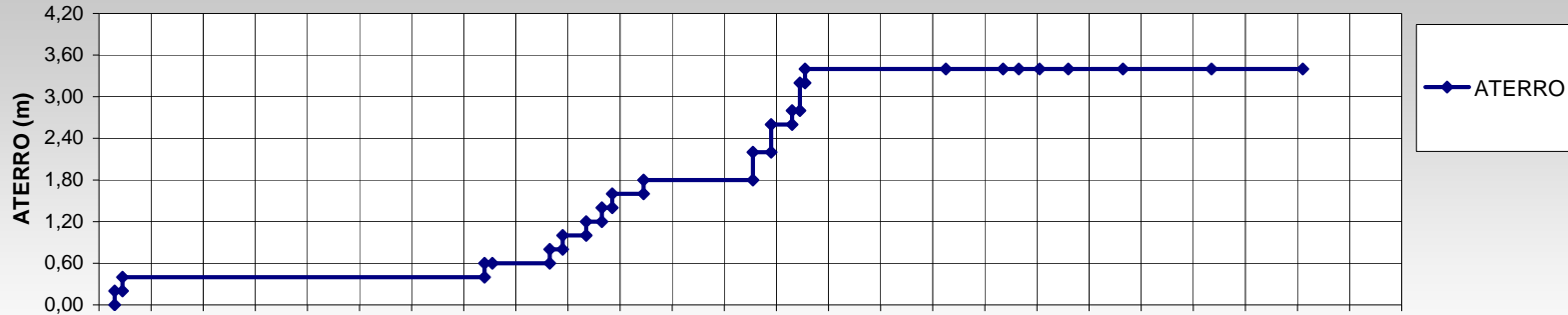


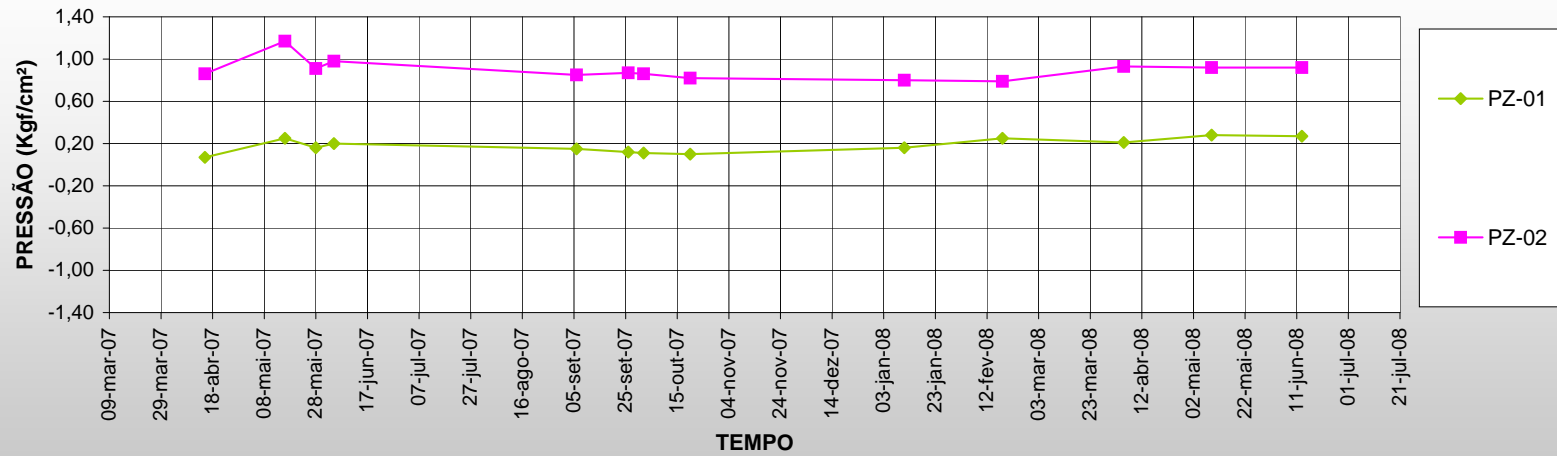
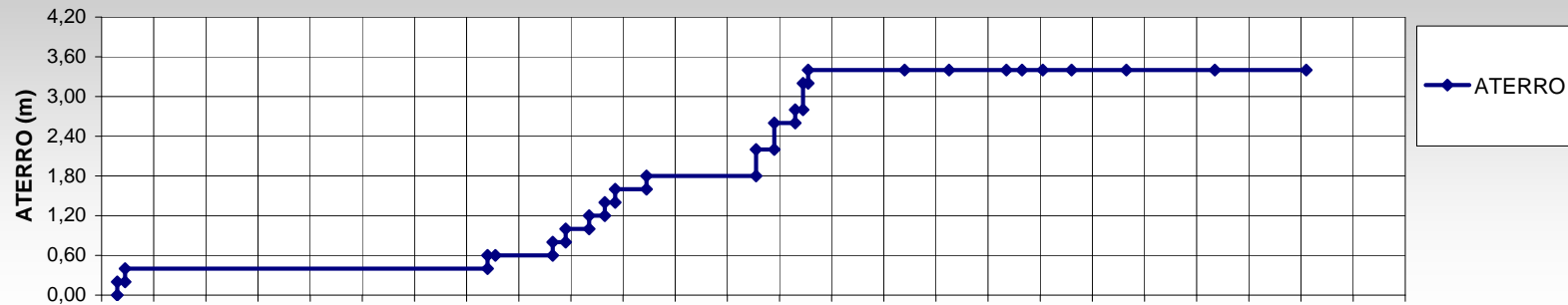


698-1º BEC - ATERRO - PLACAS DE RECALQUE
TRECHO 2



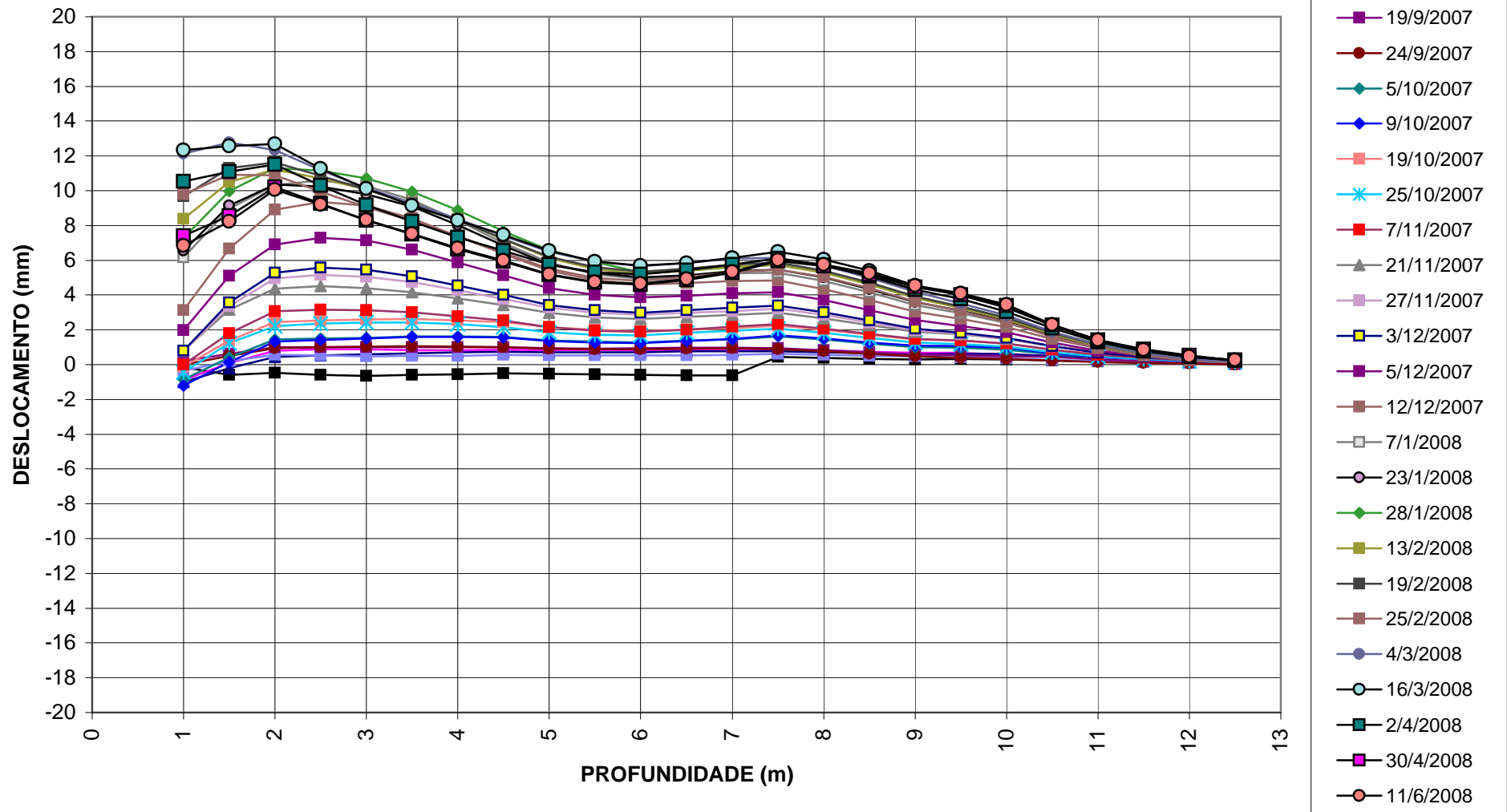




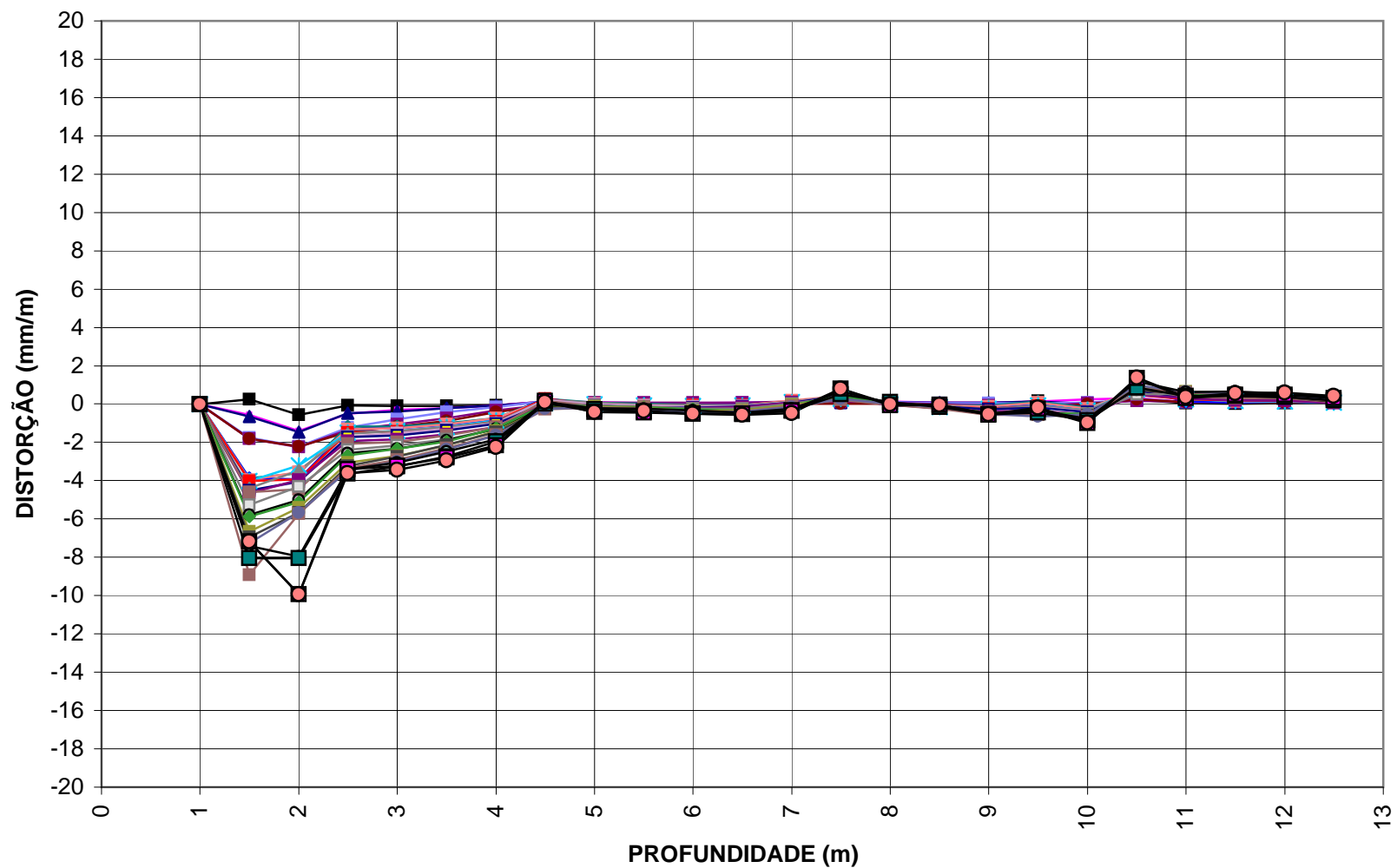


APÊNDICE 3 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 3

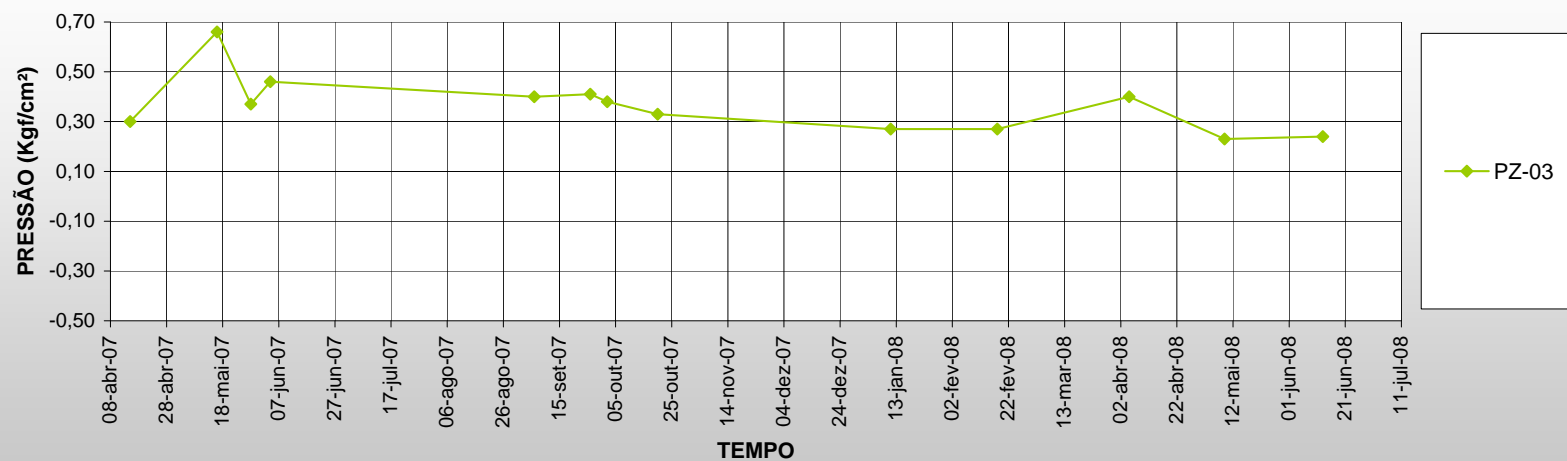
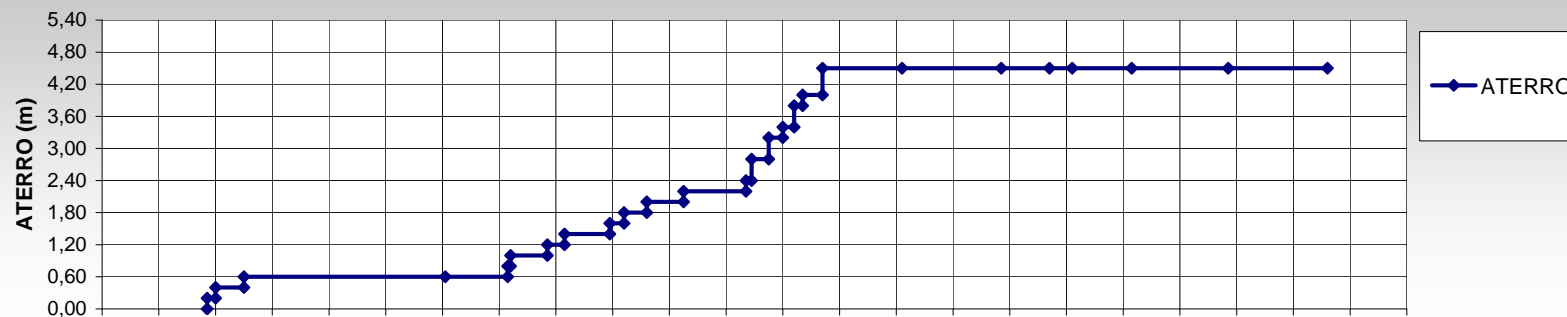
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 07A (EIXO A)

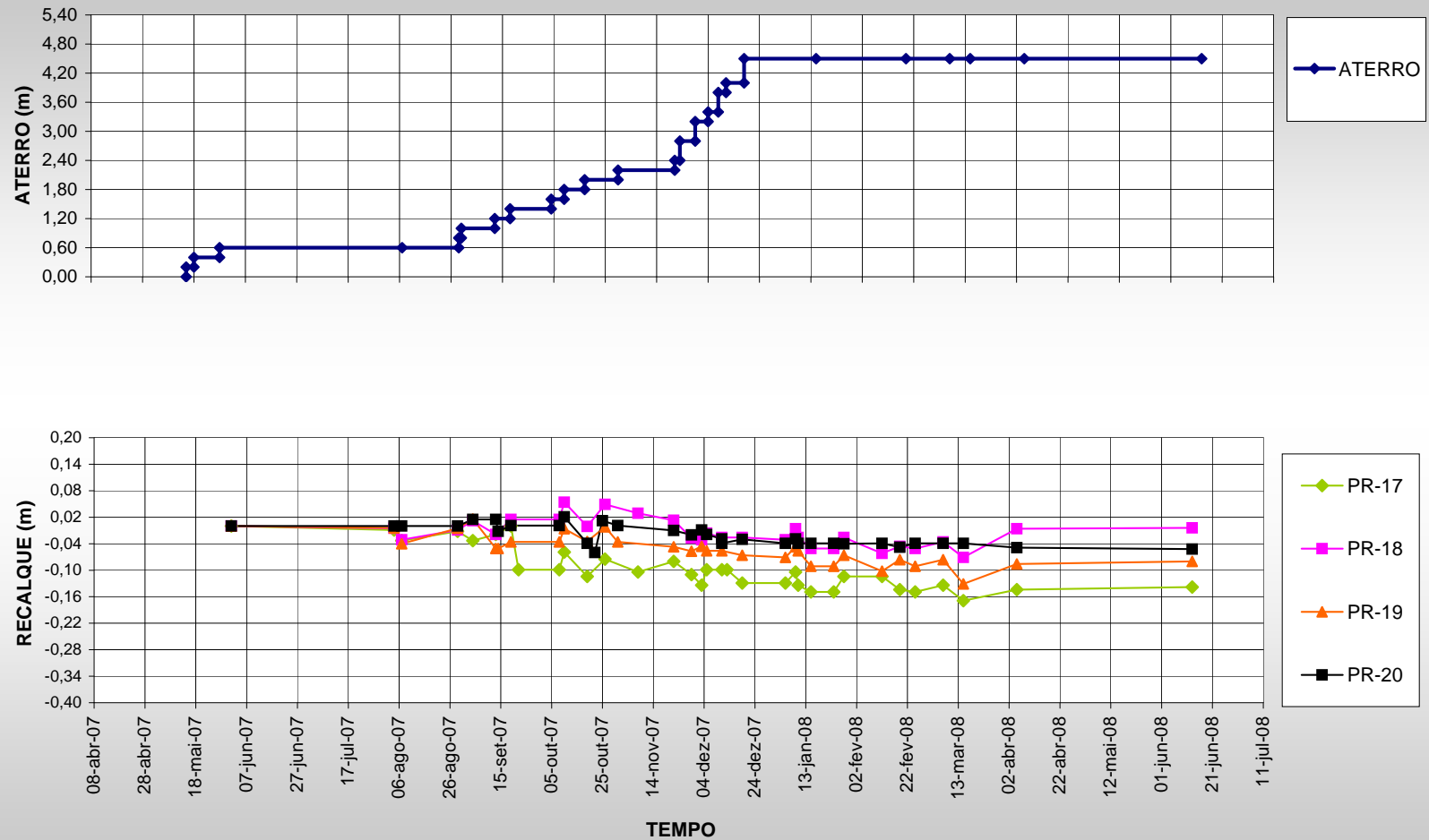


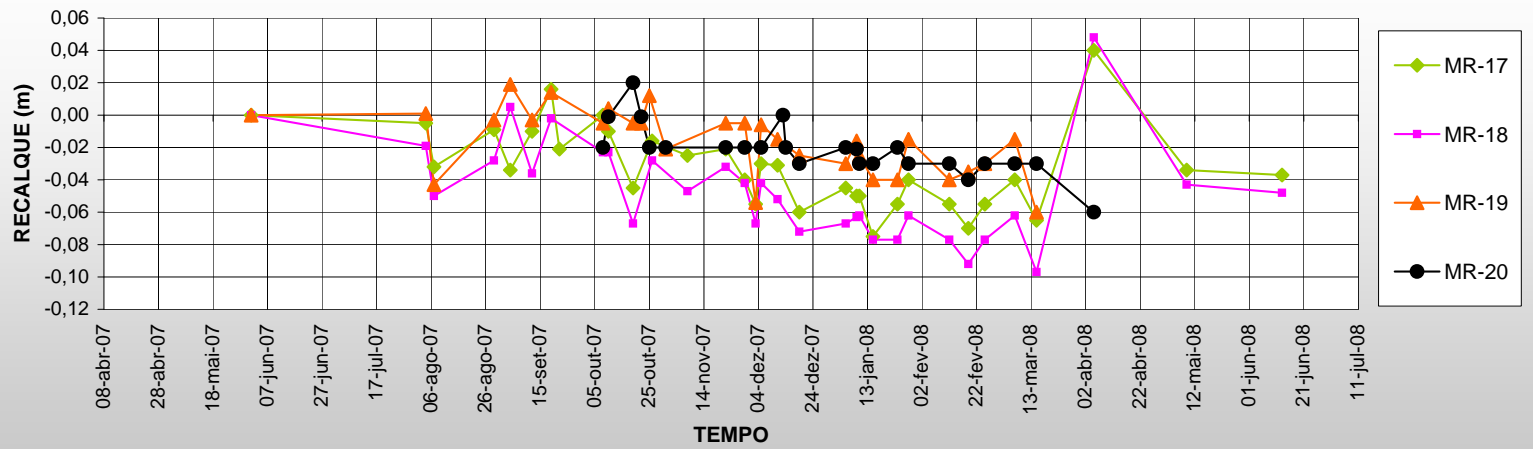
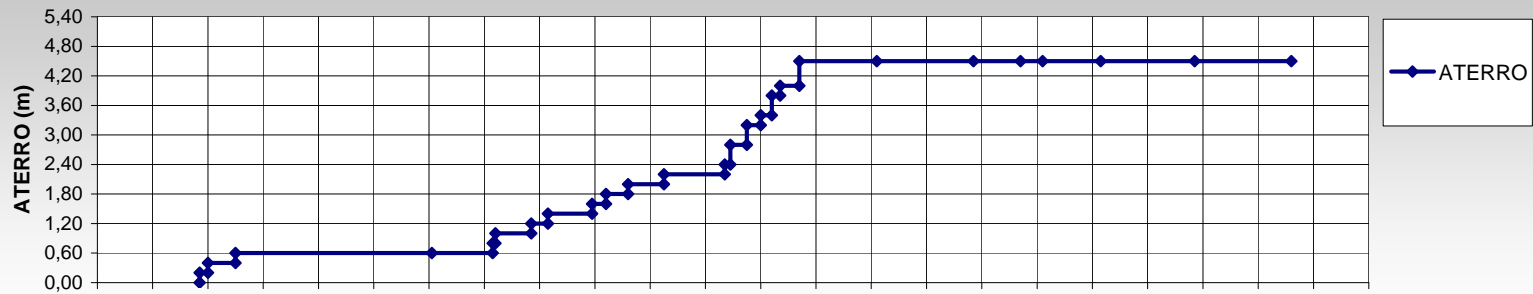
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 07A (EIXO B)



- 6/8/2007
- 29/8/2007
- 3/9/2007
- 13/9/2007
- 19/9/2007
- 24/9/2007
- 5/10/2007
- 9/10/2007
- 19/10/2007
- 25/10/2007
- 7/11/2007
- 21/11/2007
- 27/11/2007
- 3/12/2007
- 5/12/2007
- 12/12/2007
- 7/1/2008
- 23/1/2008
- 28/1/2008
- 13/2/2008
- 19/2/2008
- 25/2/2008
- 4/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

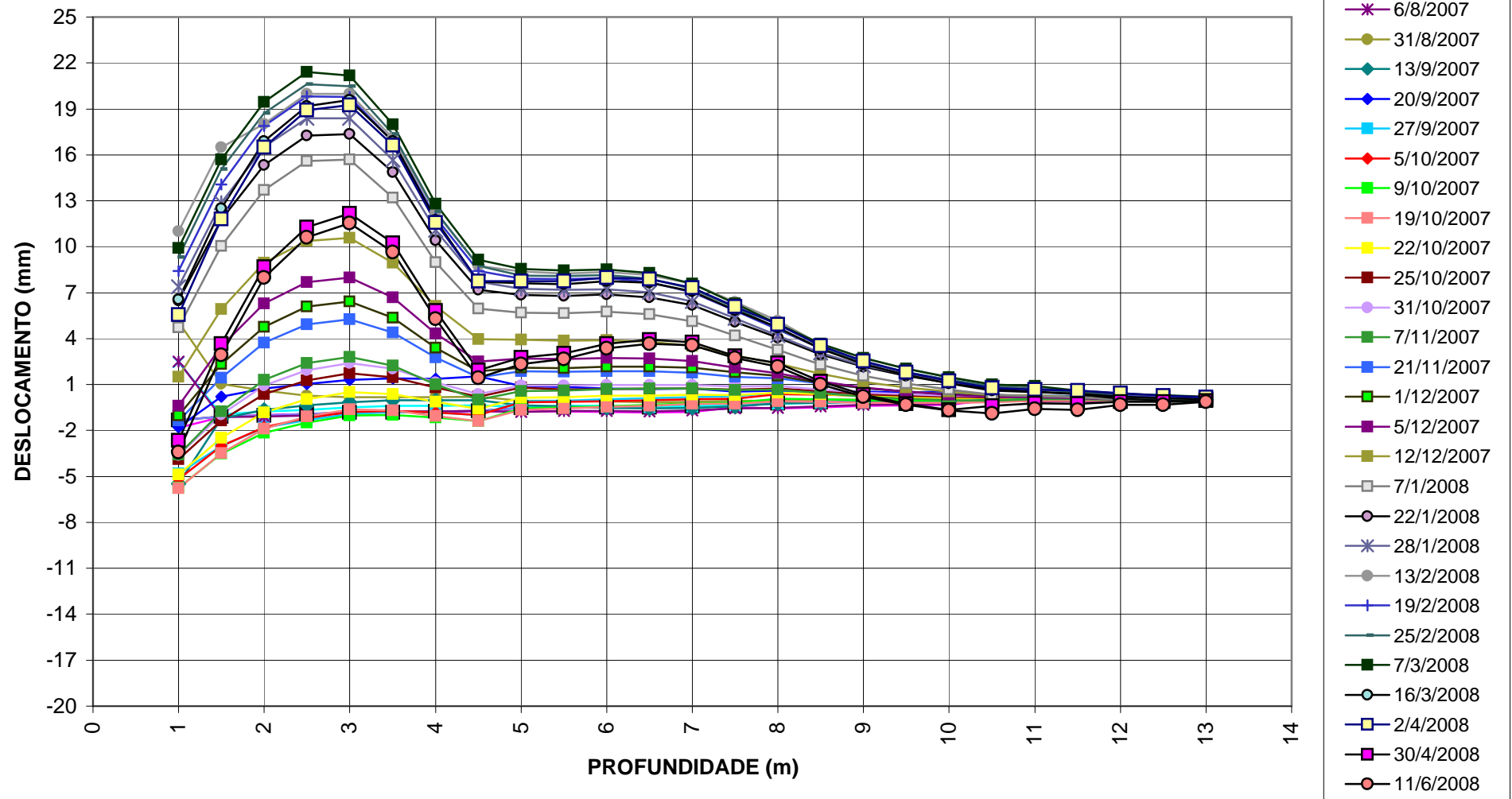




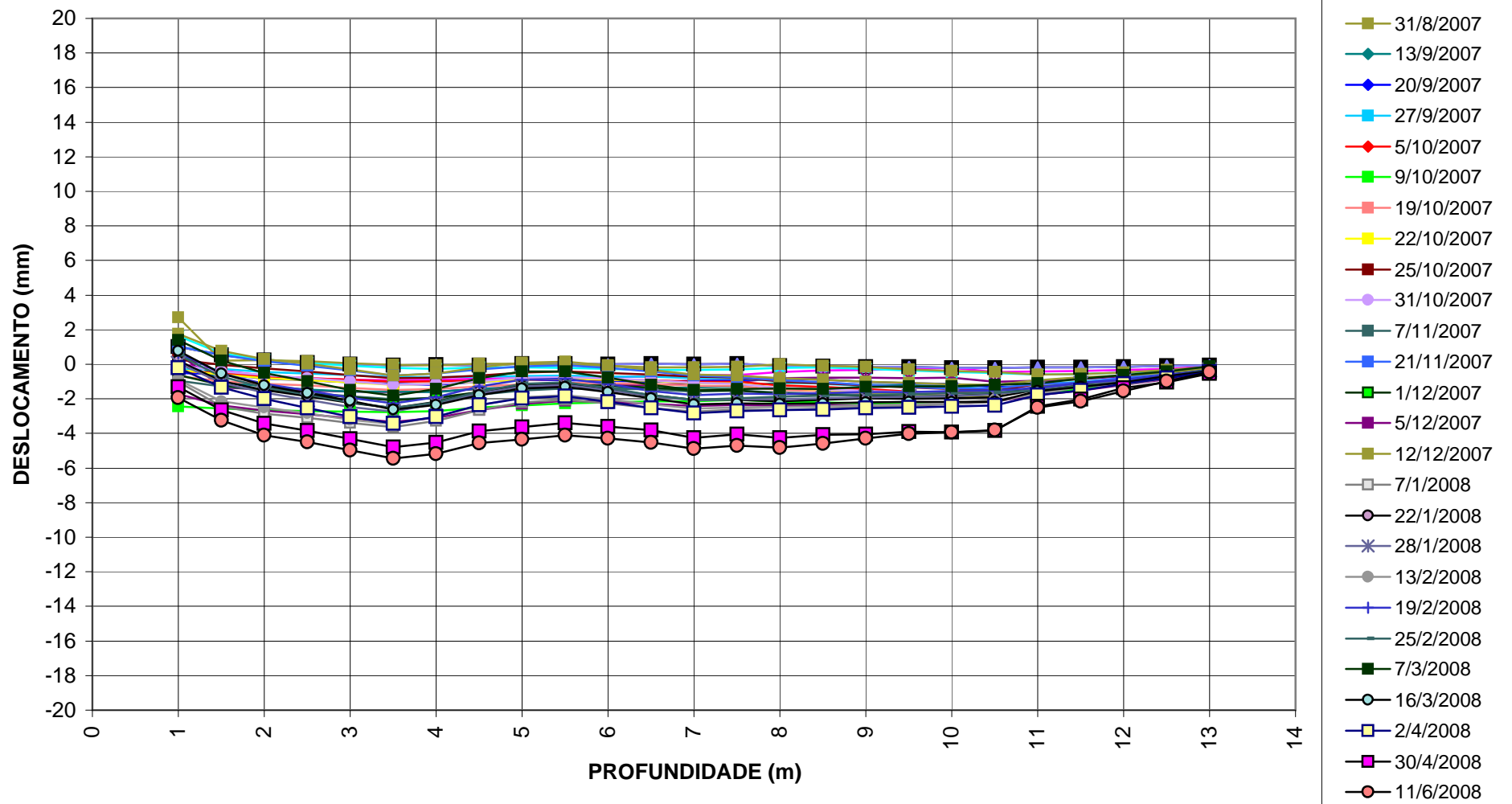


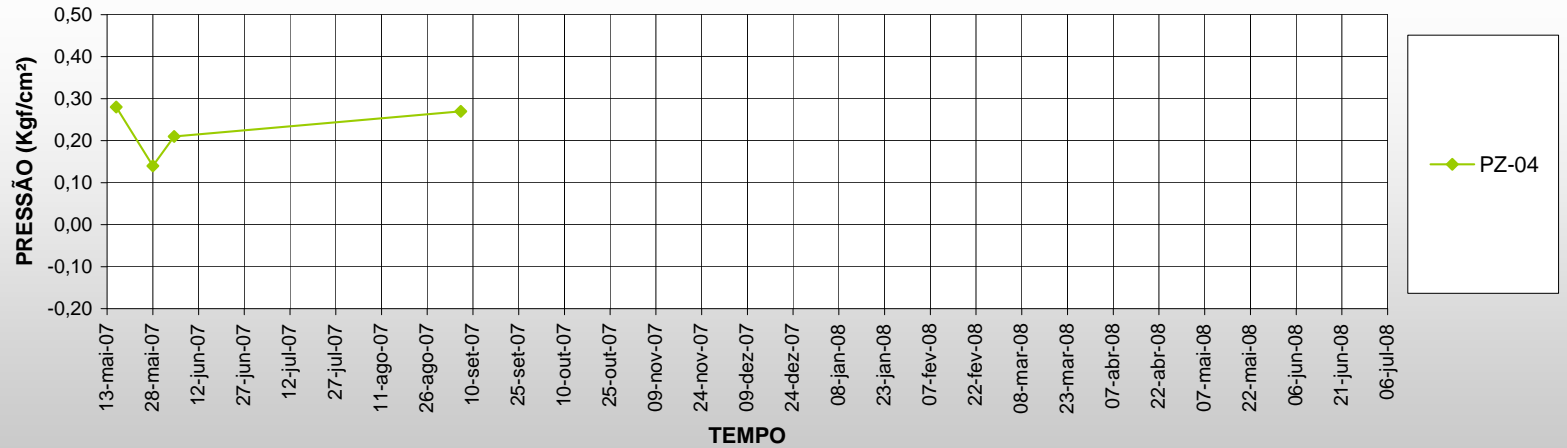
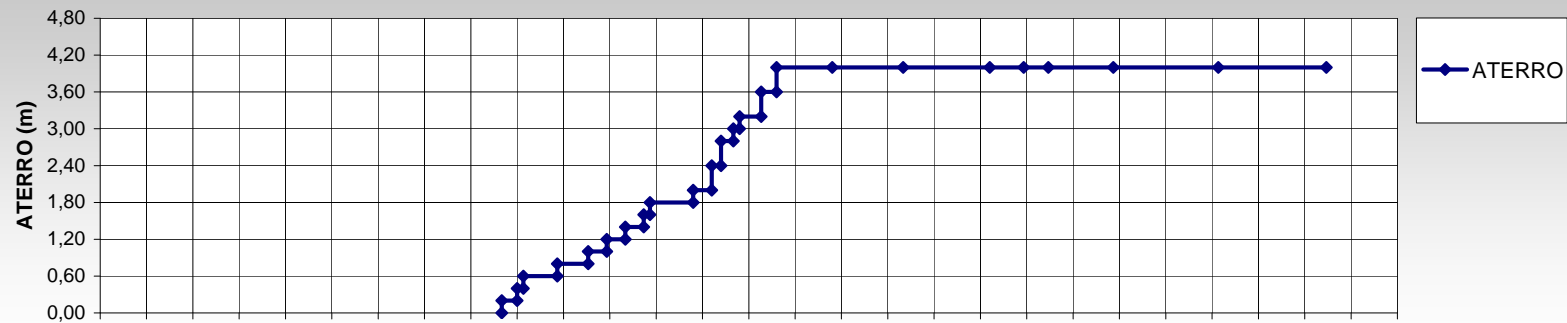
APÊNDICE 4 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 4

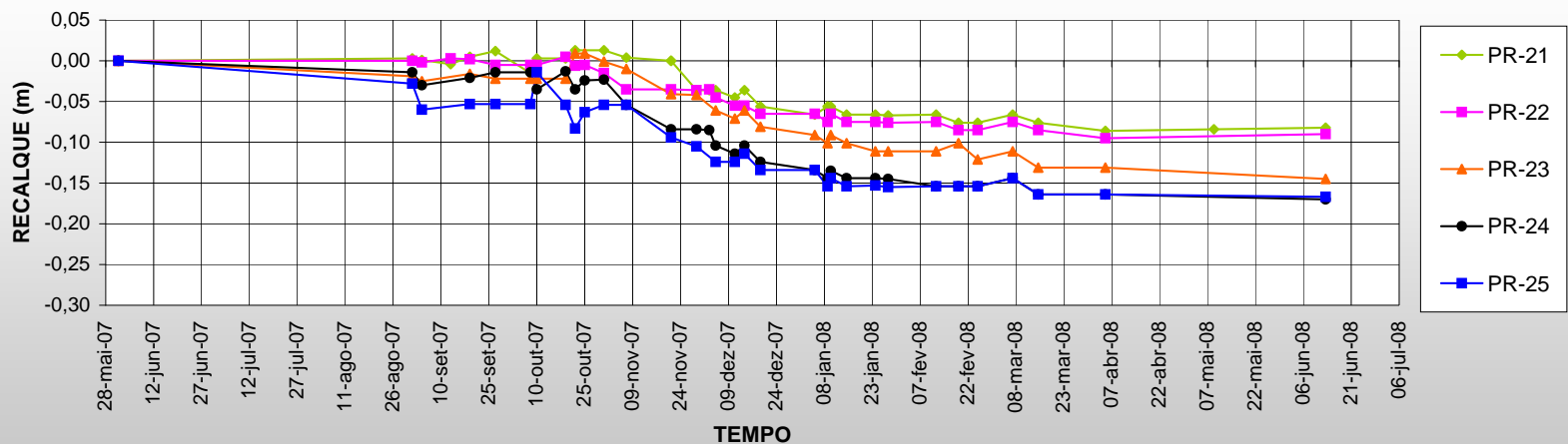
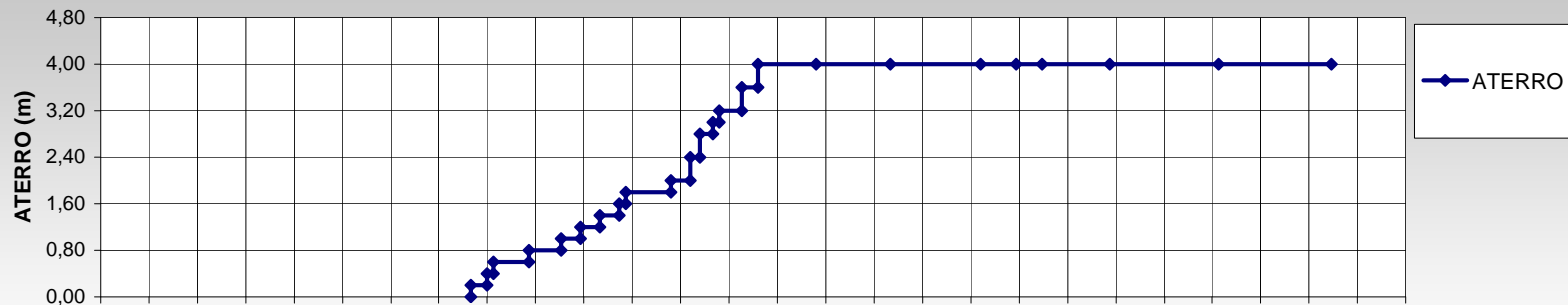
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 08 (EIXO A)

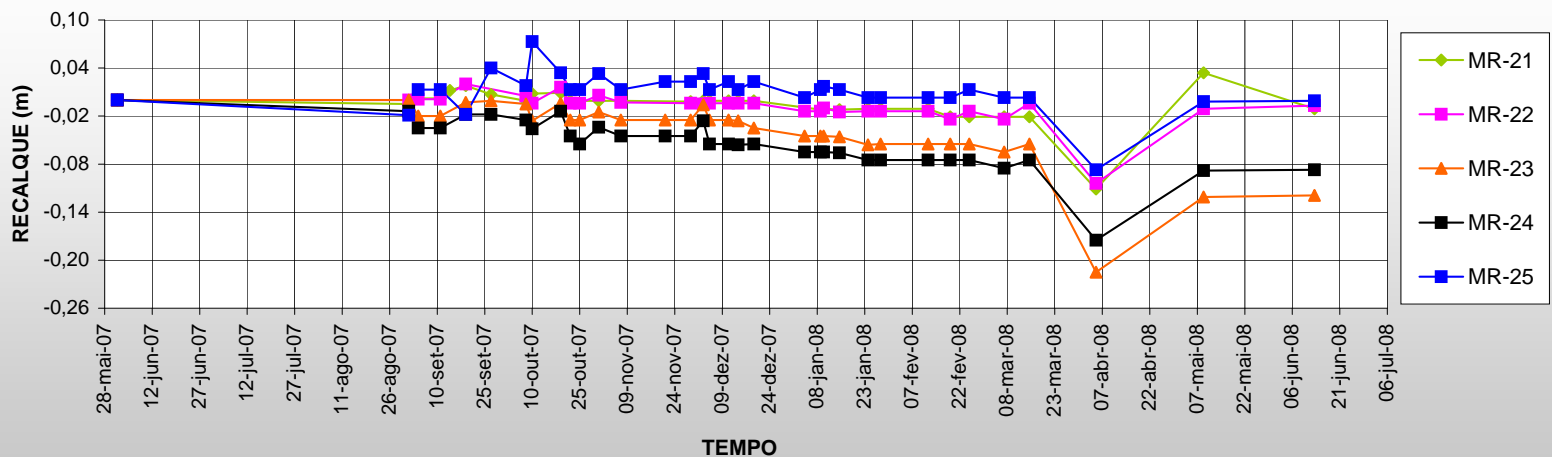
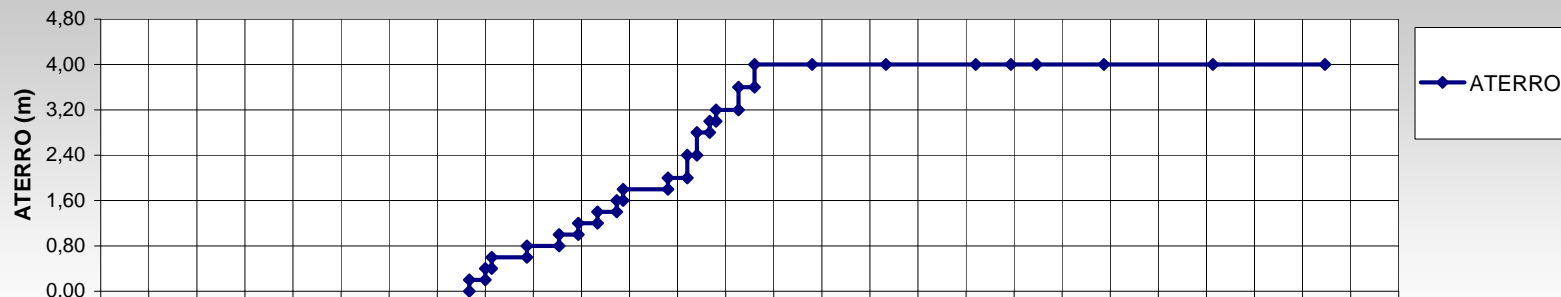


698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 08 (EIXO B)



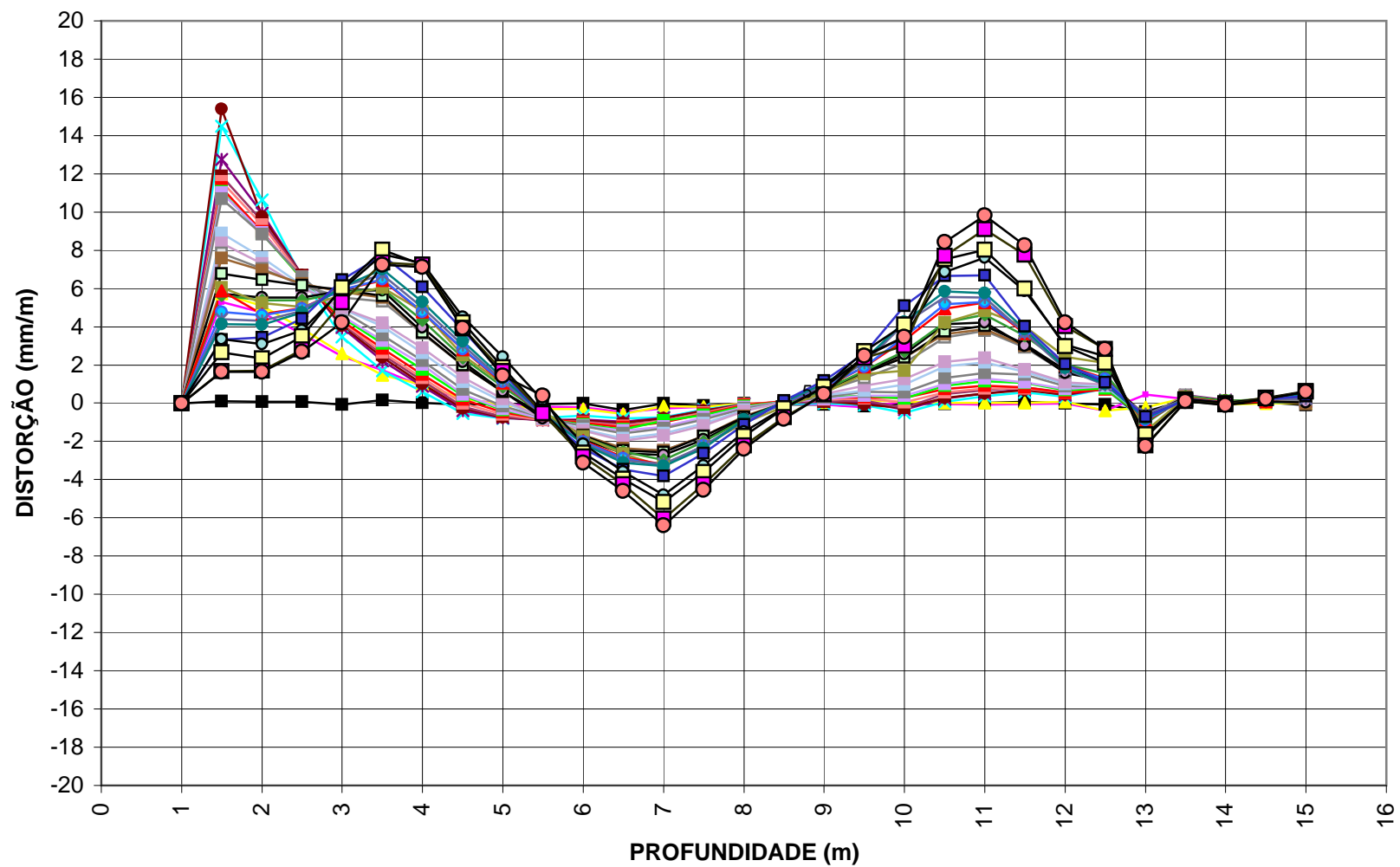




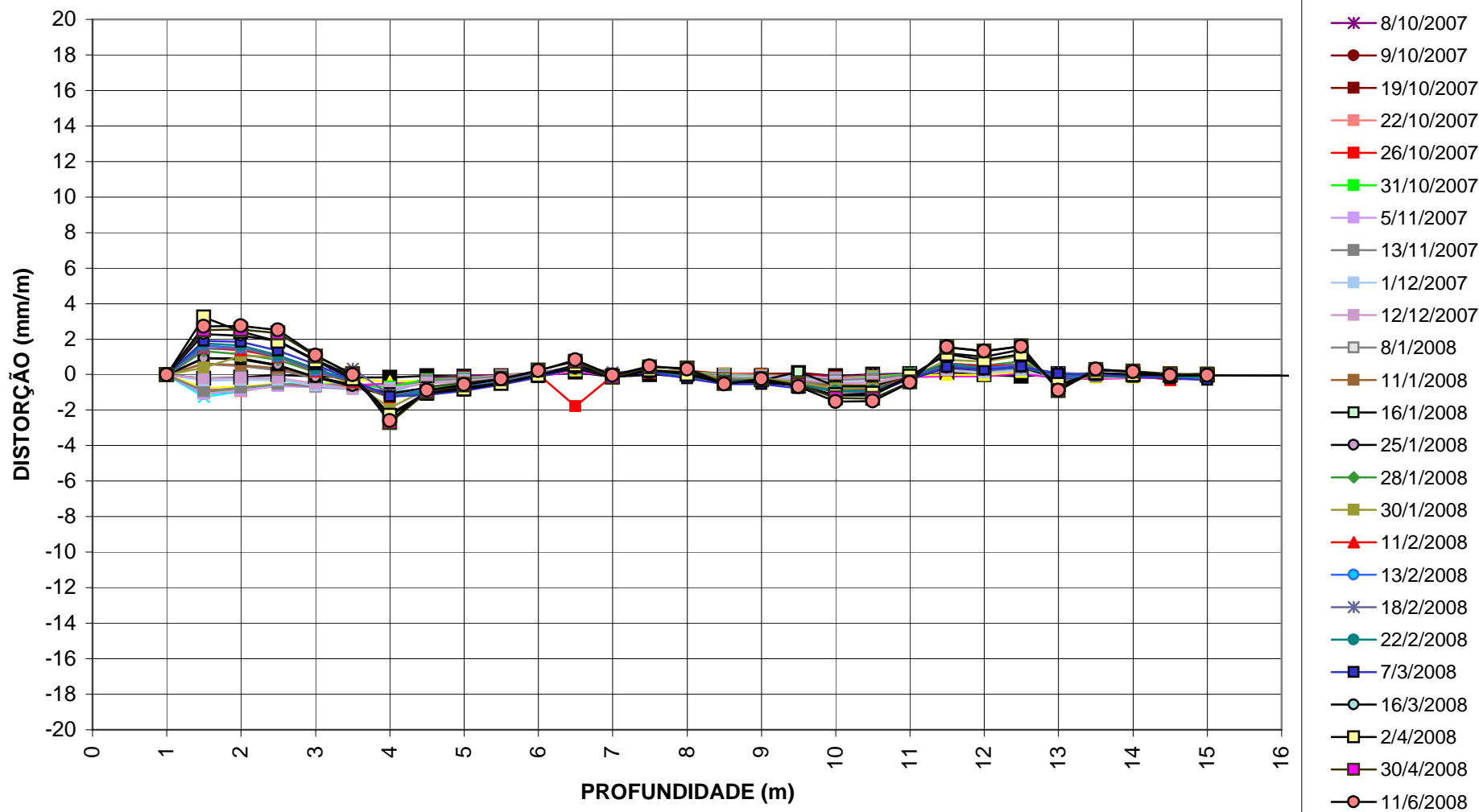


APÊNDICE 5 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 5

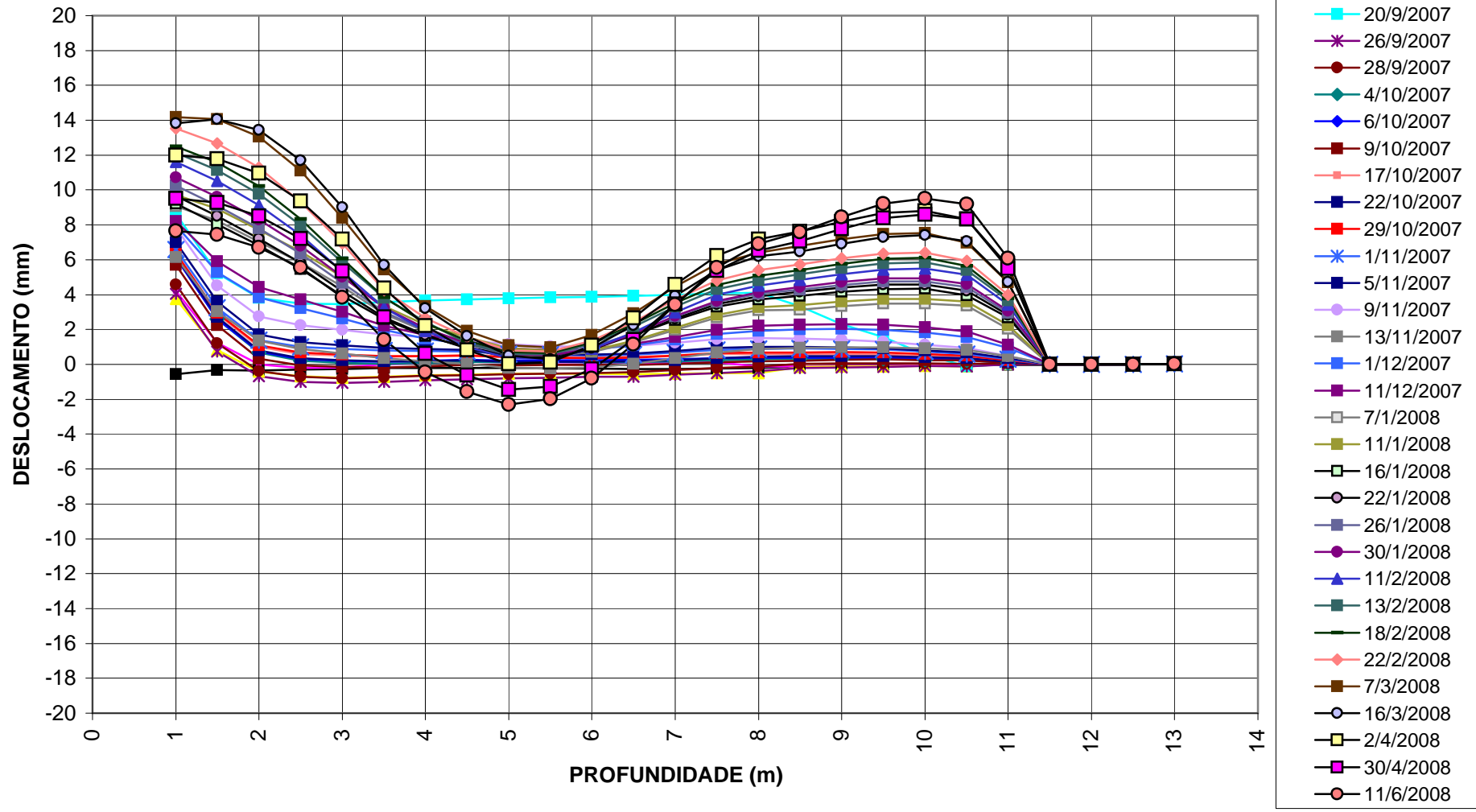
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 09 (EIXO A)

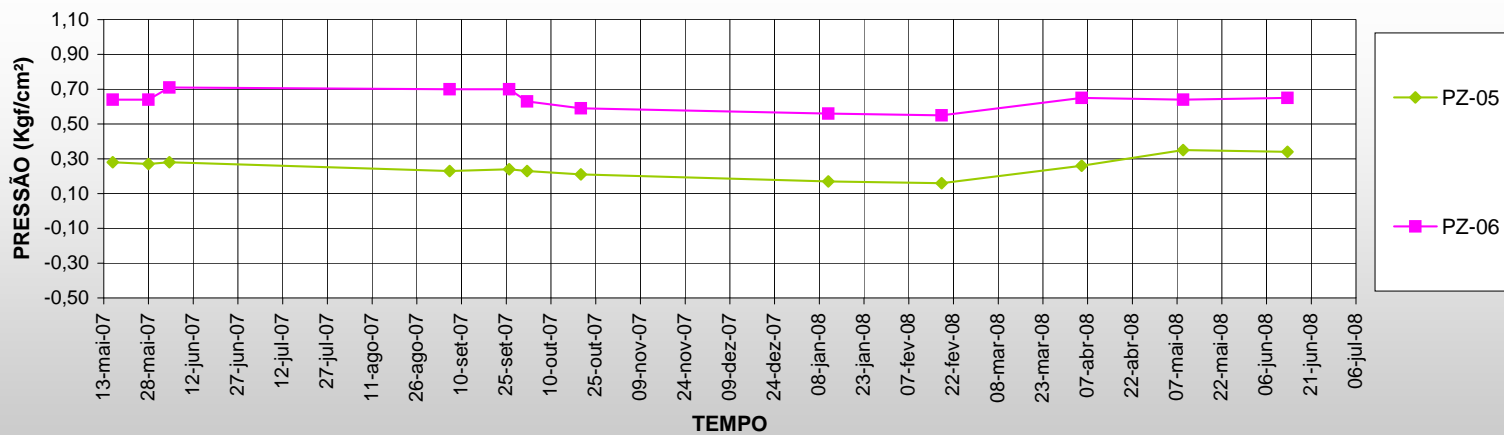
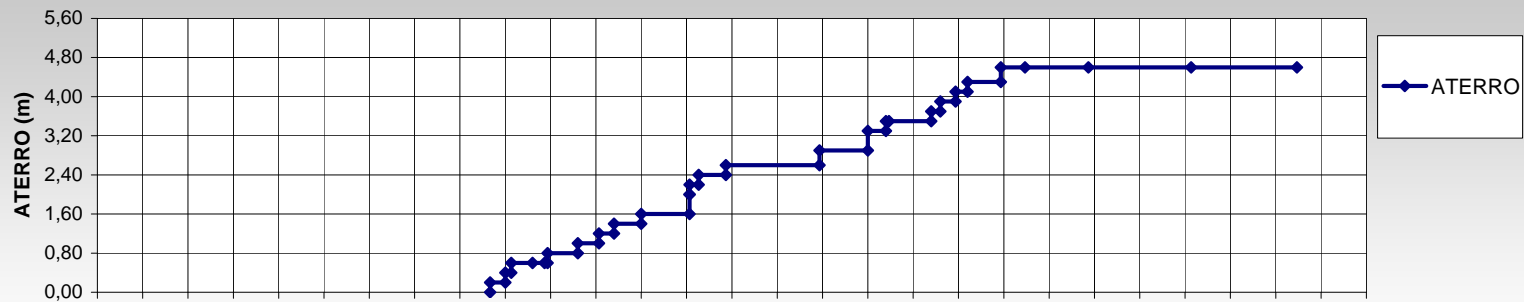


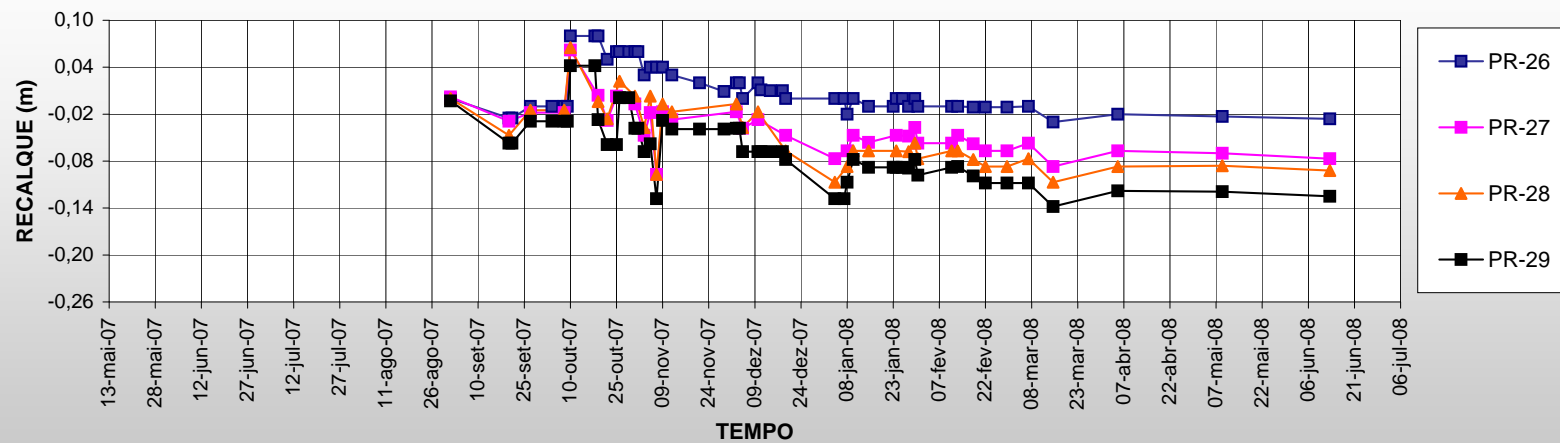
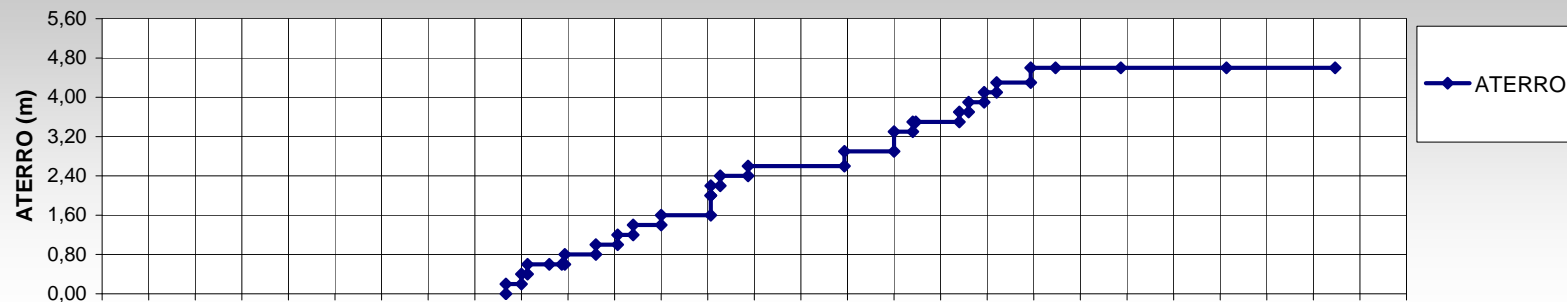
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 09 (EIXO B)

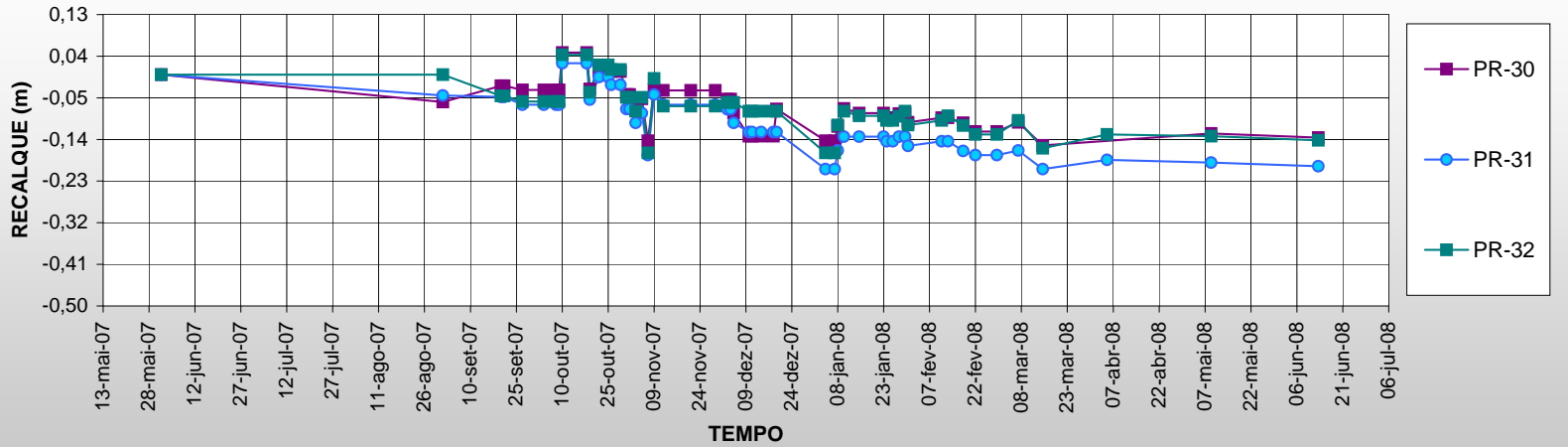
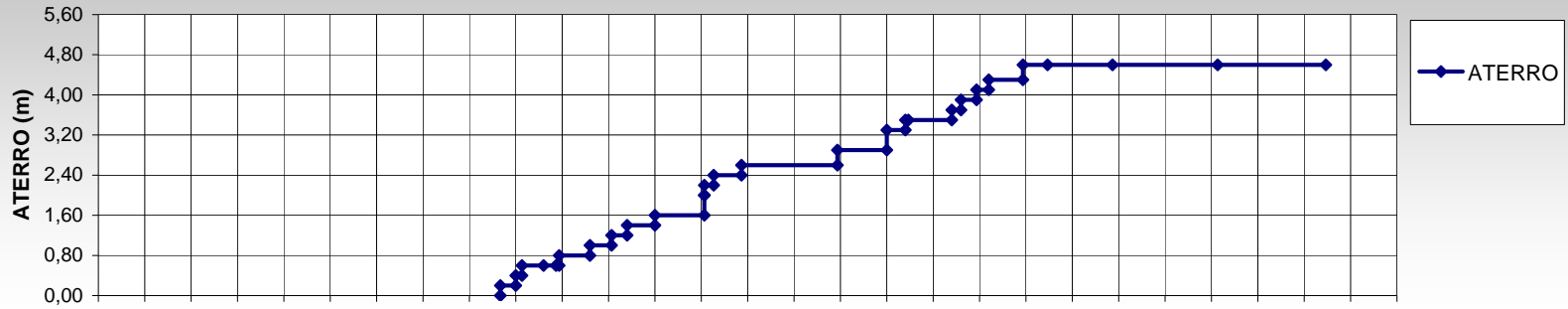


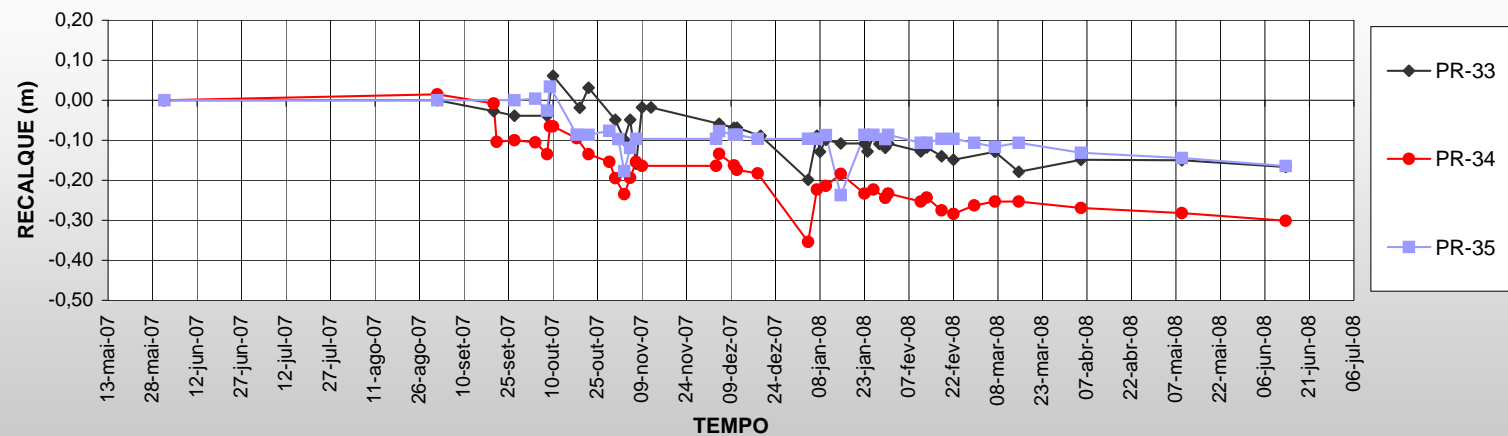
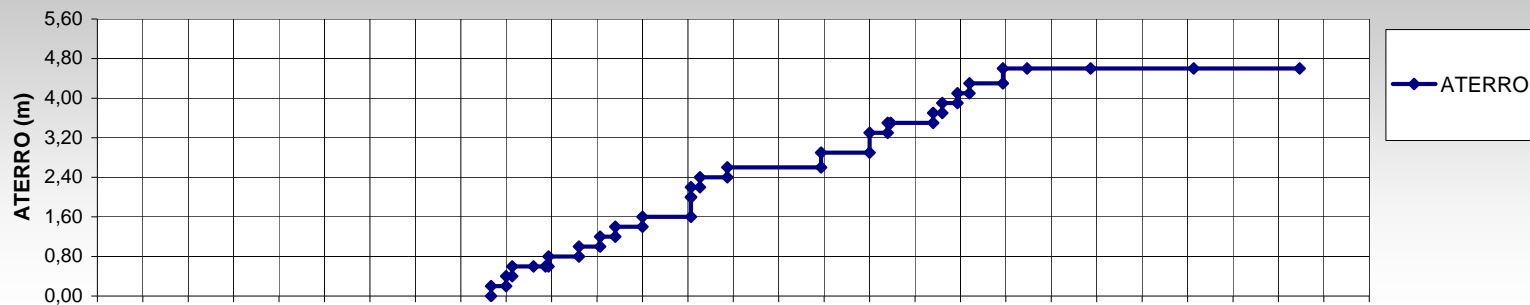
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 10 (EIXO A)

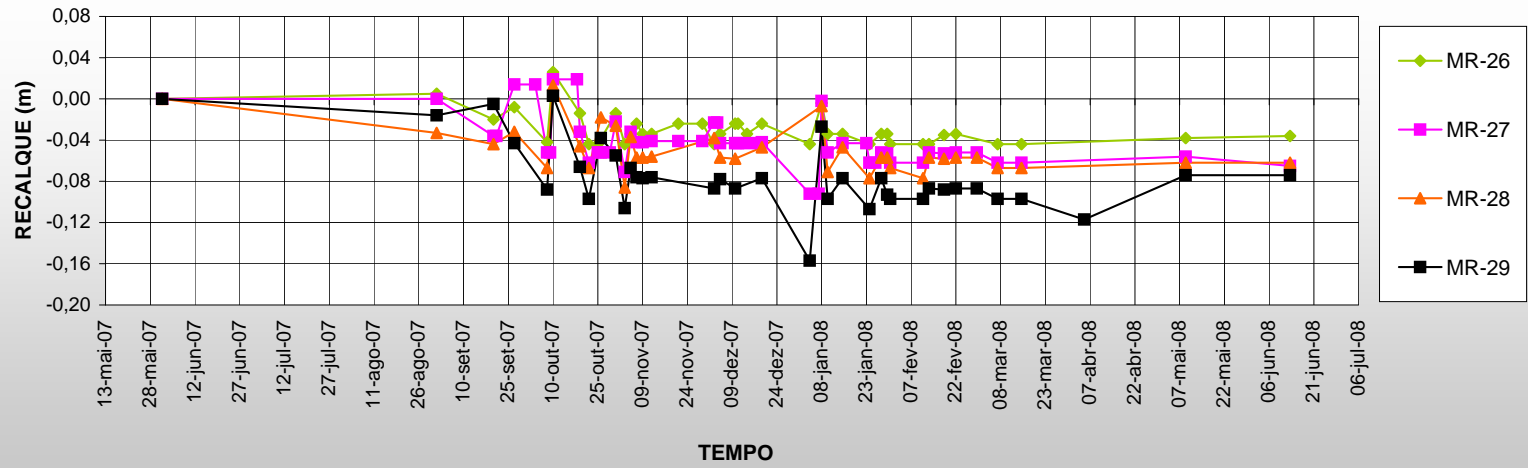
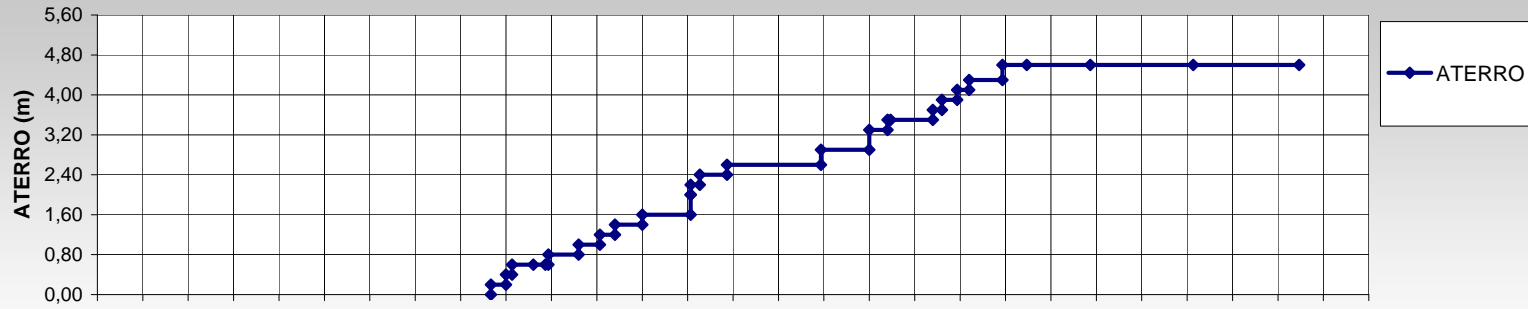


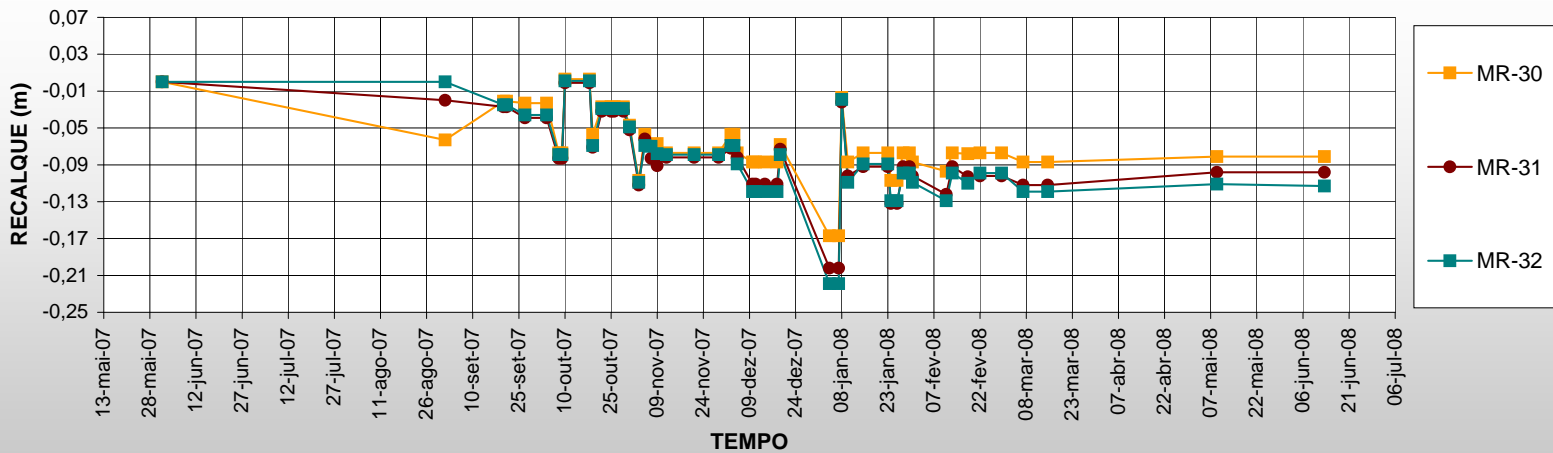
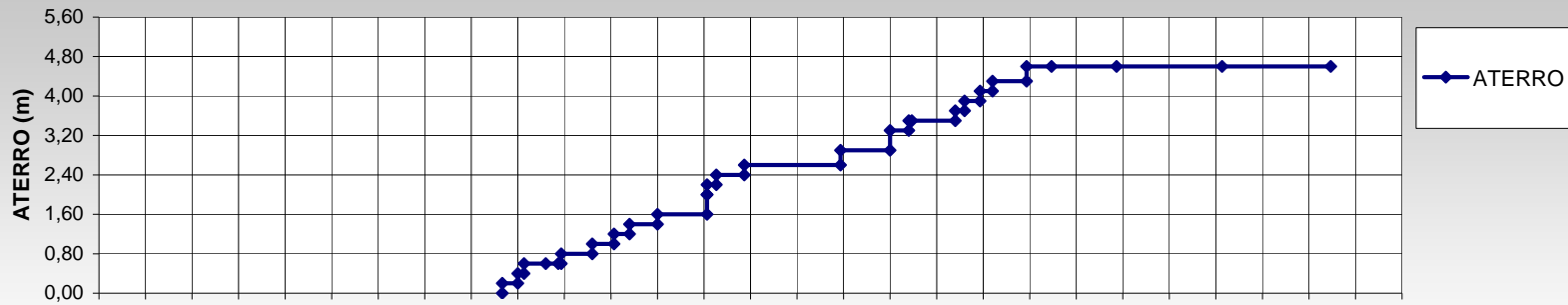


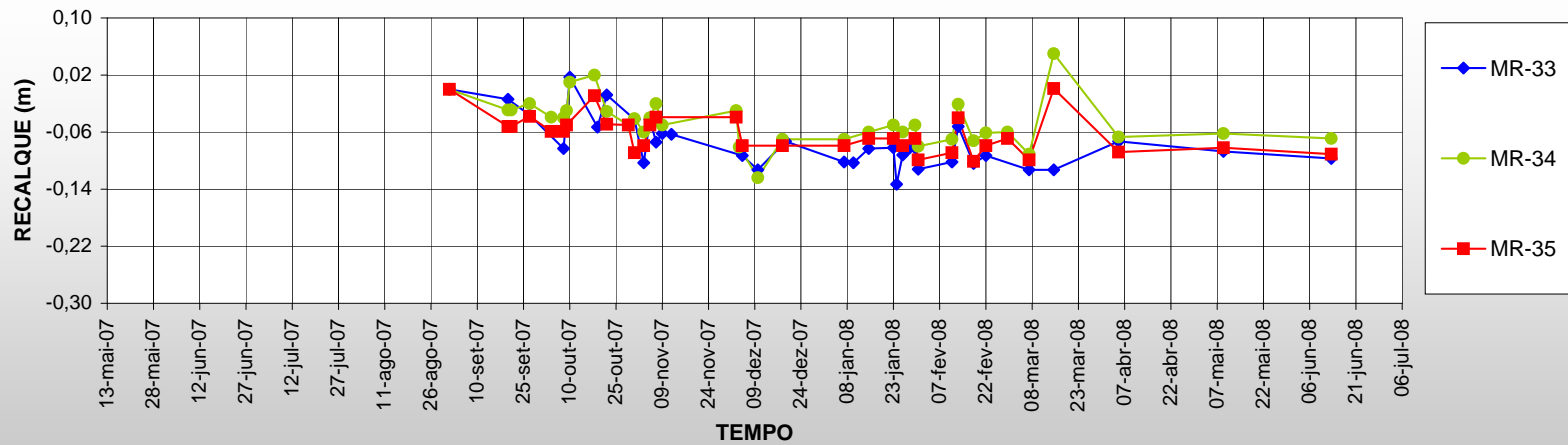
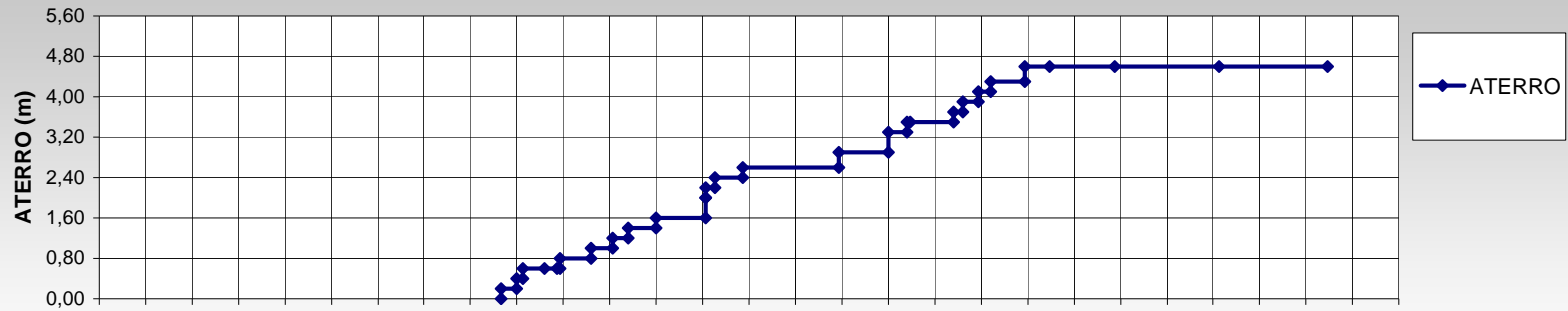






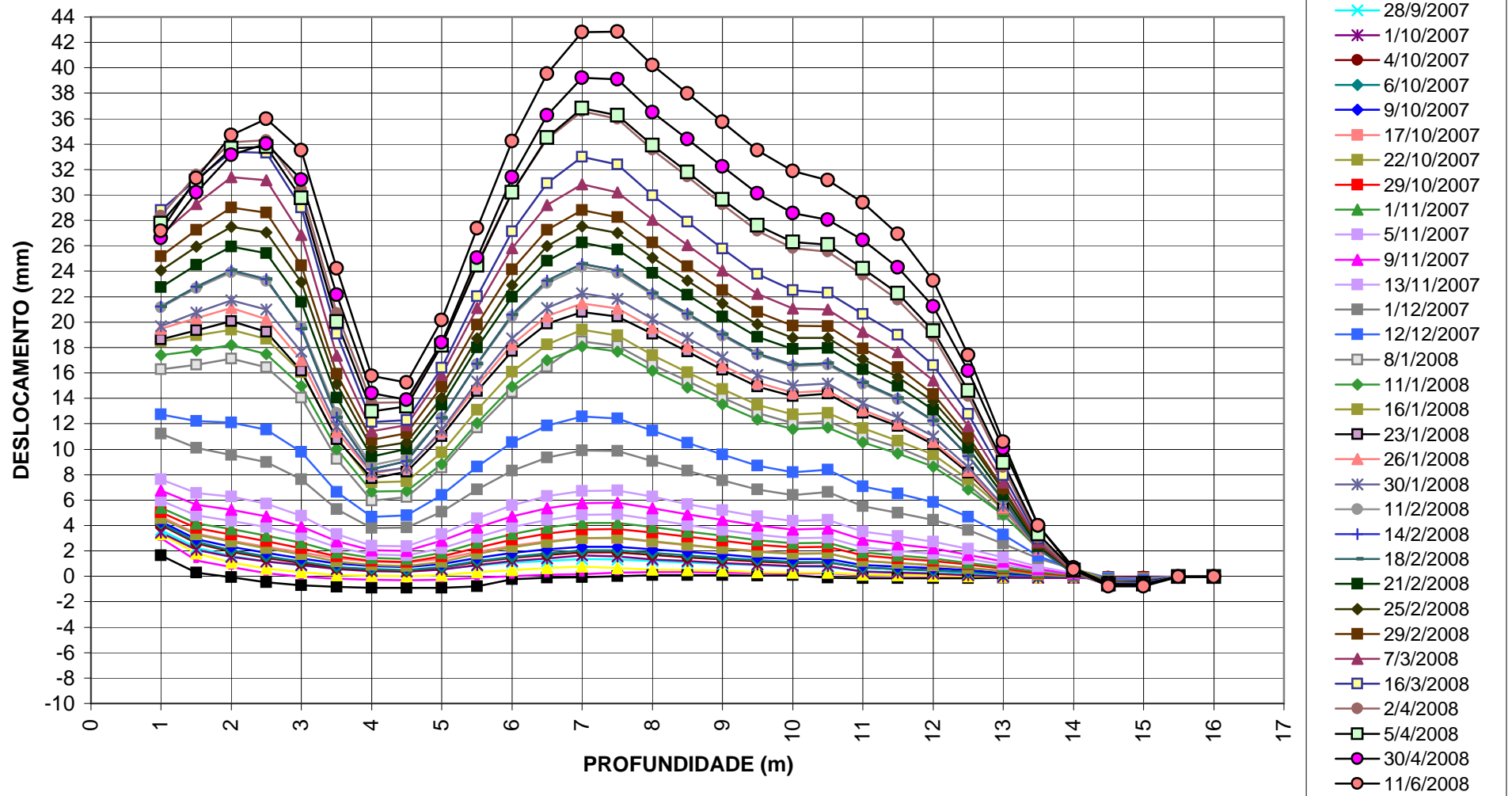




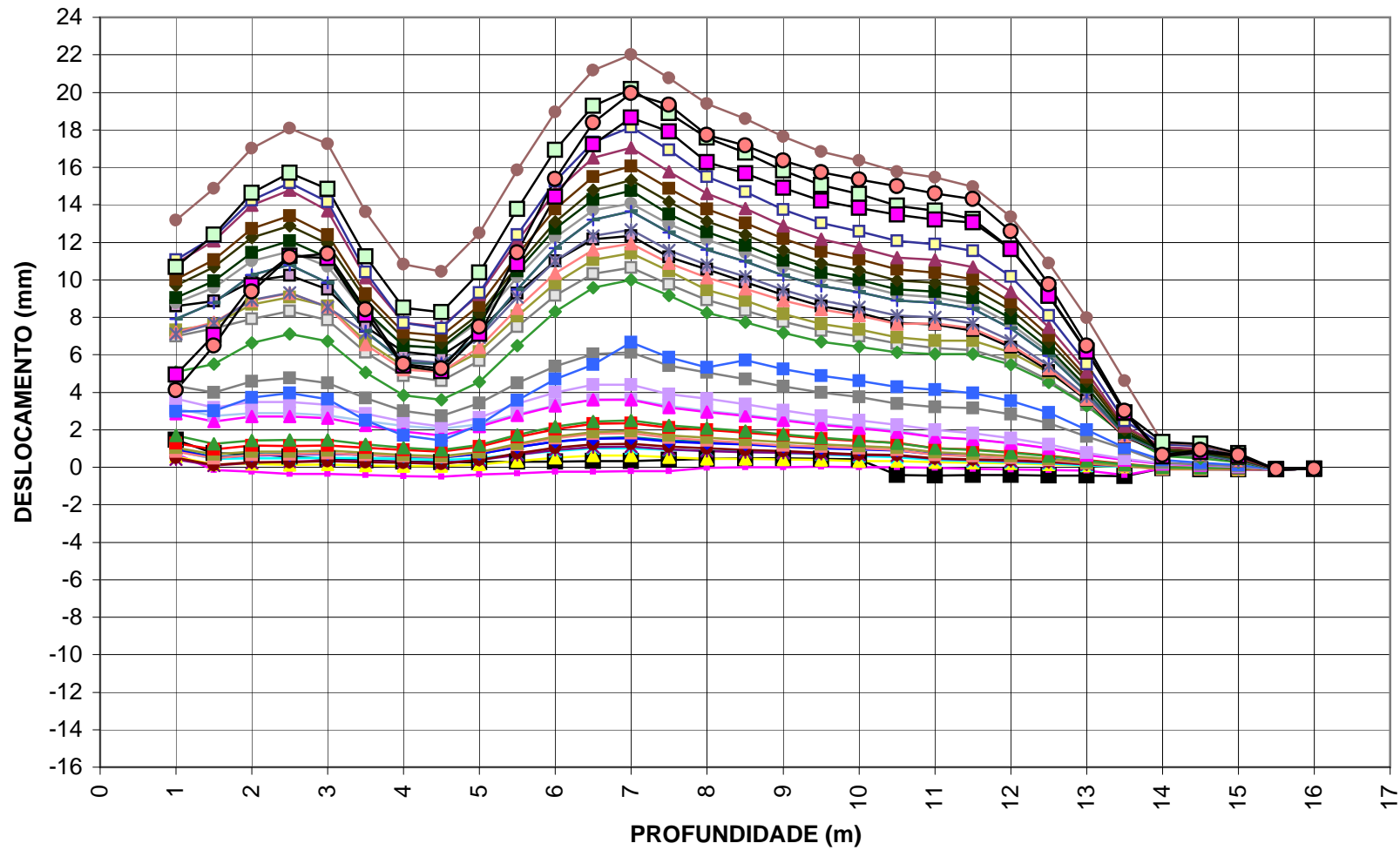


APÊNDICE 6 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 6

698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 11 (EIXO A)

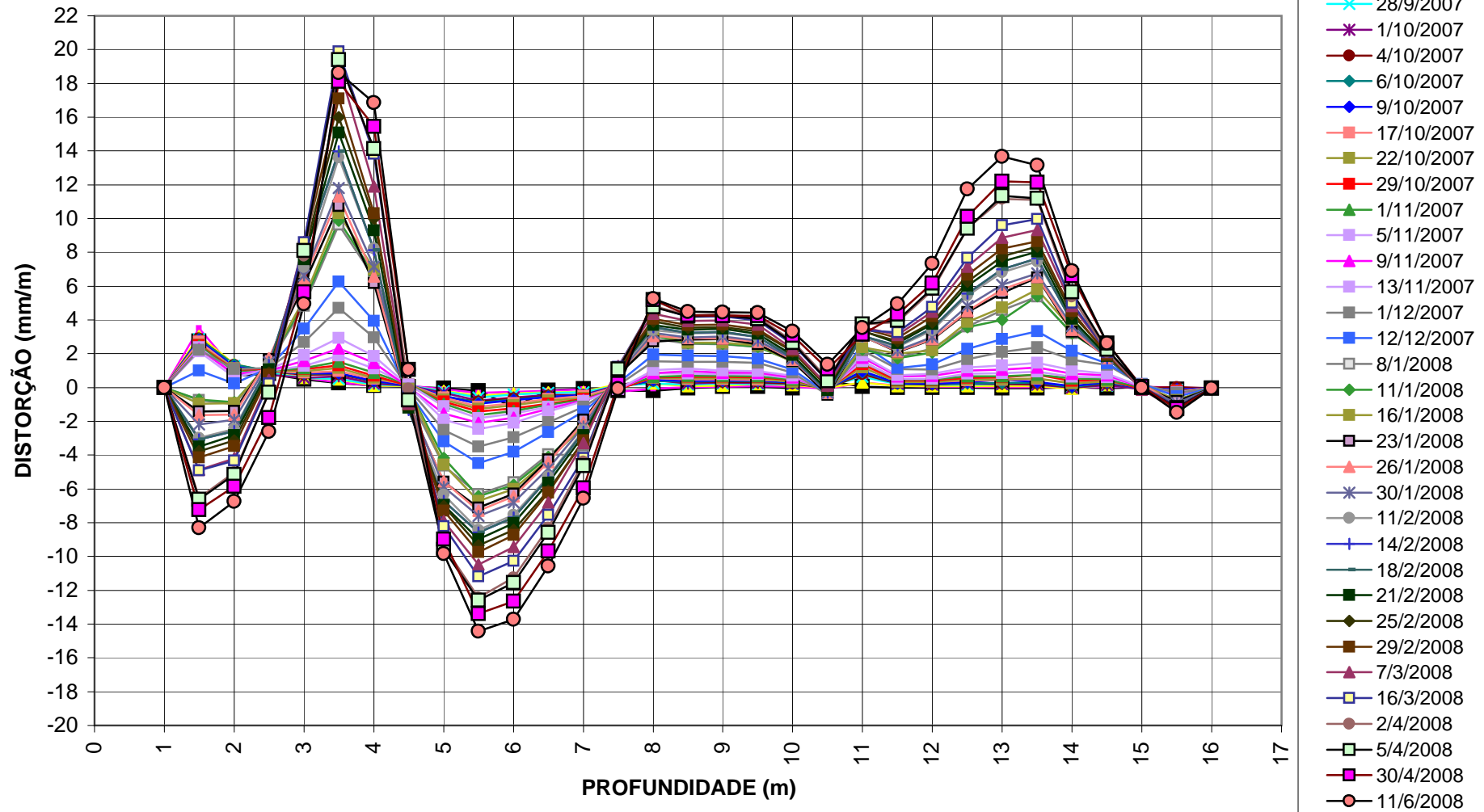


698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 11 (EIXO B)

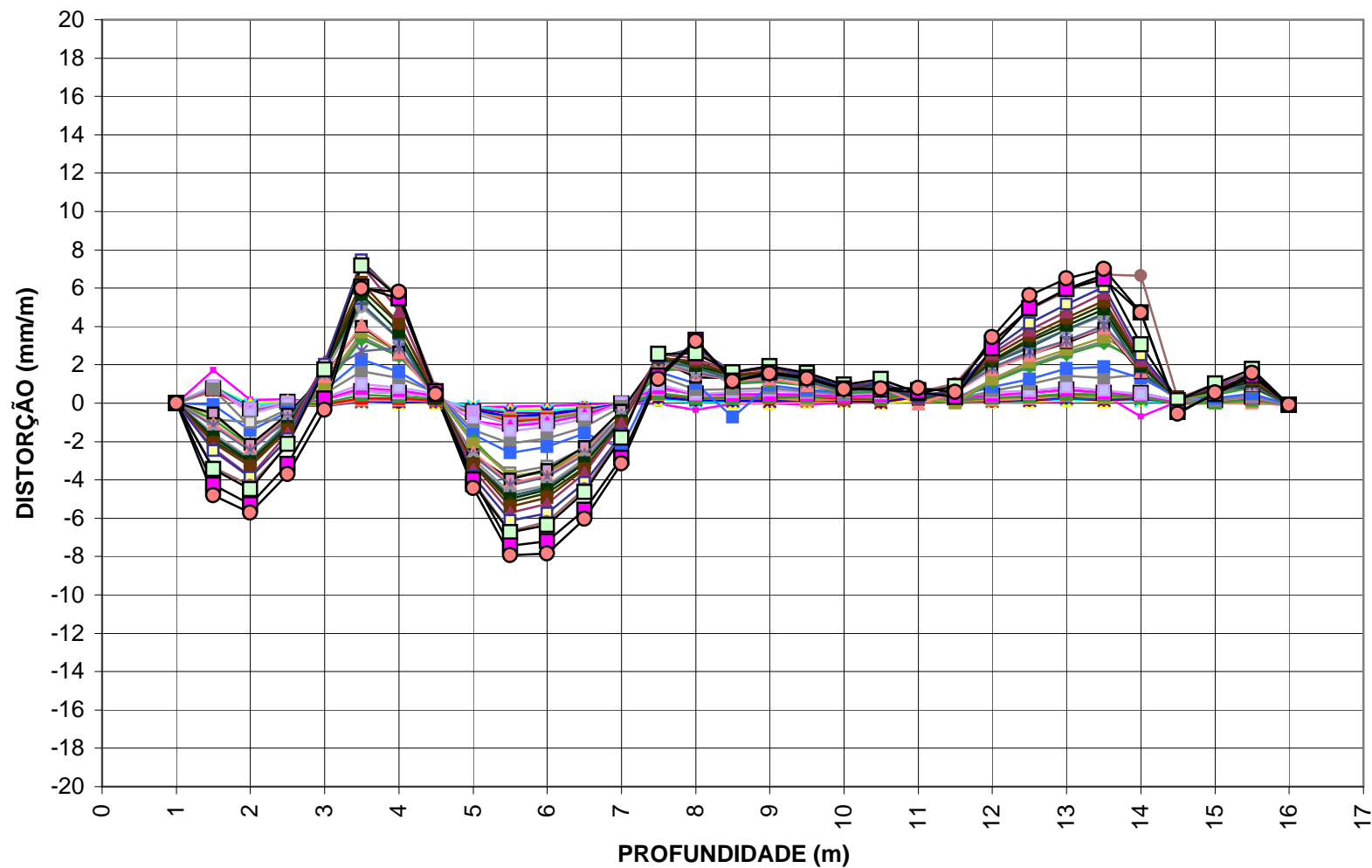


- 14/9/2007
- 20/9/2007
- 26/9/2007
- 28/9/2007
- 1/10/2007
- 4/10/2007
- 6/10/2007
- 9/10/2007
- 17/10/2007
- 22/10/2007
- 29/10/2007
- 1/11/2007
- 5/11/2007
- 9/11/2007
- 13/11/2007
- 1/12/2007
- 12/12/2007
- 8/1/2008
- 11/1/2008
- 16/1/2008
- 23/1/2008
- 26/1/2008
- 30/1/2008
- 11/2/2008
- 14/2/2008
- 18/2/2008
- 21/2/2008
- 25/2/2008
- 29/2/2008
- 7/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 5/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

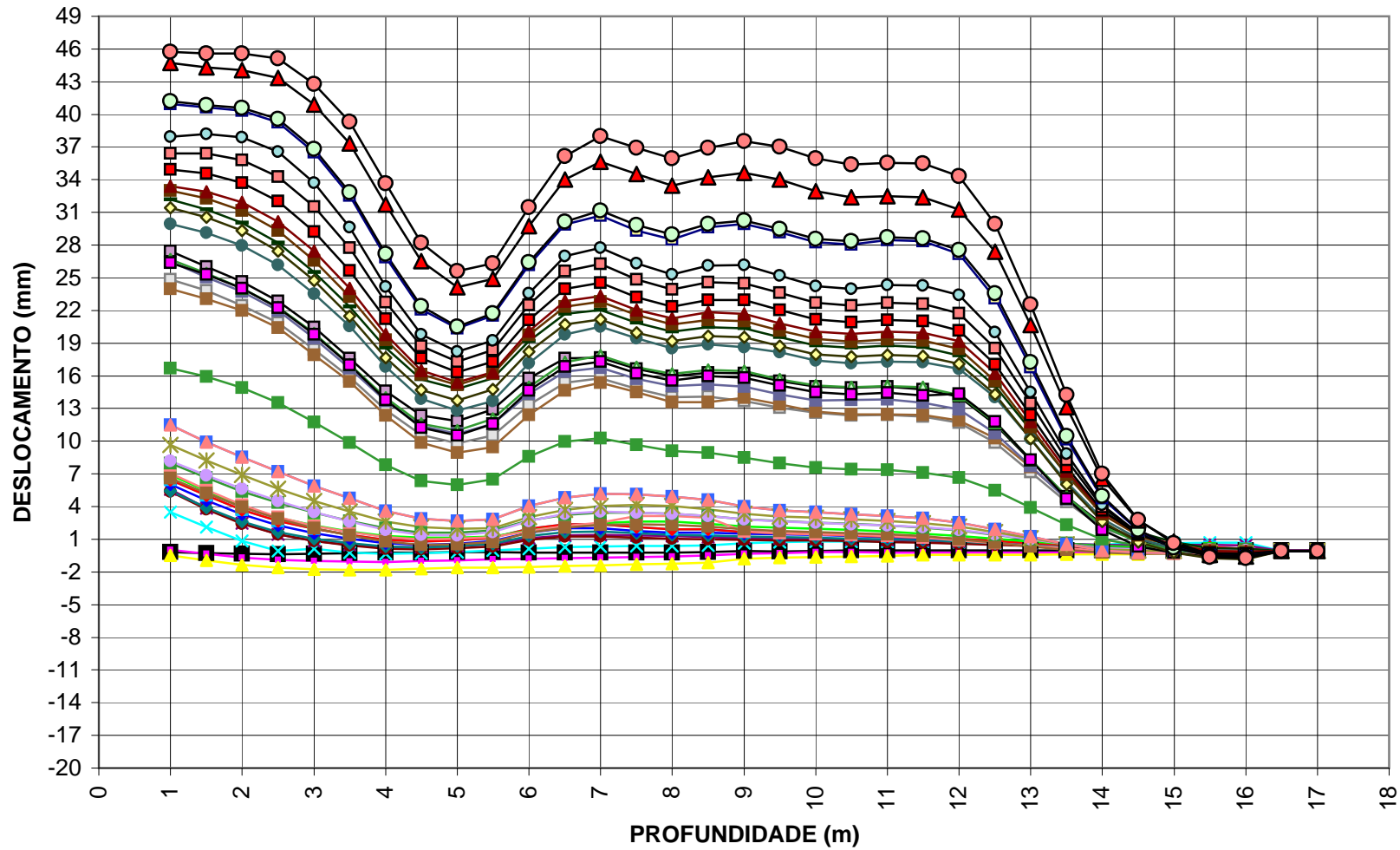
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 11 (EIXO A)



698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 11 (EIXO B)

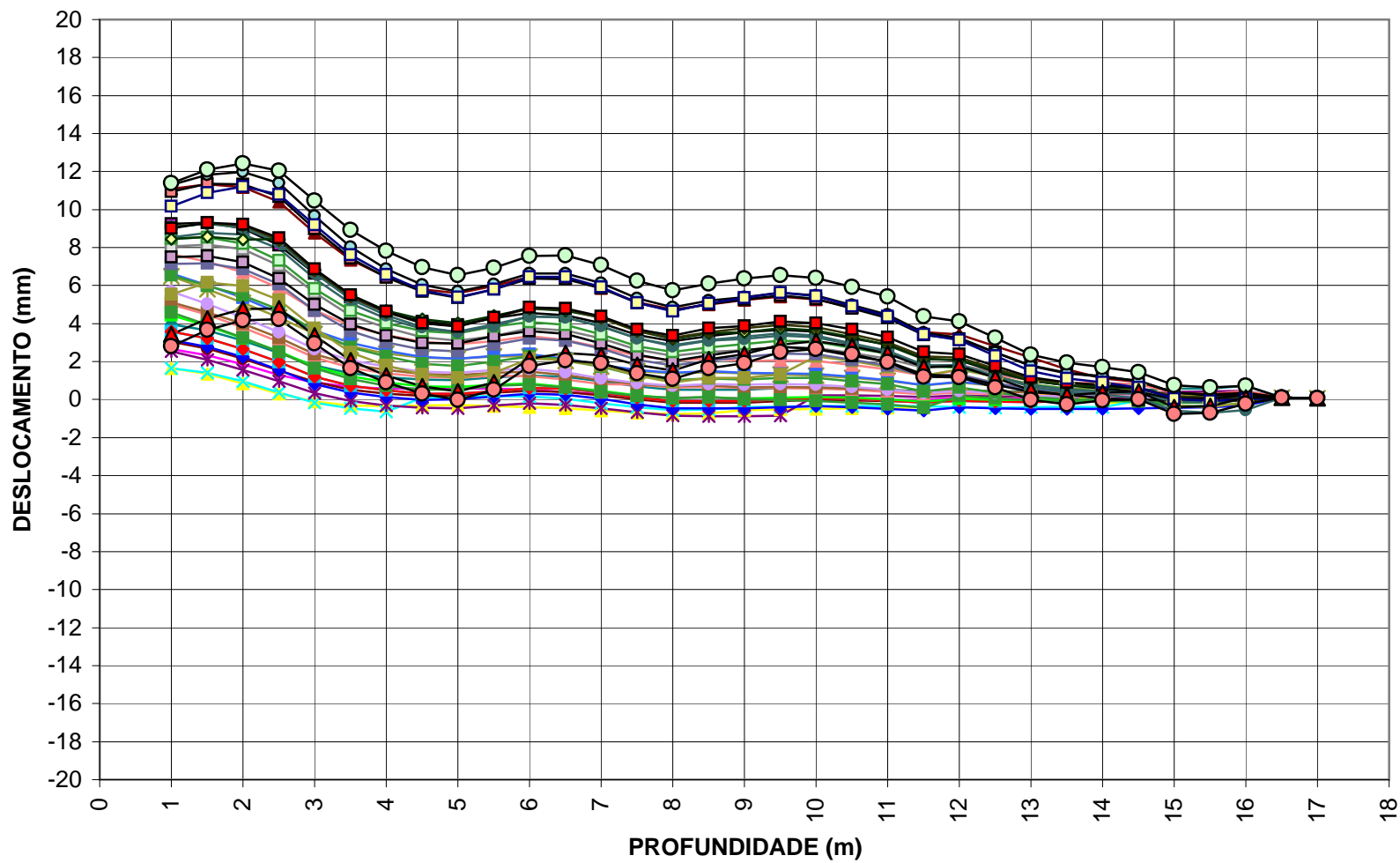


698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 12 (EIXO A)



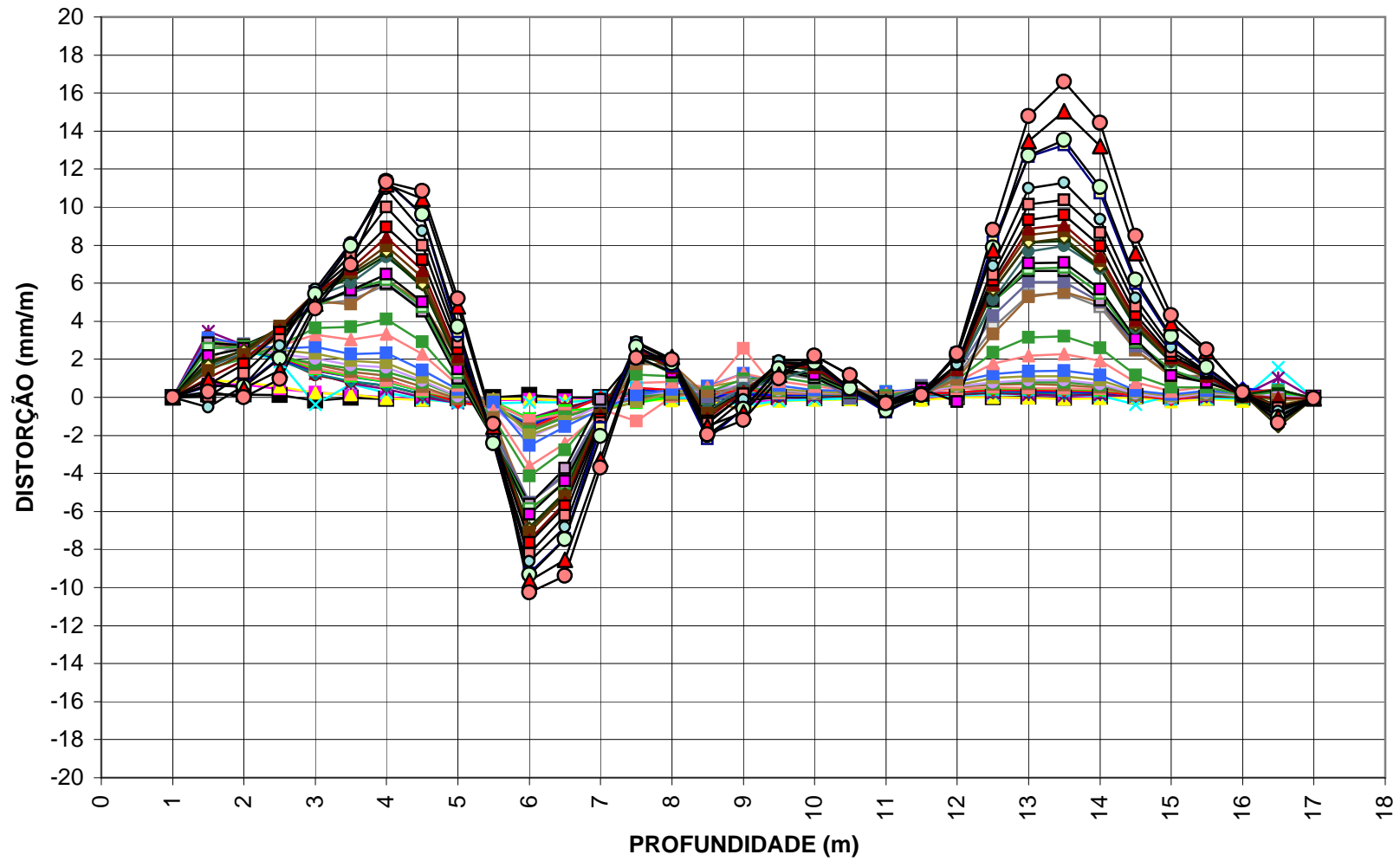
- 28/5/2007
- ◆ 3/8/2007
- ▲ 6/8/2007
- ✕ 15/9/2007
- ✱ 26/9/2007
- 28/9/2007
- ◆ 1/10/2007
- 4/10/2007
- 6/10/2007
- ◆ 9/10/2007
- 17/10/2007
- 22/10/2007
- 29/10/2007
- 1/11/2007
- 5/11/2007
- ✱ 9/11/2007
- 13/11/2007
- ▲ 1/12/2007
- 12/12/2007
- 8/1/2008
- 11/1/2008
- 16/1/2008
- 23/1/2008
- ▲ 26/1/2008
- 30/1/2008
- 11/2/2008
- 14/2/2008
- ◆ 16/2/2008
- 21/2/2008
- ▲ 25/2/2008
- 29/2/2008
- 7/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 5/4/2008
- ▲ 30/4/2008
- 11/6/2008

**698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 12 (EIXO B)**



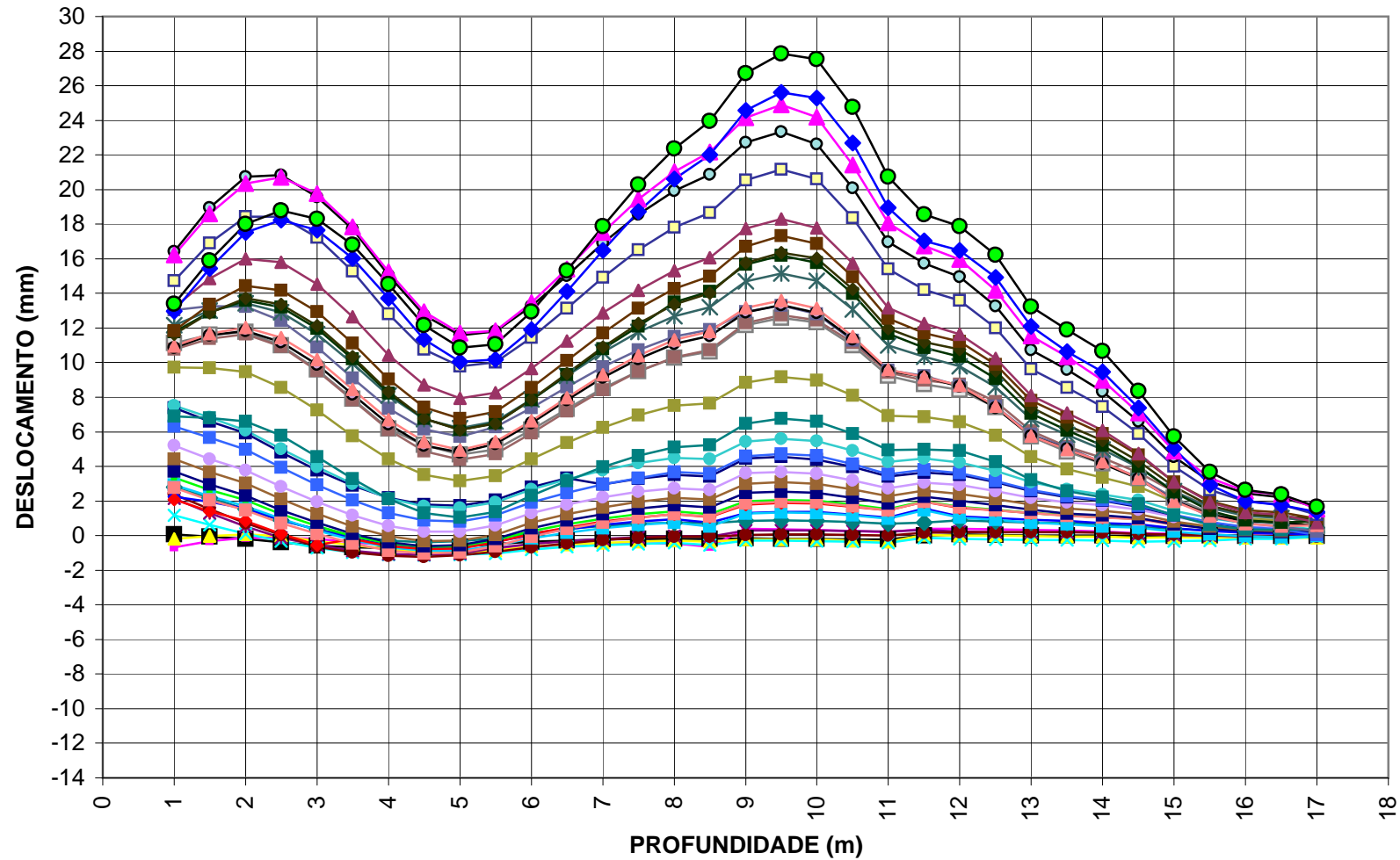
- 3/8/2007
- 6/8/2007
- 15/9/2007
- 26/9/2007
- 28/9/2007
- 1/10/2007
- 4/10/2007
- 6/10/2007
- 9/10/2007
- 17/10/2007
- 22/10/2007
- 29/10/2007
- 1/11/2007
- 5/11/2007
- 9/11/2007
- 13/11/2007
- 1/12/2007
- 12/12/2007
- 8/1/2008
- 11/1/2008
- 16/1/2008
- 23/1/2008
- 26/1/2008
- 30/1/2008
- 11/2/2008
- 14/2/2008
- 16/2/2008
- 21/2/2008
- 25/2/2008
- 29/2/2008
- 7/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 5/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 12 (EIXO A)

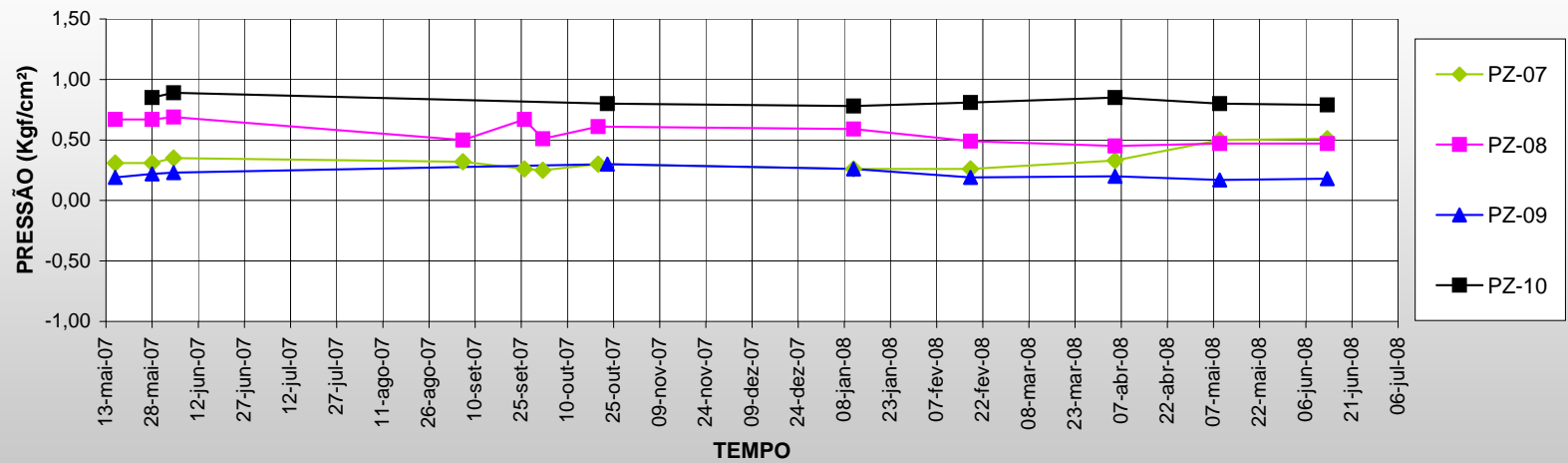
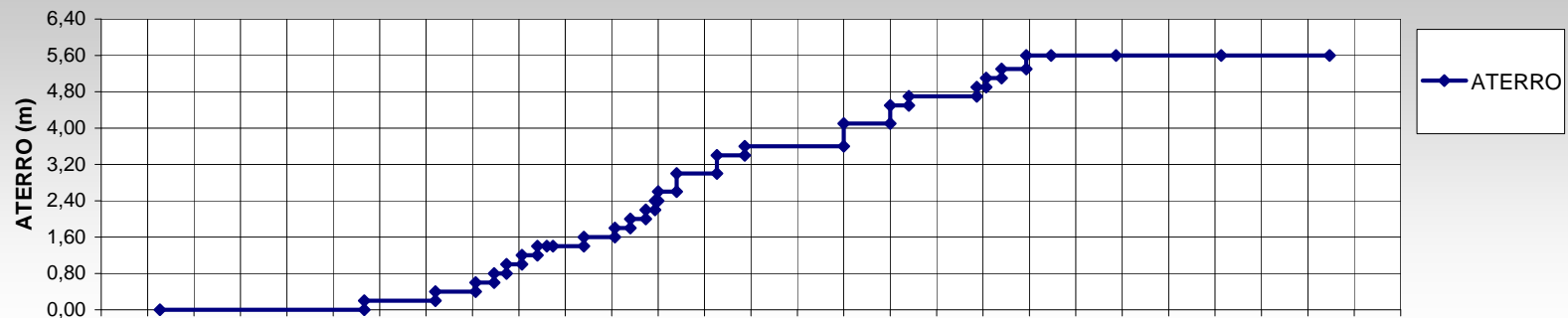


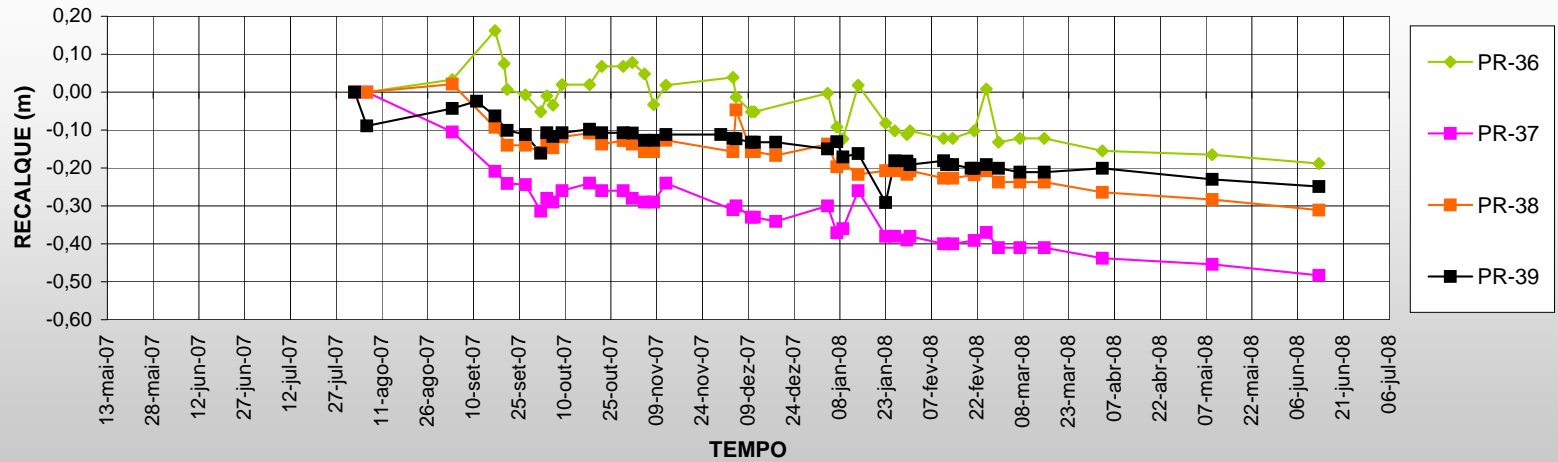
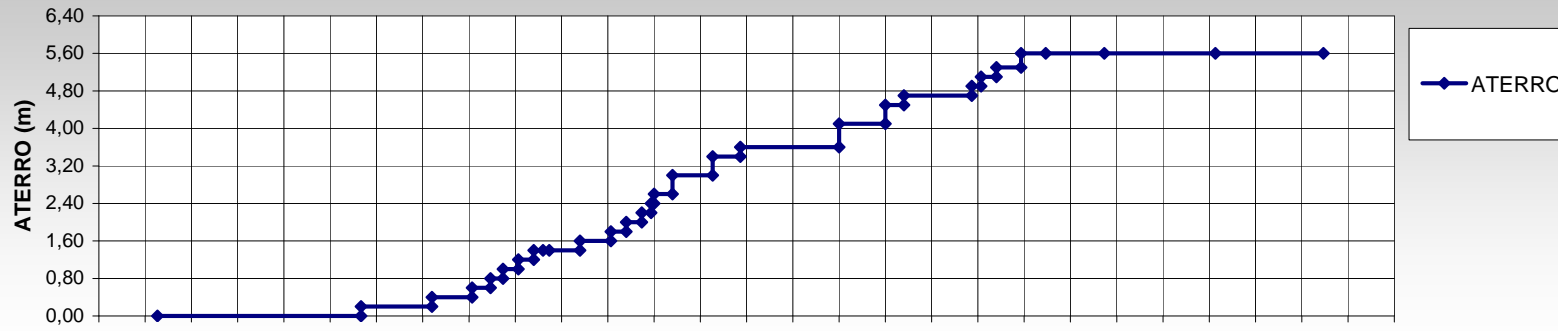
- 28/5/2007
- 3/8/2007
- 6/8/2007
- 15/9/2007
- 26/9/2007
- 28/9/2007
- 1/10/2007
- 4/10/2007
- 6/10/2007
- 9/10/2007
- 17/10/2007
- 22/10/2007
- 29/10/2007
- 1/11/2007
- 5/11/2007
- 9/11/2007
- 13/11/2007
- 1/12/2007
- 12/12/2007
- 8/1/2008
- 11/1/2008
- 16/1/2008
- 23/1/2008
- 26/1/2008
- 30/1/2008
- 11/2/2008
- 14/2/2008
- 16/2/2008
- 21/2/2008
- 25/2/2008
- 29/2/2008
- 7/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 5/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

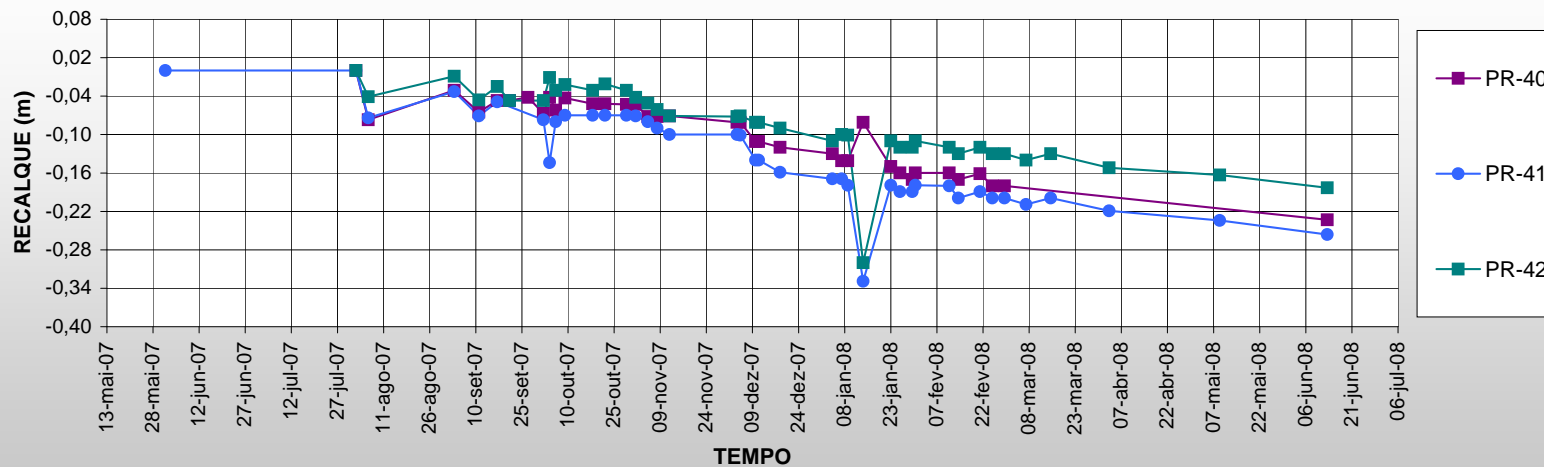
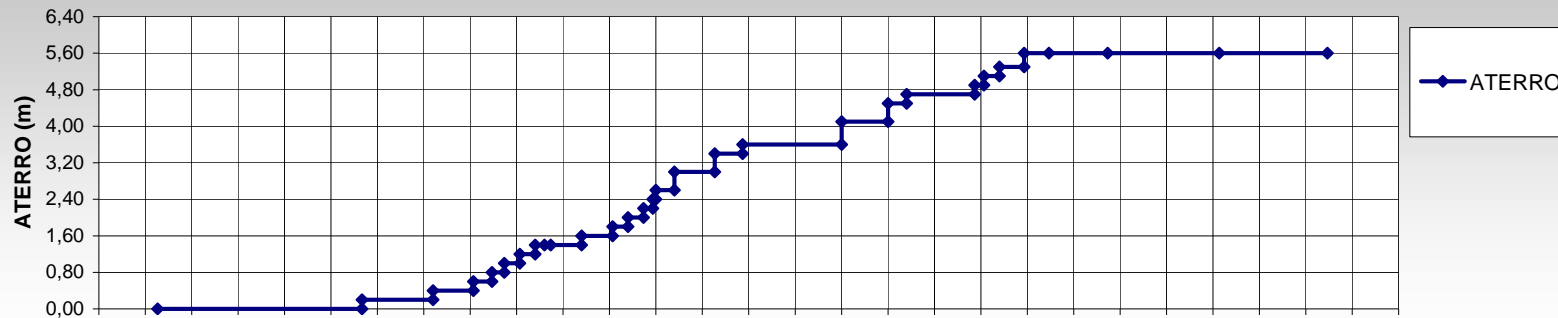
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 13 (EIXO A)

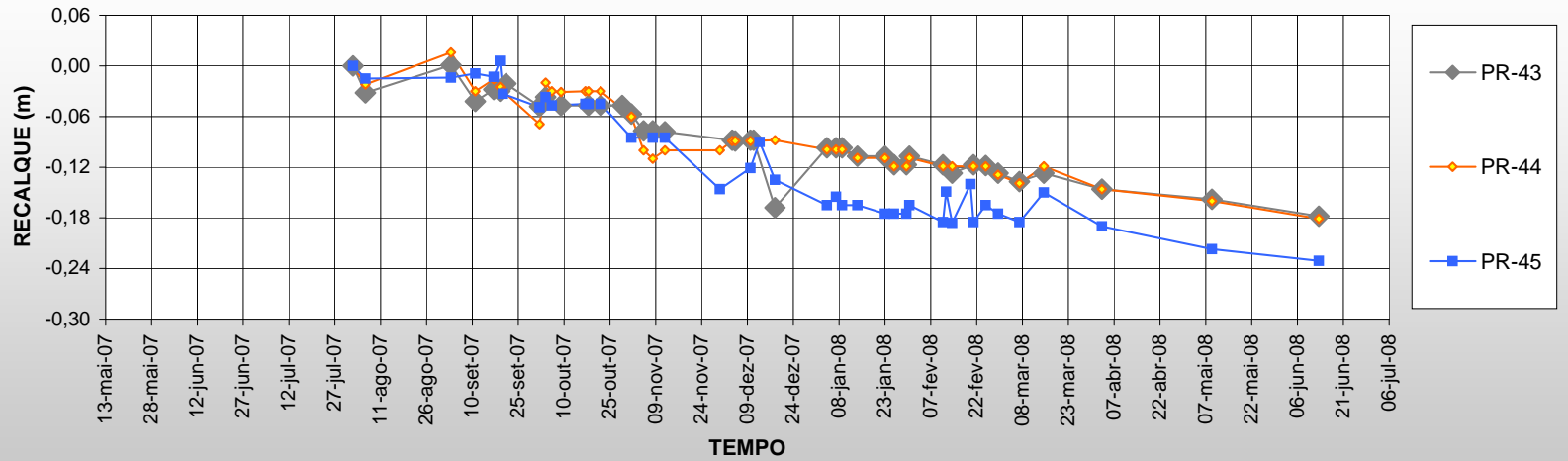
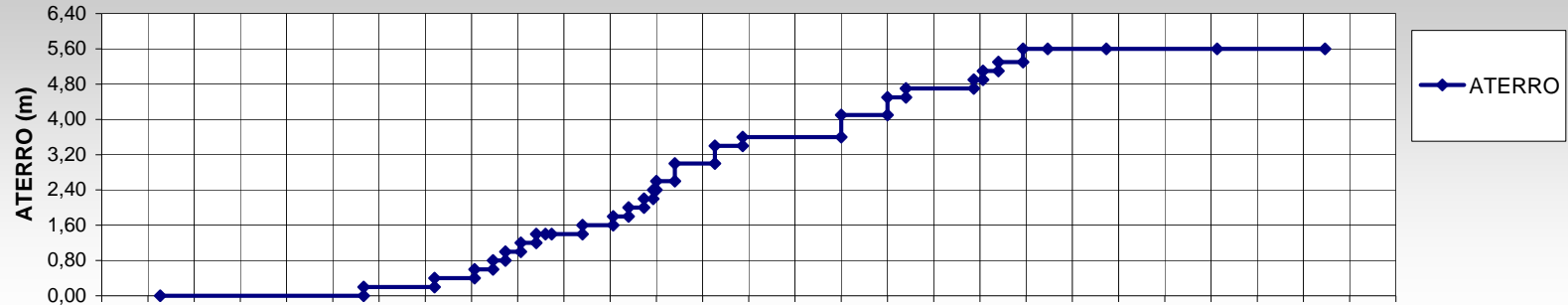


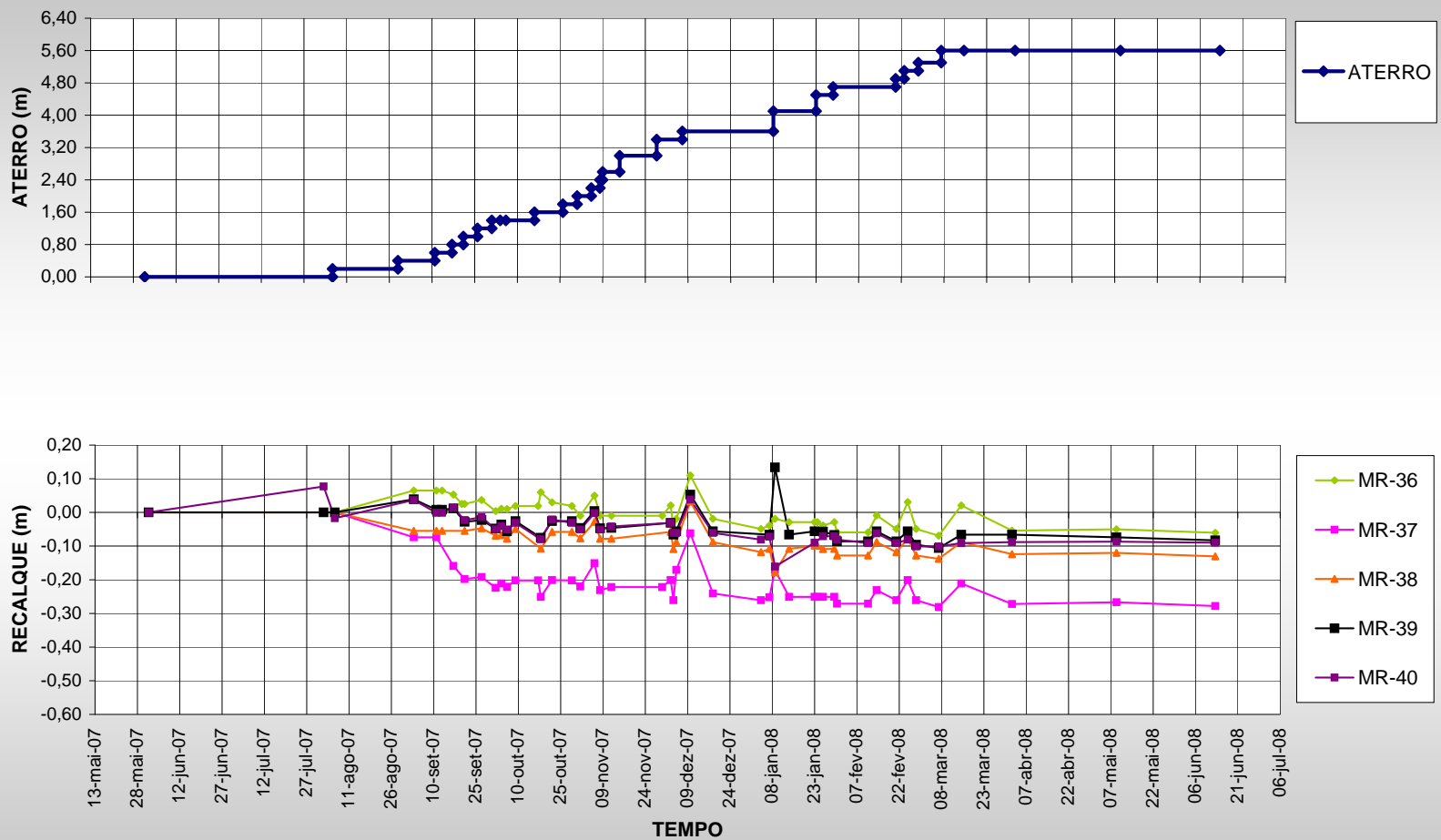
- 28/5/2007
- 3/8/2007
- 6/8/2007
- 31/8/2007
- 12/9/2007
- 15/9/2007
- 21/9/2007
- 1/10/2007
- 4/10/2007
- 6/10/2007
- 9/10/2007
- 17/10/2007
- 22/10/2007
- 29/10/2007
- 1/11/2007
- 5/11/2007
- 9/11/2007
- 13/11/2007
- 1/12/2007
- 12/12/2007
- 8/1/2008
- 11/1/2008
- 16/1/2008
- 23/1/2008
- 26/1/2008
- 30/1/2008
- 11/2/2008
- 14/2/2008
- 21/2/2008
- 25/2/2008
- 7/3/2008
- 16/3/2008
- 2/4/2008
- 30/4/2008
- 11/6/2008

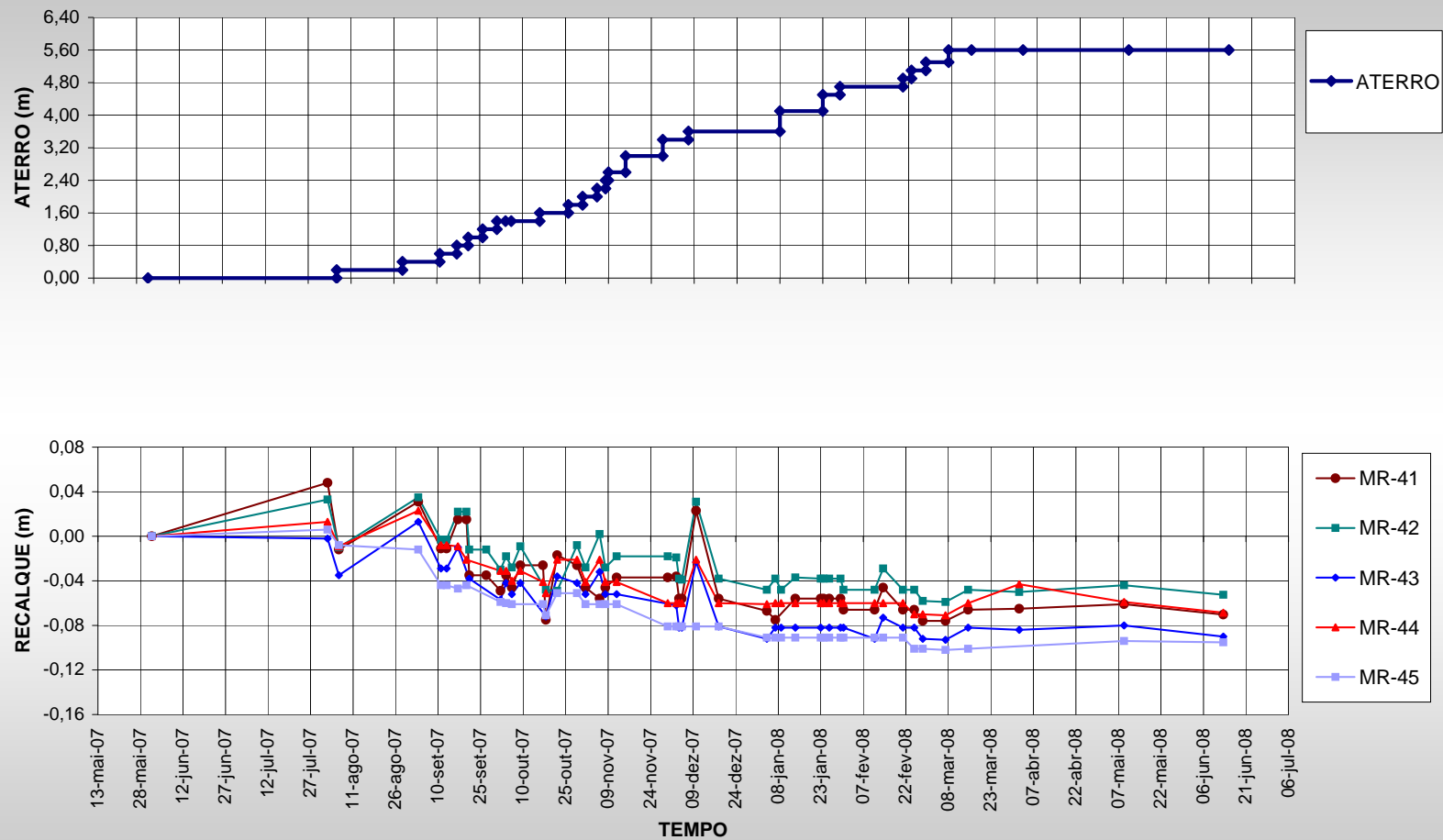






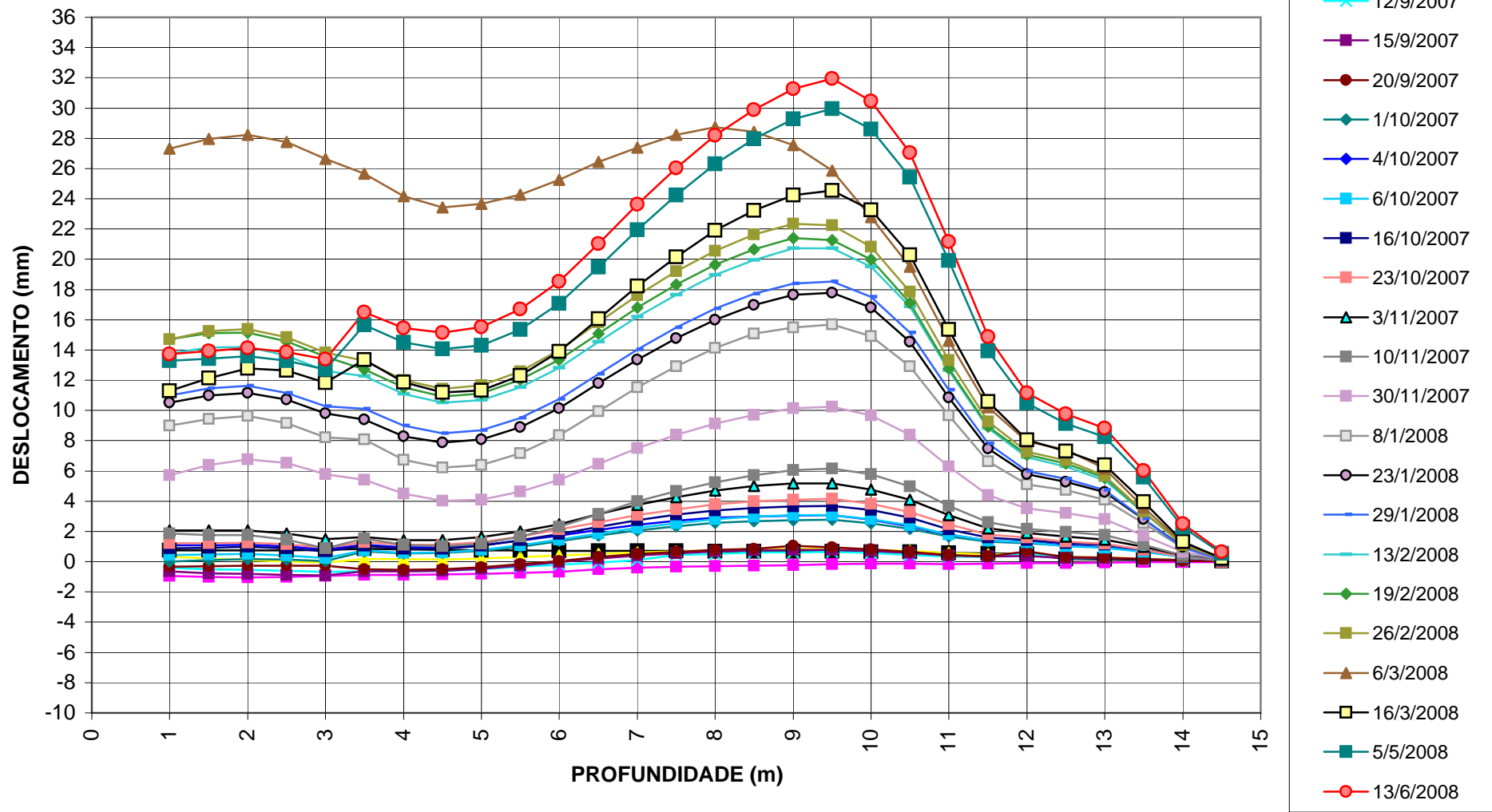




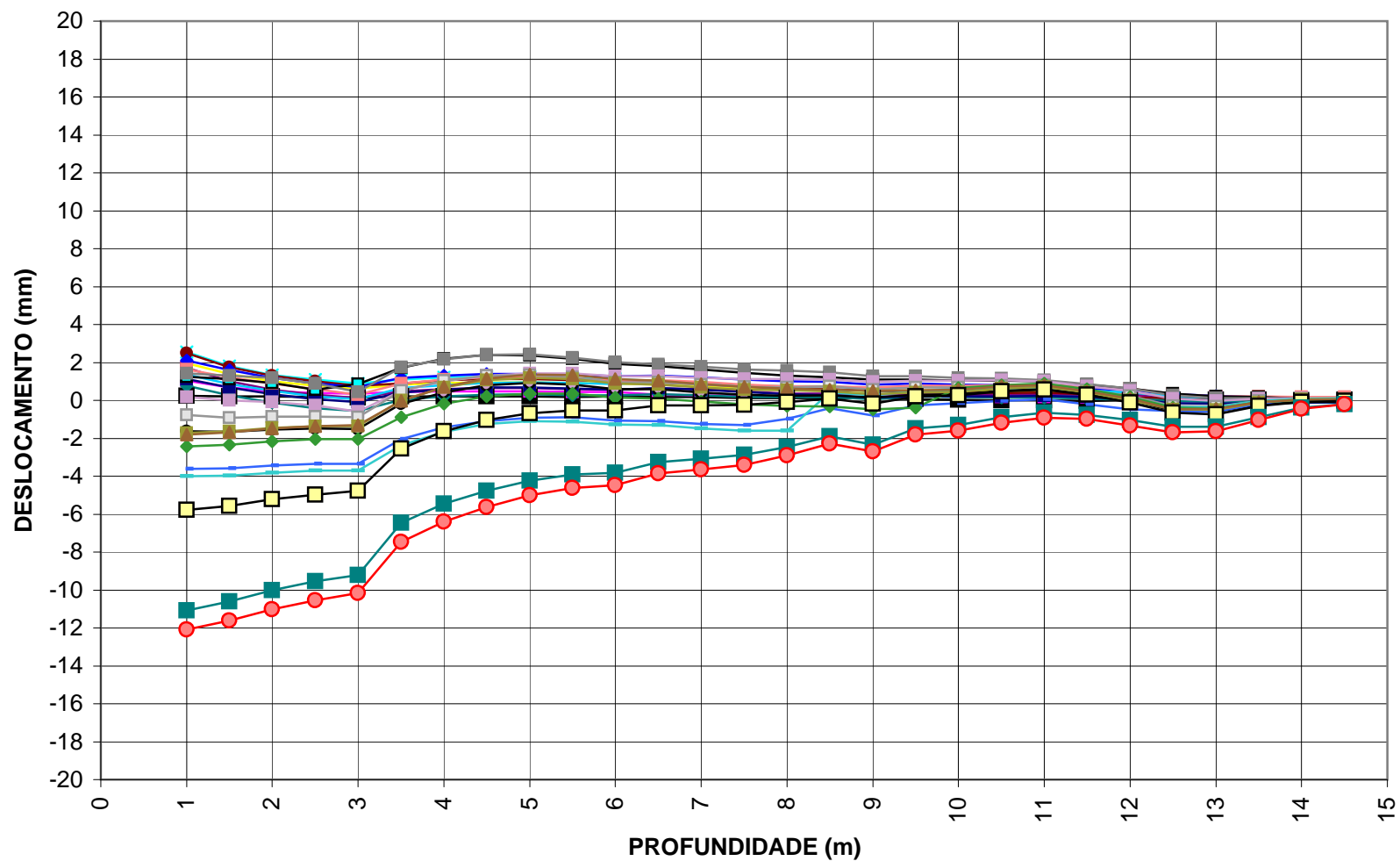


APÊNDICE 7 – INSTRUMENTAÇÃO TRECHO 7

**698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 14 (EIXO A)**

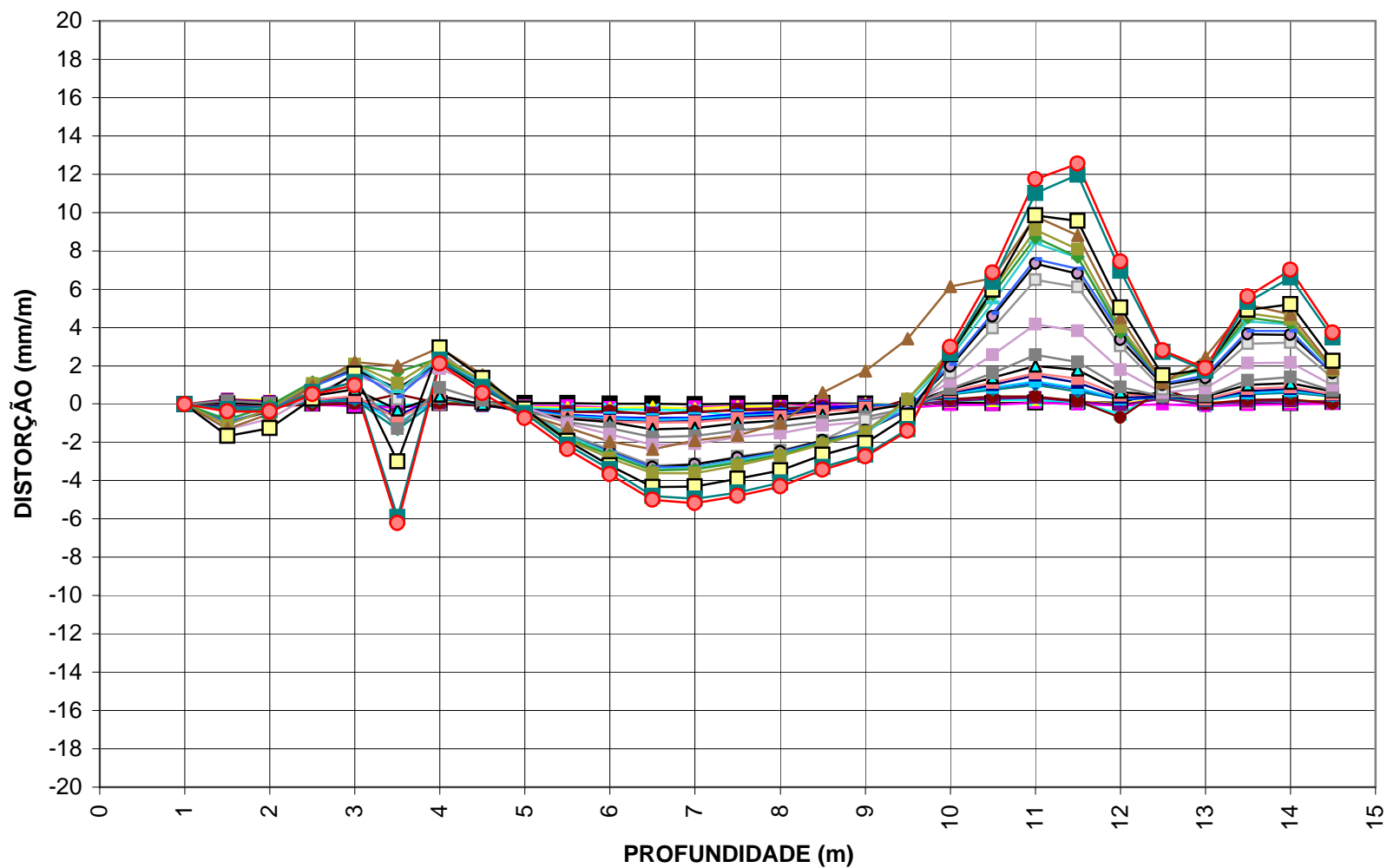


698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 14 (EIXO B)



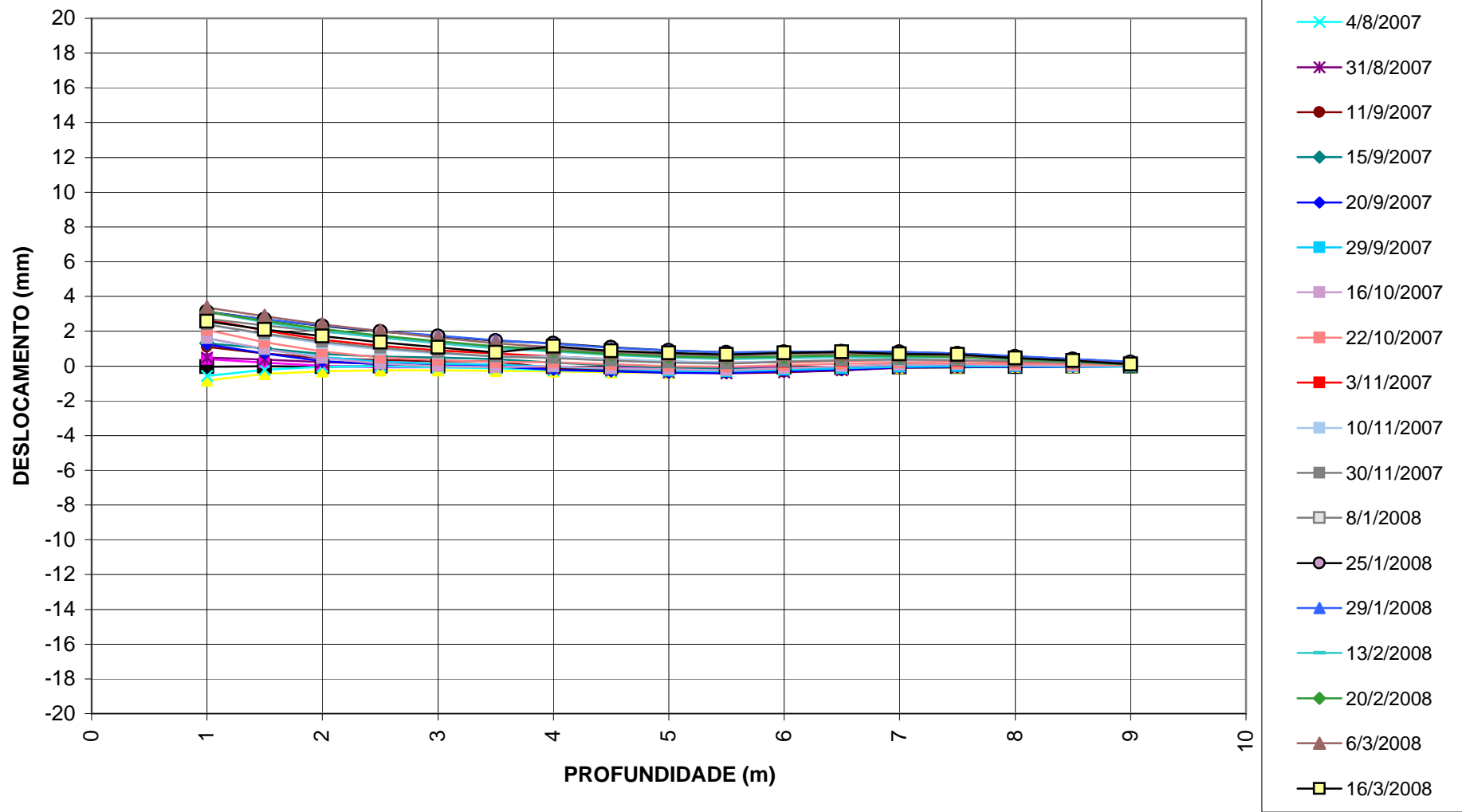
- 29/5/2007
- 13/8/2007
- ▲ 31/8/2007
- × 12/9/2007
- 15/9/2007
- 20/9/2007
- ◆ 1/10/2007
- ◆ 4/10/2007
- 6/10/2007
- 16/10/2007
- 23/10/2007
- 3/11/2007
- 10/11/2007
- 30/11/2007
- 8/1/2008
- 23/1/2008
- 29/1/2008
- 13/2/2008
- ◆ 19/2/2008
- 26/2/2008
- ▲ 6/3/2008
- 16/3/2008
- 5/5/2008
- 13/6/2008

698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 14 (EIXO A)

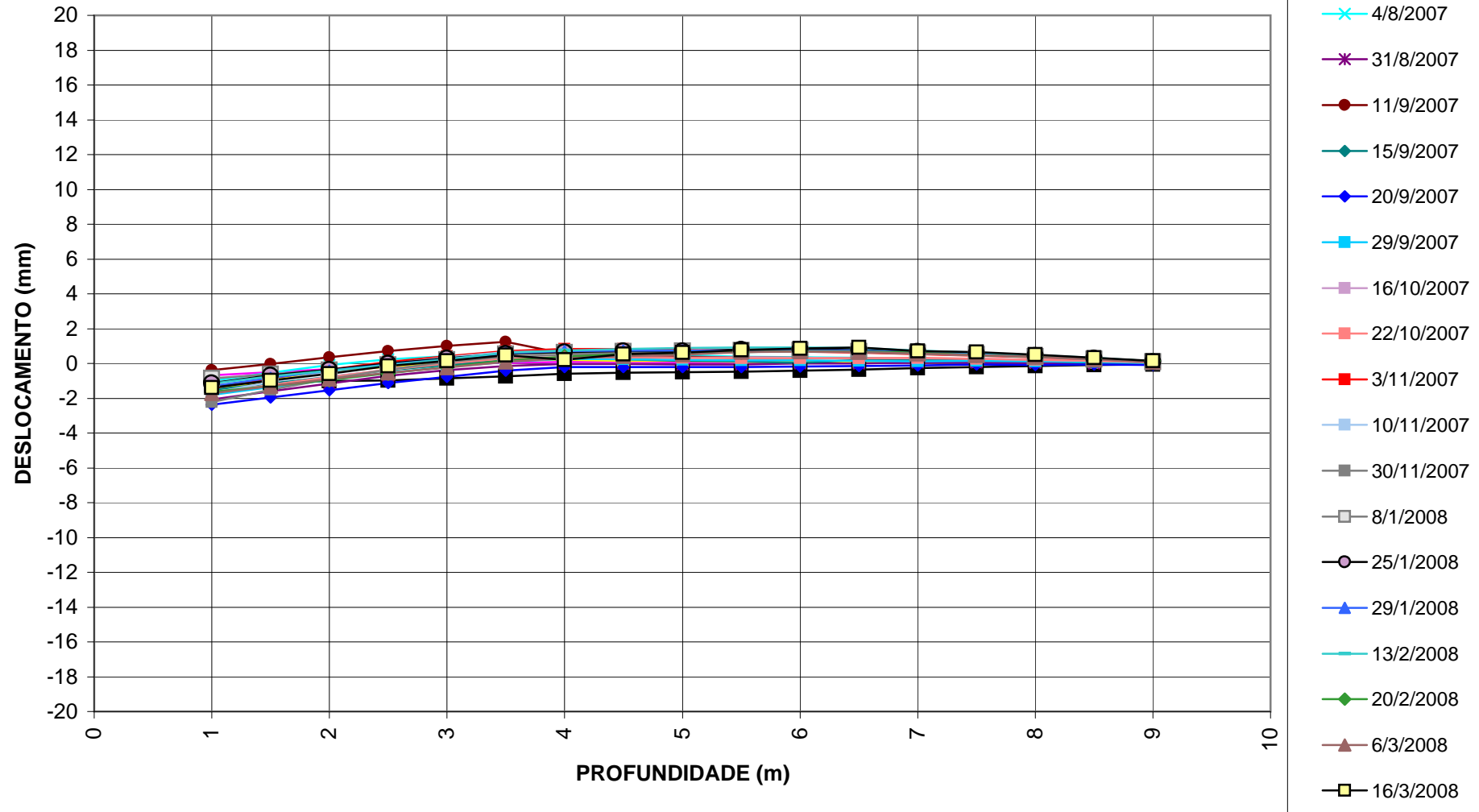


- 29/5/2007
- 13/8/2007
- 31/8/2007
- 12/9/2007
- 15/9/2007
- 20/9/2007
- 1/10/2007
- 4/10/2007
- 6/10/2007
- 16/10/2007
- 23/10/2007
- 3/11/2007
- 10/11/2007
- 30/11/2007
- 8/1/2008
- 23/1/2008
- 29/1/2008
- 13/2/2008
- 19/2/2008
- 26/2/2008
- 6/3/2008
- 16/3/2008
- 5/5/2008
- 13/6/2008

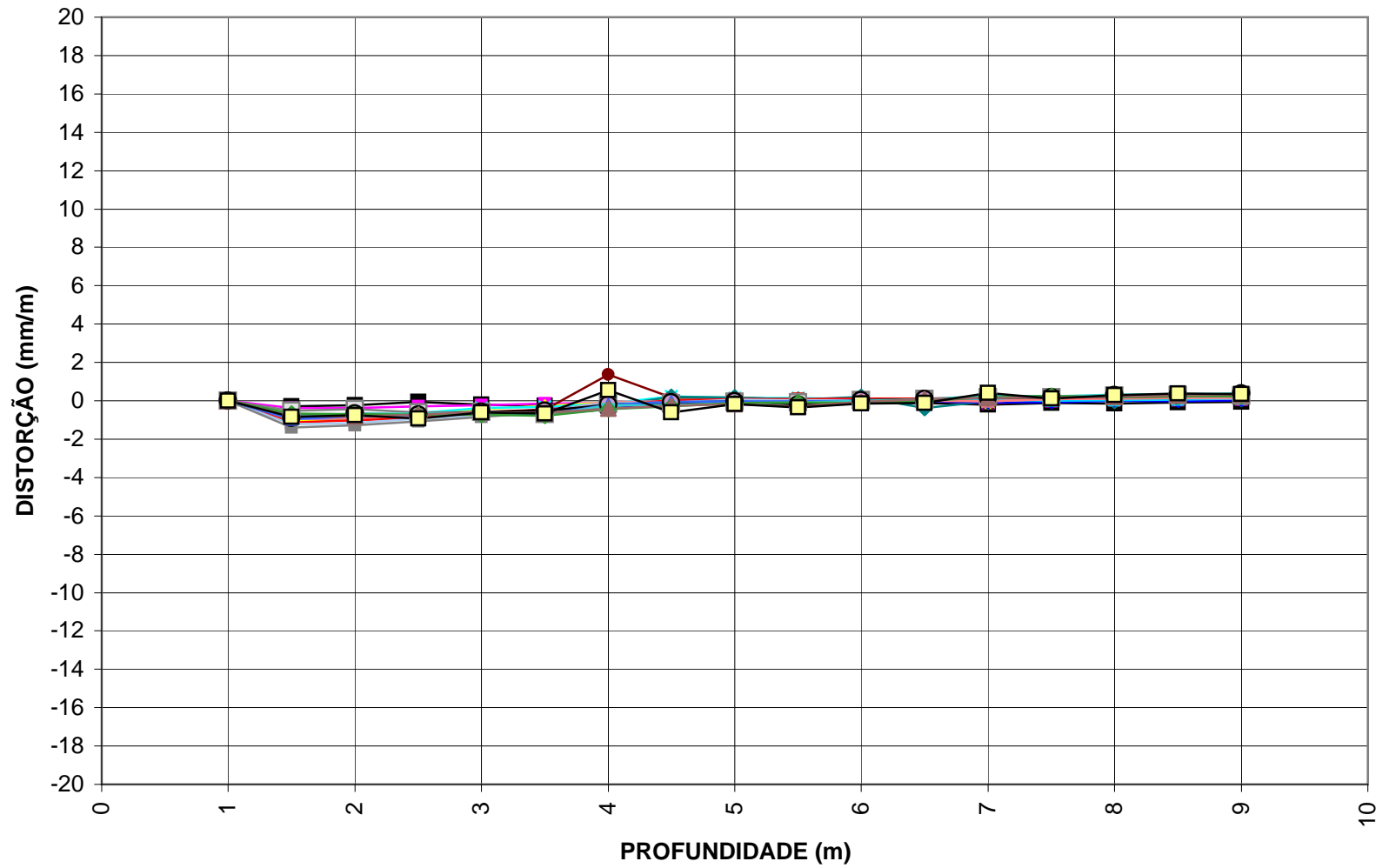
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 16 (EIXO A)



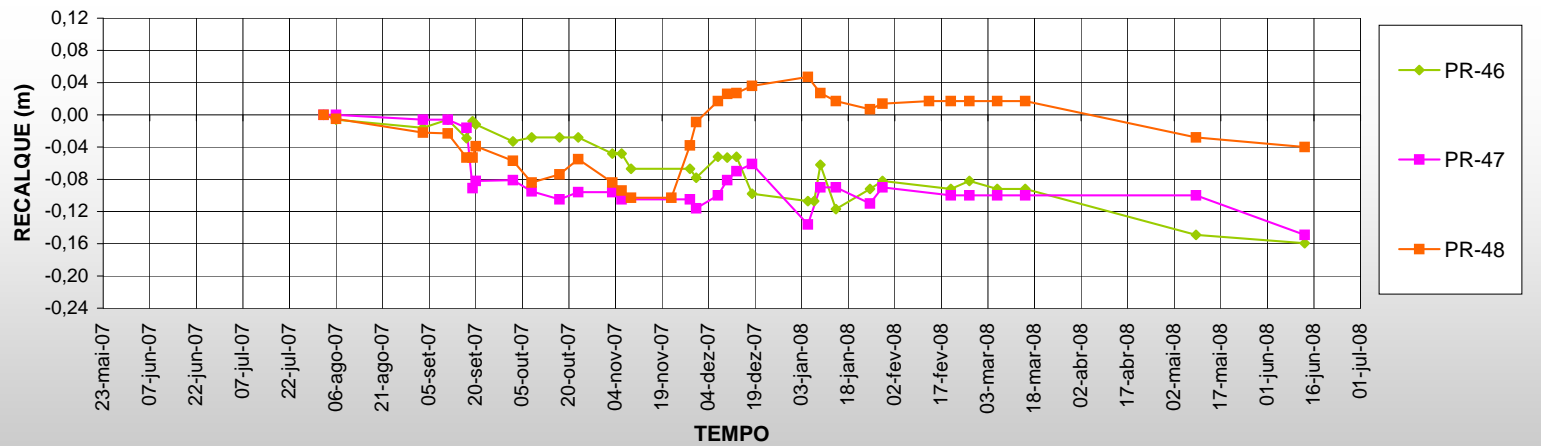
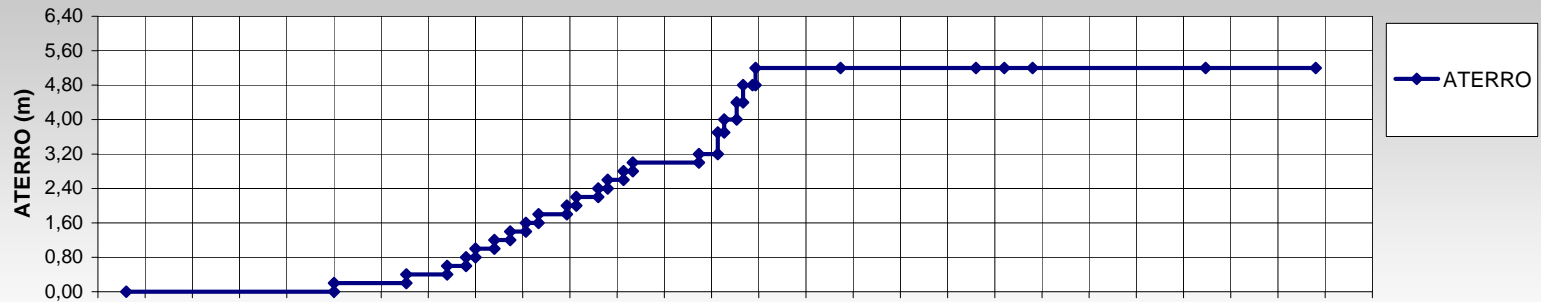
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DESLOCAMENTO INC - 16 (EIXO B)

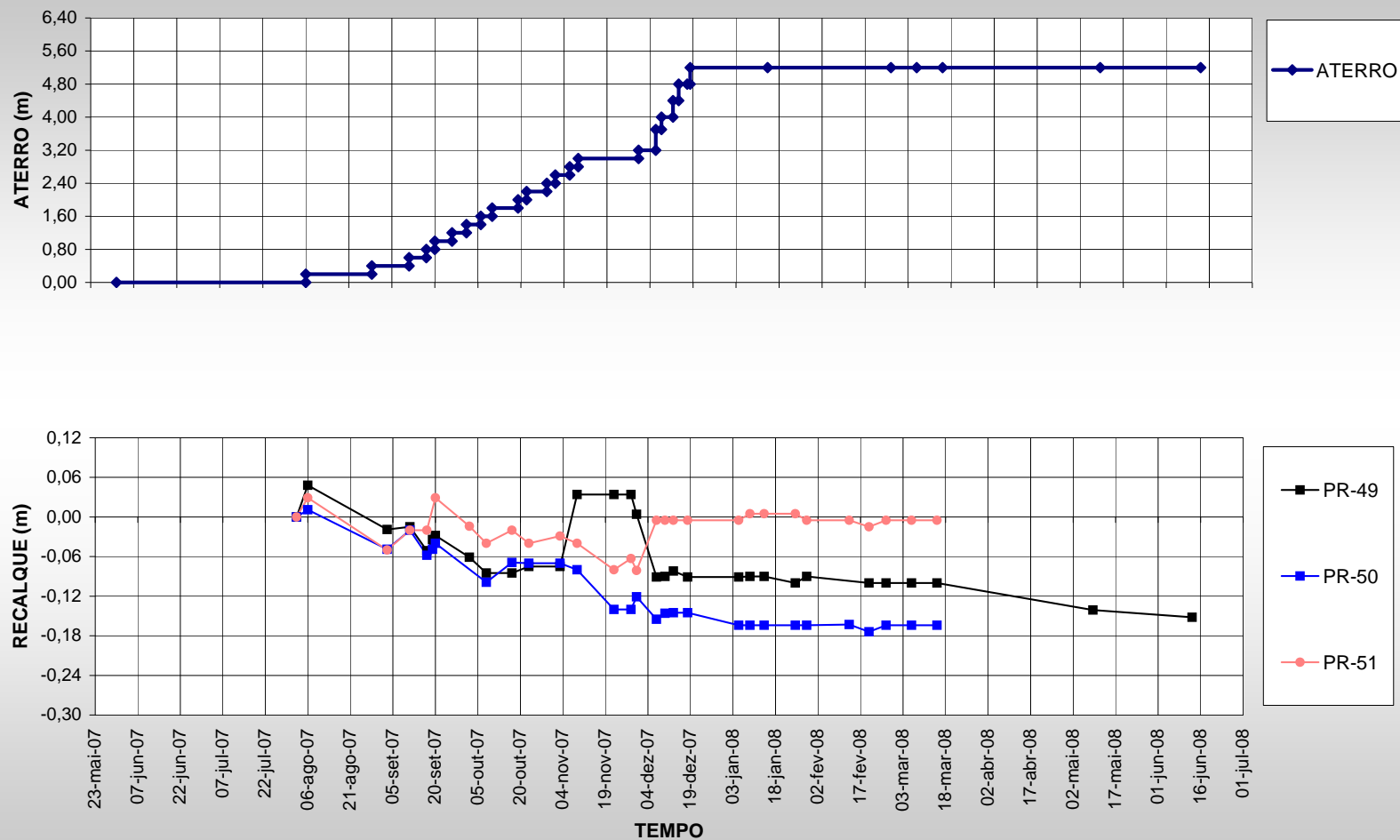


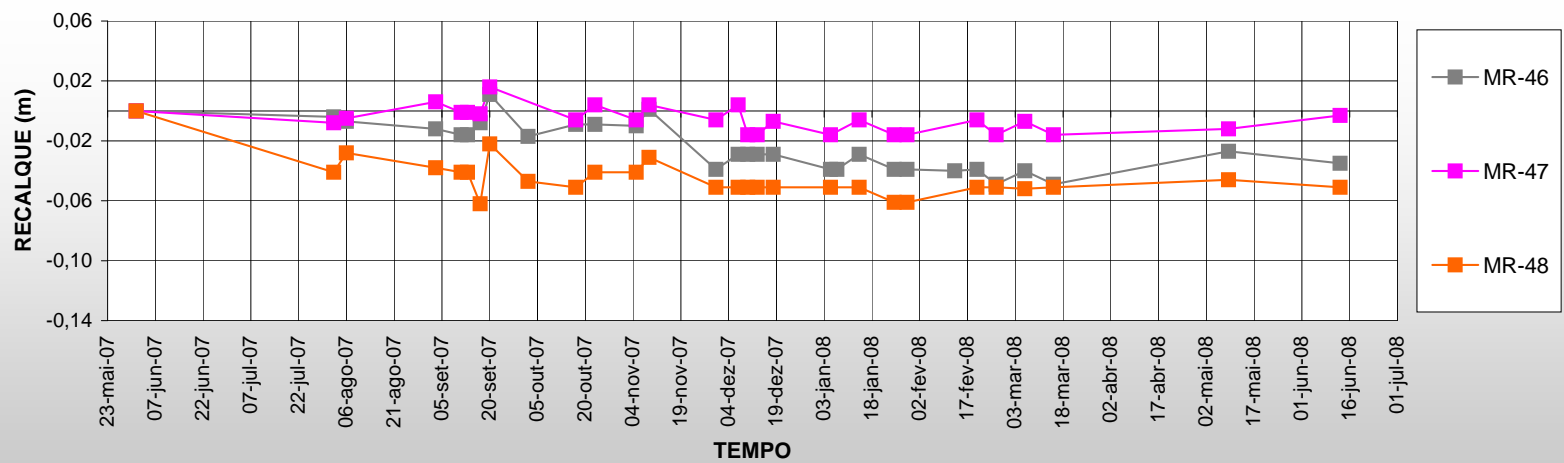
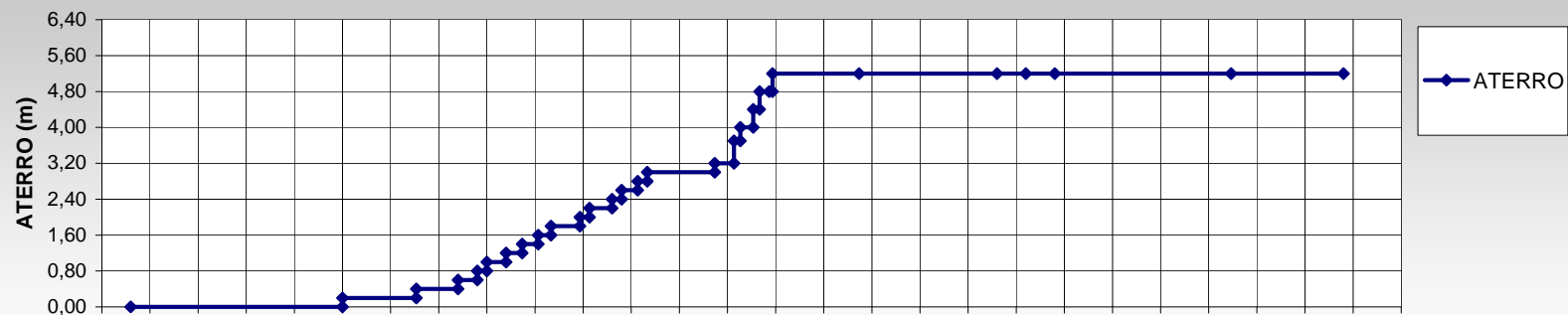
698 - 1º BEC - BR 101 - RN
DISTORÇÃO INC - 16 (EIXO B)

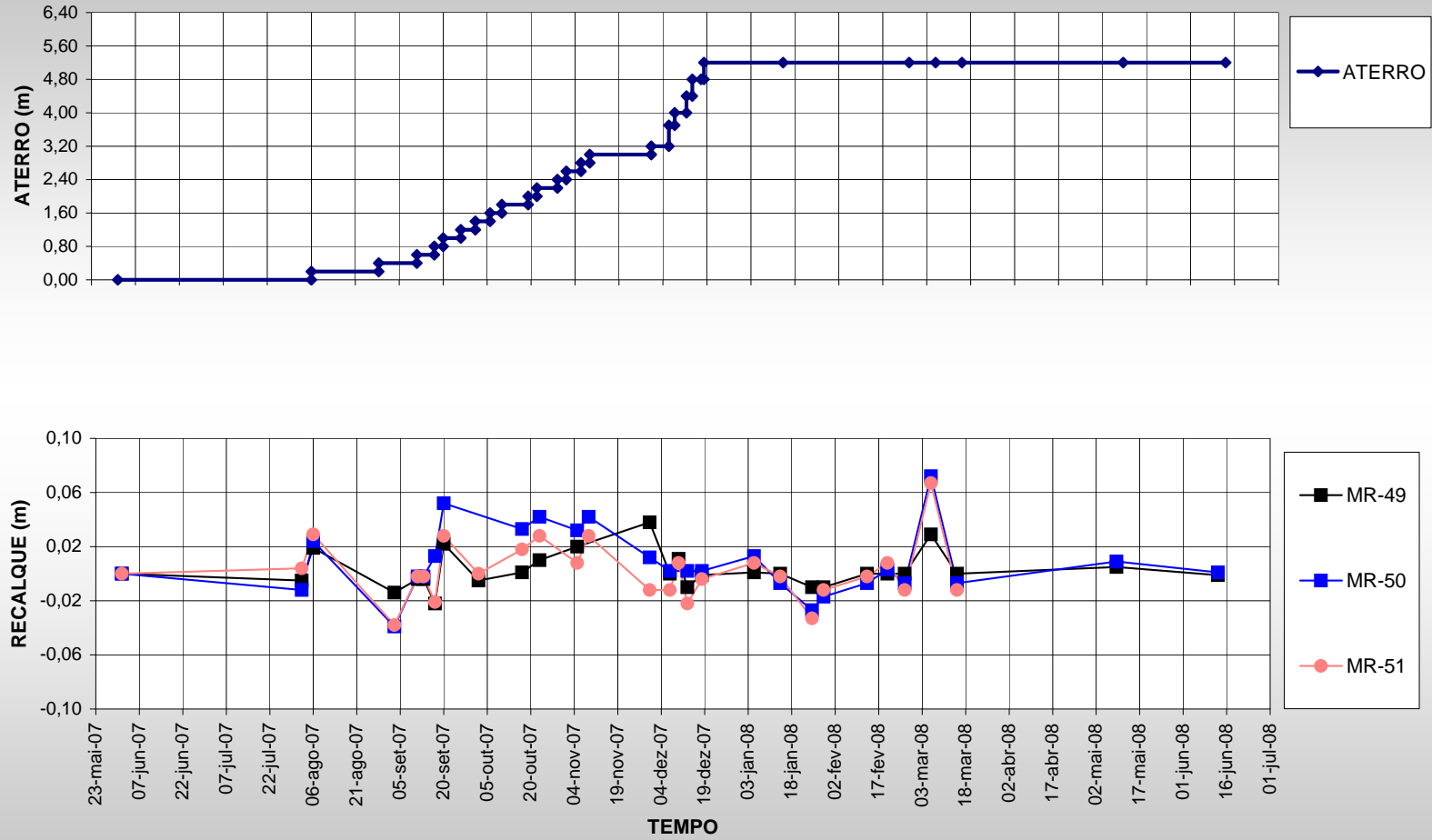


- 25/5/2007
- 11/6/2007
- 2/8/2007
- 4/8/2007
- 31/8/2007
- 11/9/2007
- 15/9/2007
- 20/9/2007
- 29/9/2007
- 16/10/2007
- 22/10/2007
- 3/11/2007
- 10/11/2007
- 30/11/2007
- 8/1/2008
- 25/1/2008
- 29/1/2008
- 13/2/2008
- 20/2/2008
- 6/3/2008
- 16/3/2008









ANEXOS

ANEXO 1 –PLANTA DE LOCAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

ANEXO B

**PARTE DO PROJETO DE EXECUÇÃO, VOL.2 - ELABORADO PELA
ATP - ASSESSORIA, TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO LTDA**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA**

RODOVIA: BR-101 RN (CORREDOR NORDESTE)
TRECHO: TOUROS – DIVISA RN/PB
SUBTRECHO: Entr. RN-061 (Ponta Negra) / ENTR. RN - 061 (p/Arês)
LOTE: 01
SEGMENTO: Km 96,4 – Km 142,6
EXTENSÃO: 46,2
CÓDIGO PNV: 101 BRN 0130 ao 101 BRN 0170

PROJETO EXECUTIVO PARA ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE E RESTAURAÇÃO DA BR-101/RN – CORREDOR NORDESTE

RELATÓRIO FINAL

**VOLUME 2
PROJETO DE EXECUÇÃO**

SETEMBRO/2004

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA**

**RODOVIA: BR-101 RN (CORREDOR NORDESTE)
TRECHO: TOUROS – DIVISA RN/PB
SUBTRECHO: Entr. RN-061 (Ponta Negra) / Entr. RN-061 (p/Arês)
LOTE: 01
SEGMENTO: Km 96,4 – Km 142,6
EXTENSÃO: 46,2
CÓDIGO PNV: 101 BRN 0130 ao 101 BRN 0170**

**PROJETO EXECUTIVO PARA ADEQUAÇÃO DE
CAPACIDADE E RESTAURAÇÃO DA BR-101/RN –
CORREDOR NORDESTE**

RELATÓRIO FINAL

**VOLUME 2
PROJETO DE EXECUÇÃO**

**ELABORAÇÃO: ATP – Assessoria, Tecnologia e Planejamento Ltda
CONTRATO: PG 145/2001/00**

SETEMBRO/2004

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	1.0		
2.	MAPA DE SITUAÇÃO	2.0		
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	3.0		
4.	PROJETO REDUZIDO EM PLANTA E PERFIL	4.1 a 4.7		
5.	PROJETO GEOMÉTRICO			
5.1.	SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA	5.1.1 a 5.1.2		
5.2.	CONVENÇÕES	5.2		
5.3.	PLANTA E PERFIL	5.3.1 a 5.3.70		
5.4.	ALINHAMENTO HORIZONTAL	5.4.1 a 5.4.6		
6.	PROJETO DA TERRAPLENAGEM			
6.1.	SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO	6.1.1 a 6.1.2		
6.2.	EMPRÉSTIMOS	6.2.1 a 6.2.9		
6.3.	MOVIMENTO DE TERRAS – CÁLCULO	6.3.1 a 6.3.10		
6.4.	RESUMO DO MOVIMENTO DE TERRAS	6.4		
6.5.	ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS	6.5.1 a 6.5.7		
6.6.	SOLUÇÕES ESPECIAIS	6.6.1 a 6.6.8		
7.	PROJETO DA DRENAGEM			
7.1	ESQUEMA GERAL	7.1.1 a 7.1.3		
7.2.	MEIO-FIO E BANQUETA DE CONCRETO	7.2.1		
7.3.	ENTRADA , DESCIDA E SAÍDA D'ÁGUA	7.3.1 a 7.3.3		
7.4.	SARJETA REVESTIDA	7.4.1 a 7.4.2		
7.5.	VALETA DE PROTEÇÃO	7.5.1 a 7.5.2		
7.6.	DRENO SUBTERRÂNEO	7.6.1 a 7.6.3		
7.7.	BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO	7.7		
7.8.	BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO	7.8		
7.9.	BUEIRO TRIPLO TUBULAR DE CONCRETO	7.9.1 a 7.9.2		
7.10.	PLANTA DE FORMA, CORPO DE BUEIRO CELULAR	7.10		
7.11.	PLANTA DE FORMA, CABECEIRA DE BUEIRO CELULAR	7.11		
7.12.	FERRAGEM CORPO DE BUEIRO 1,5 x 1,5 (SIMPLES, DUPLO E TRIPLO)	7.12		
7.13.	FERRAGEM CORPO DE BUEIRO 2,0 x 2,0 (SIMPLES, DUPLO E TRIPLO)	7.13		
7.14.	FERRAGEM CORPO DE BUEIRO 2,5 x 2,5 (SIMPLES, DUPLO E TRIPLO)	7.14		
7.15.	FERRAGEM CORPO DE BUEIRO 3,0 x 3,0 (SIMPLES, DUPLO E TRIPLO)	7.15		
7.16.	FERRAGEM CABECEIRA 1,5 E 2,0 (SIMPLES, DUPLO E TRIPLO)	7.16		
7.17.	FERRAGEM CABECEIRA 2,5 E 3,0 (SIMPLES, DUPLO E TRIPLO)	7.17		
7.18.	PLANTA DE FORMA E FERRAGEM DE PAREDE DE TRANSIÇÃO EM CONCRETO	7.18.1 a 7.18.5		
7.19.	NOTAS DE SERVIÇO	7.19.1 a 7.19.12		
7.20.	CAIXA COLETORA DE SARJETA (CCs) COM GRELHA DE CONCRETO (TCC-01)	7.20		
8.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO			
8.1.	PAVIMENTOS NOVOS			
8.1.1.	SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO	8.1.1.1 a 8.1.1.3		
8.1.2.	SAIBREIRAS	8.1.2.1 a 8.1.2.6		
8.1.3.	PEDREIRAS	8.1.3		
8.1.4.	AREAIS	8.1.4		
8.1.5	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE	8.1.5		
8.2	RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO			
8.2.1	DIAGRAMA ESTRUTURAL DO PAVIMENTO	8.2.1.1 a 8.2.1.5		
8.2.2	SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO	8.2.2.1 a 8.2.2.2		
8.2.3	AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO			8.2.3.1 a 8.2.3..23
8.2.4	RESUMO DAS SOLUÇÕES DA PAVIMENTAÇÃO			8.2.4
9.	PROJETO DE O.A.E			
9.1	RELAÇÃO DAS O .A.E			9.1
10.	PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS			
10.1.	INTERSEÇÃO COM RN-063			10.1.1 – 10.1.2
10.2.	ACESSO A PIUM			10.2.1 – 10.2.2
10.3.	RETORNO ESTACA 828+ 0,00			10.3.1 – 10.3.2
10.4.	ACESSO A MONTE ALEGRE			10.4.1 – 10.4.2
10.5.	ACESSO A LAGOA DO BONFIM			10.5.1 – 10.5.2
10.6.	RETORNO NA ESTACA 1296+ 0,00			10.6.1 – 10.6.2
10.7.	ACESSO A SÃO JOSÉ DO MIPIBU			10.7.1 – 10.7.2
10.8.	ACESSO A SENADOR GEORGINO AVELINO			10.8.1 – 10.8.2
10.9.	RETORNO NA ESTACA 1973 + 0,00			10.9.1 – 10.9.2
10.10.	ACESSO A ARÊS			10.10.1 – 10.10.2
11.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO			
11.1.	ESQUEMA GERAL / INTERSEÇÕES			11.1.1 a 11.1.42
11.2.	PLACAS DA SINALIZAÇÃO			11.2.1 a 11.2.8
11.3.	MACRO DE QUILOMETRAGEM			11.3
11.4.	LOCALIZAÇÃO DOS SUPORTES			11.4
11.5.	FIXAÇÃO DAS PLACAS			11.5
11.6.	PINTURA NO PAVIMENTO			11.6
11.7	DETALHAMENTO EM TANGENTE			11.7
11.8	DETALHAMENTO EM CURVA			11.8
11.9	DETALHAMENTO EM OBRAS DE ARTE			11.9
11.10	DETALHAMENTO DOS RETORNOS E ACESSOS			11.10.1 a 11.10.4
11.11	DESVIO DE TRÁFEGO			11.11.1 a 11.11.5
11.12	LISTAGEM DA SINALIZAÇÃO VERTICAL			11.12.1 a 11.12.6
11.13	RESUMO DA SINALIZAÇÃO			11.13
12.	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES			
12.1.	CERCAS			12.1
12.2.	DEFENSAS			12.2
12.3.	BARREIRA RÍGIDA			12.3.1 – 12.3.2
12.4.	PARADA DE ÔNIBUS			12.4
12.5.	PASSEIO DE CONCRETO			12.5
12.6	PROTEÇÃO VEGETAL			12.6
13.	PROJETO DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL			13.1 a 13.3
14.	PROJETO DE PAISAGISMO			
14.1	ESQUEMA LINEAR			14.1
14.2	PROJETOS TIPOS			14.2.1 a 14.2.4
15.	PROJETO DE ILUMINAÇÃO			
15.1	DETALHE ILUMINAÇÃO			15.1
15.2	TRAVESSIA URBANA DE SÃO JOSÉ DO MIPIBU			15.2.1 a 15.2.3
16.	QUADRO DE QUANTIDADES			16.1 a 16.6

1.
APRESENTAÇÃO

A ATP - Assessoria, Tecnologia e Planejamento Ltda., apresenta ao Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT, a Minuta do Relatório Final do Projeto referente ao Contrato a seguir caracterizado:

- **Edital:** nº 082/2001 - Concorrência
- **Objeto:** Elaboração do Projeto Executivo de Adequação de Capacidade e Supervisão das Obras da:
- **Rodovia:** BR-101/RN
- **Trecho:** Touros – Divisa RN/PB
- **Subtrecho:** Entr. RN-061(Ponta Negra)/Entr. RN-061 (p/Arês)
- **Lote:** 01
- **Segmento:** Km 96,4 – Km 142,6
- **Extensão:** 46,20 km
- **Código PNV:** 101BRN0130 ao 101BRN0170
- **Data da OS:** 09/11/01
- **Número do Contrato:** PG 139/2001/00

Este PROJETO contém as soluções propostas, quadros indicativos das características técnicas e operacionais, quantitativos dos serviços. E compreenderá os volumes seguintes:

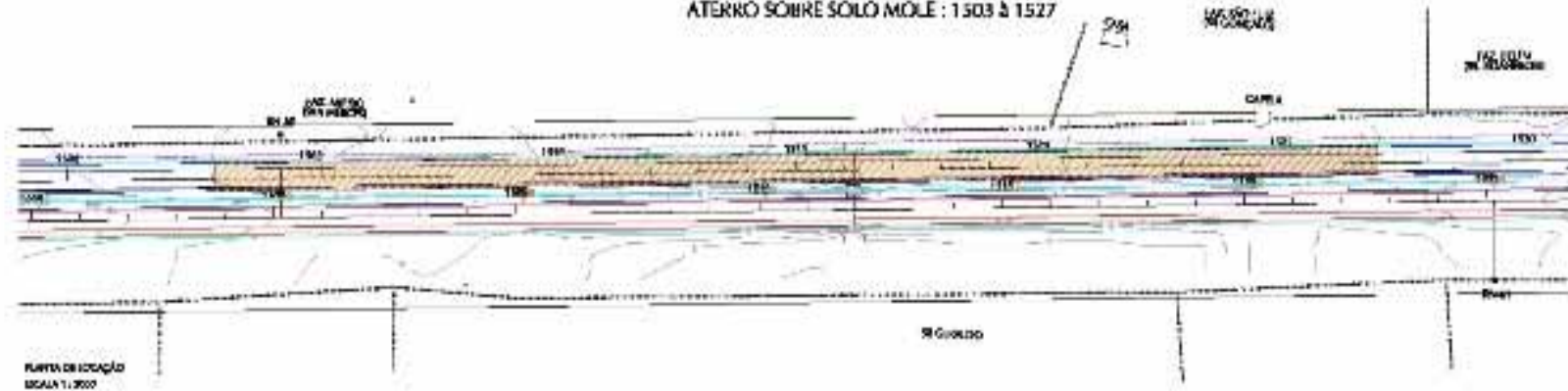
VOLUMES	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
VOLUME 1	RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA LICITAÇÃO	A4
VOLUME 2	PROJETO DE EXECUÇÃO	A3
VOLUME 3	MEMÓRIA JUSTIFICATIVA	A4
VOLUME 3A	RELATÓRIO AMBIENTAL	A4
VOLUME 3B	ESTUDOS GEOTÉCNICOS (2 TOMOS)	A4
VOLUME 3C	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS (12 TOMOS)	A4
VOLUME 3D	NOTAS DE SERVIÇO E CÁLCULO DE VOLUMES	A4
VOLUME 3E	PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	A4
VOLUME 4	ORÇAMENTO (2 TOMOS)	A4

2. **MAPA DE SITUAÇÃO**

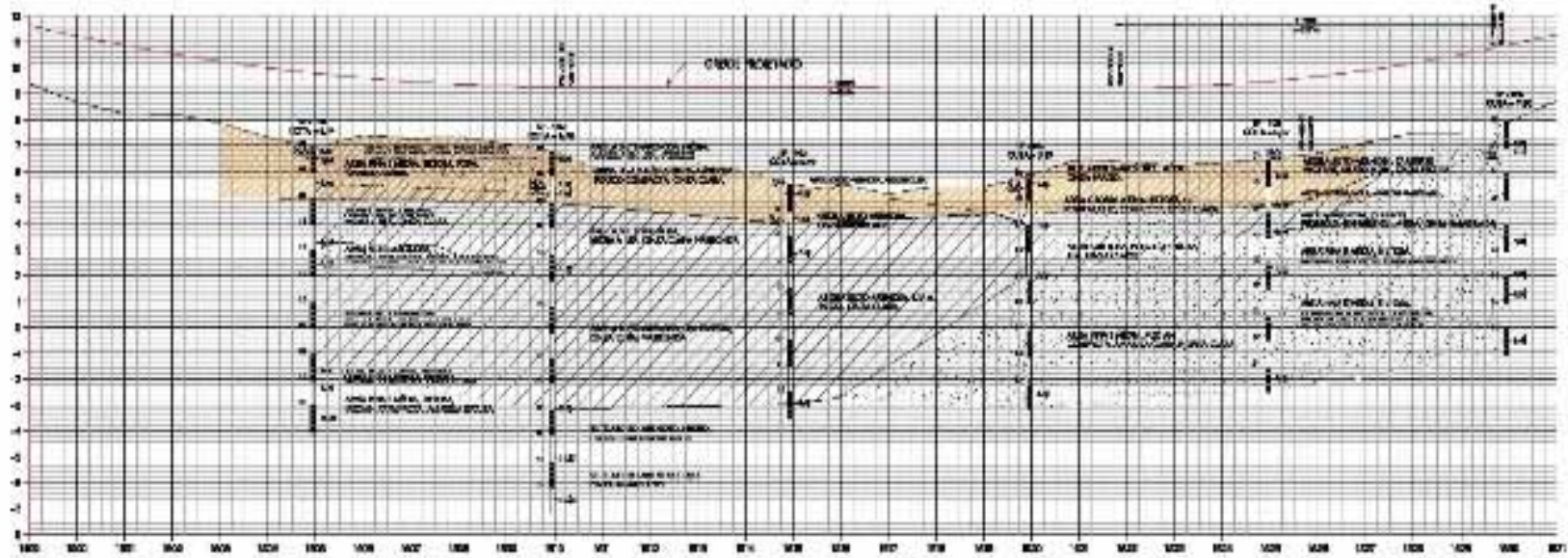


MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM	DNER
RODOVIA	: BR-101 RN	Reg. Nº
TRECHO	: TOUROS - DIVISA RN/PB	Loc.
SUBTRECHO	: ENTR. RN-063 (Ponta Negra) / ENTR. RN-061 (p/Arês)	
LOTE	: 01	FOLHA
MAPA DE SITUAÇÃO		2.0

ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 1503 à 1527



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1:2000

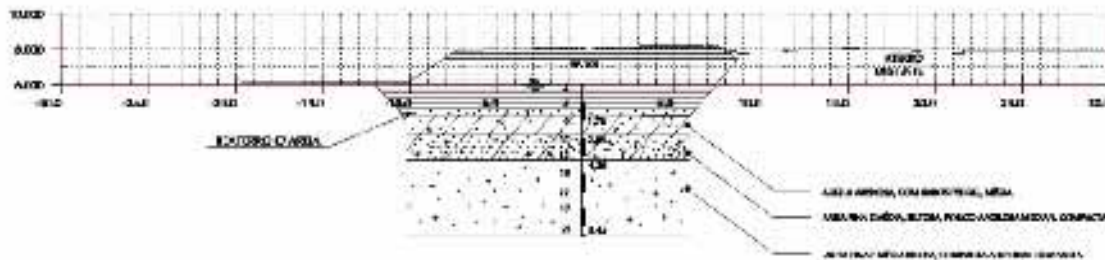
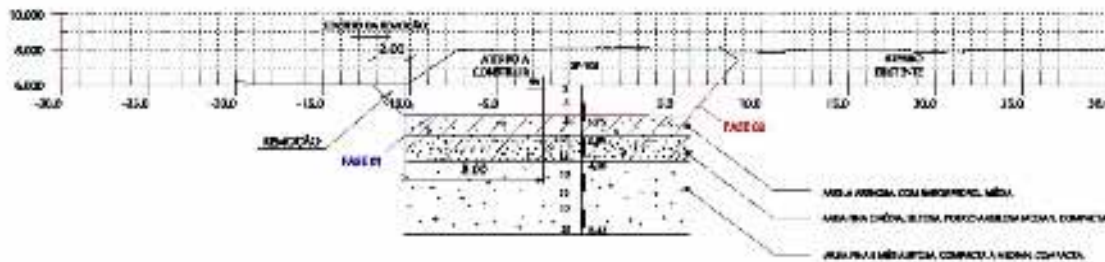
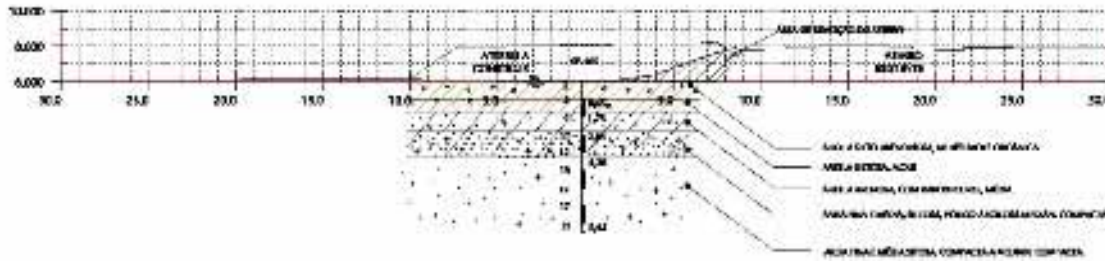


PERFIL LONGITUDINAL GEOLÓGICO-CORTADO

INSTITUTO NACIONAL DE RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS			
PROJETO	RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE	OPERAÇÃO	RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE
SUBJECTO	RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE	OPERAÇÃO	RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE
OPERAÇÃO	RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE	OPERAÇÃO	RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE
PROJETO DE RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE		OPERAÇÃO DE RECONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO DO MONUMENTO HISTÓRICO DA RUA DE LA VILLE	
ATERRO ESTACA 1503 à 1527		FOUR 441	

ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 1503 + 10,00 A 1529 + 0,00
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 1525 + 0,00

F: 1:525+0,00



MÉTODO CONSTITUTIVO DE REMOÇÃO TOTAL

- 1- Marcação do off-site;
- 2- Realização e remoção da camada mole até a profundidade de 1,72m;
- 3- Realizar com areia nº 0/50 m acima do terreno natural;
- 4- Iniciar o ateno compactado em camadas de acordo com as especificações. Usar rolo compactador vibratório lizo;

NOTAS CONSTRUTIVAS

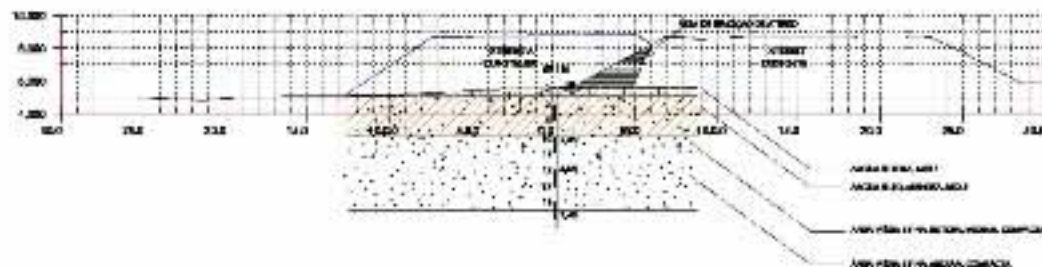
- 1- A remoção deverá ser executada do off-site externo para dentro do ateno na largura de cerca de 8,0 m, correspondente à FASE 01 e avançar até cerca de 20,0 m. O material com areia deverá ser limado;
- 2- Concluído os 20 m da FASE 01, iniciar a FASE 02;
- 3- Na FASE 02 a escavação será no sentido transversal, não avançando mais que 5,0 m no sentido longitudinal e retirar imediatamente;
- 4- Prosseguir até o final do ateno.

1525+0,00
 1525+0,00
 1525+0,00

PROJETO	1525+0,00	1525+0,00
ESTACA	1503 + 10,00	1529 + 0,00
TIPO	ATERRO SOBRE SOLO MOLE	
PROJETO	PROJETO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA	
DATA	15/11/2011	
PROJETO	PROJETO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA	
PROJETO	PROJETO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA	

ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 1562 A 1590
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 1575 + 0,00

E - 1575+0,00

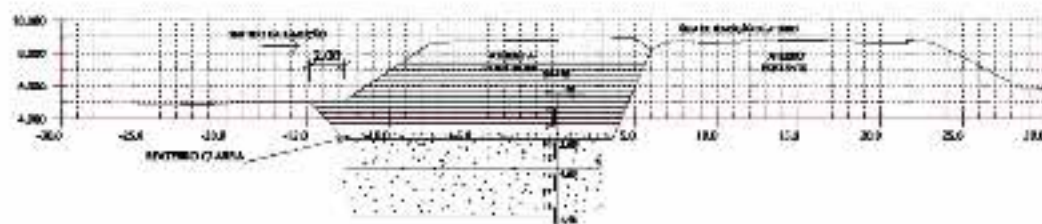
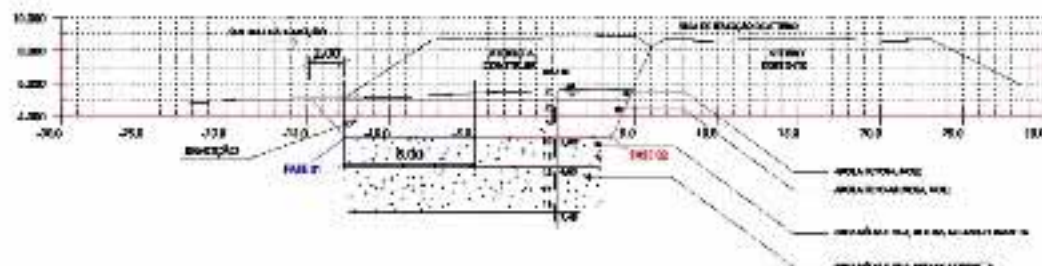


MÉTODO CONSTRUCTIVO DE REMOÇÃO TOTAL

- 1- Marcação das off-sets;
- 2- Escavação e remoção da camada mole até a profundidade de 2,85m;
- 3- Relevar com areia até 0,50 m acima do terreno natural;
- 4- Iniciar o aterro compactado em camadas de areia com as especificações. Usar rolo compactador vibratório liso;

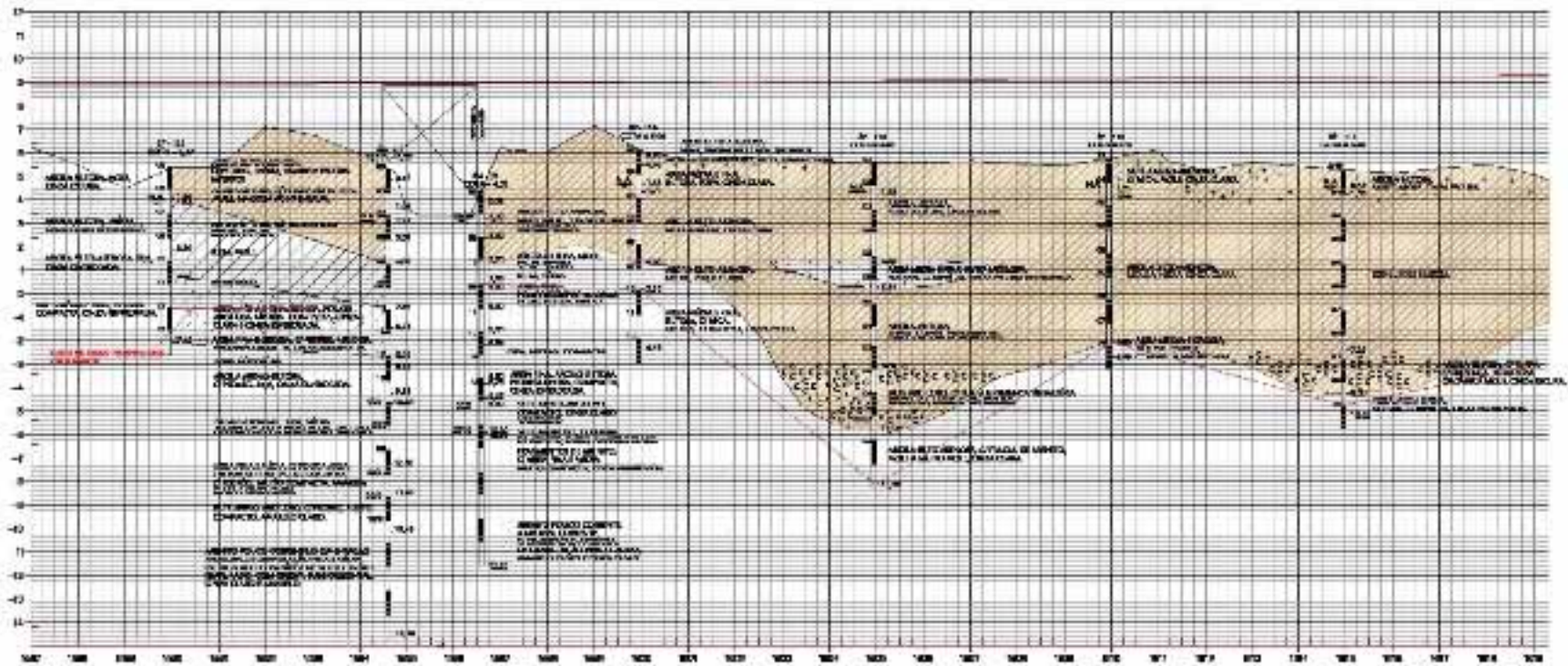
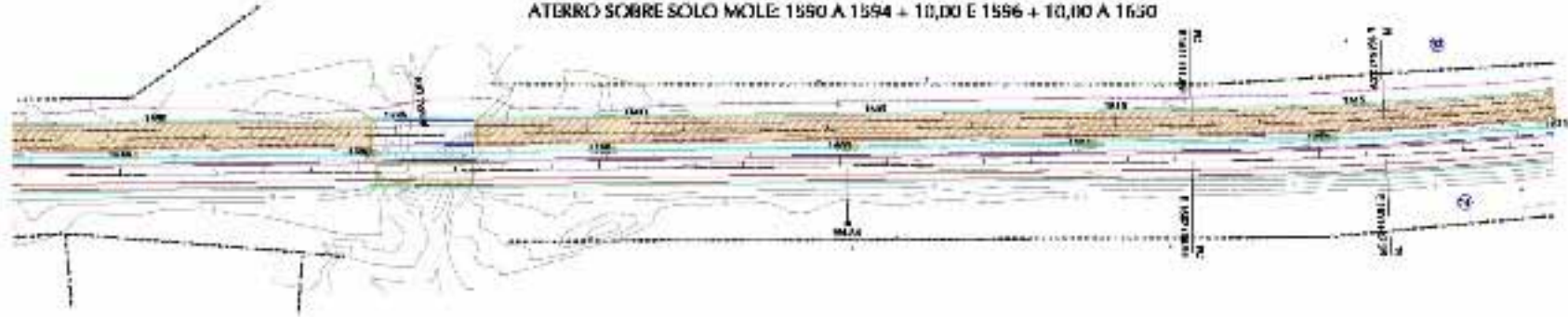
NETAS CONSTITUTIVAS

- 1- A remoção deverá ser executada do off-set próximo para dentro do aterro na largura de cerca de 8,0 m, correspondente a FASE 01 e avançar até cerca de 20,0 m. O reaterro com areia deverá ser imediato;
- 2- Concluído os 20 m da FASE 01, iniciar a FASE 02;
- 3- Na FASE 02 a escavação será no sentido transversal, não avançando mais que 3,0 m no sentido longitudinal e sempre imediatamente;
- 4- Prosseguir até o final do aterro.



PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE	24/7
ESTADO DO RIO DE JANEIRO	04
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS	04
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS	04
UNIDADE DE PROJETOS	04
PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE	04

ATERRO SOBRE SOLO MOLE: 1590 A 1594 + 10,00 E 1596 + 10,00 A 1630



MT	EMPRESA NACIONAL DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES	DAT
SCHEMA	035 - 03 AN	30
TITULO	TERRENO - OBRAS DE ARTE	30
ESCALA	1:500 (1:1000 para o plano - Item 04.01) e 1:100 (1:100 para o perfil)	30
DATA	01	30
PROFETA DA SUPERFICIA		30
SEM LUGAR DE FUNDACAO		30

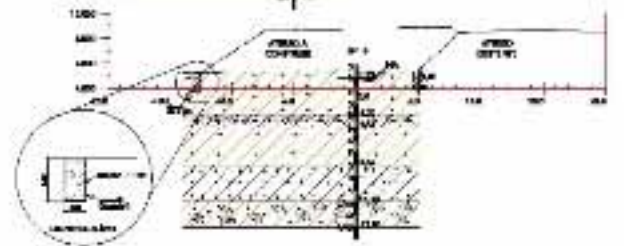
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTACA 1605 + 0,00

PERFIL GEOLÓGICO

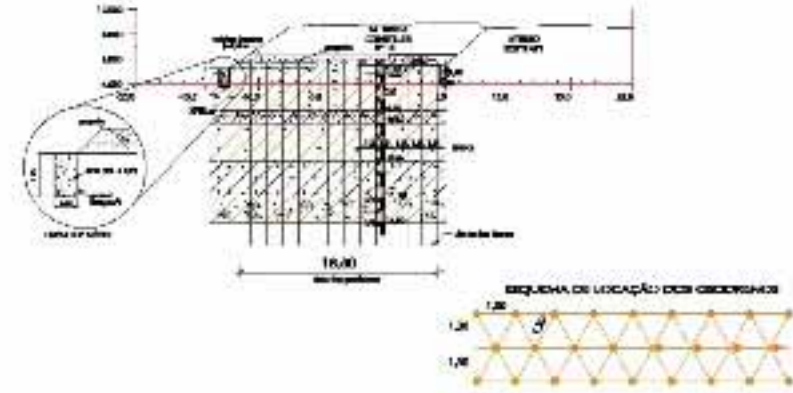
A



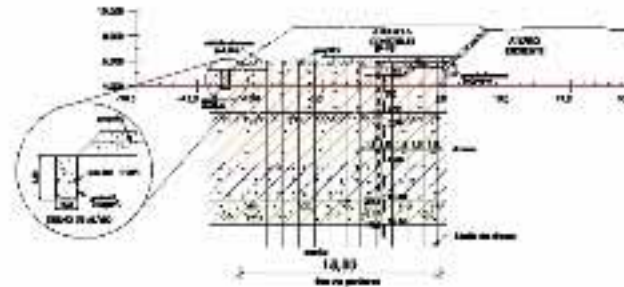
B



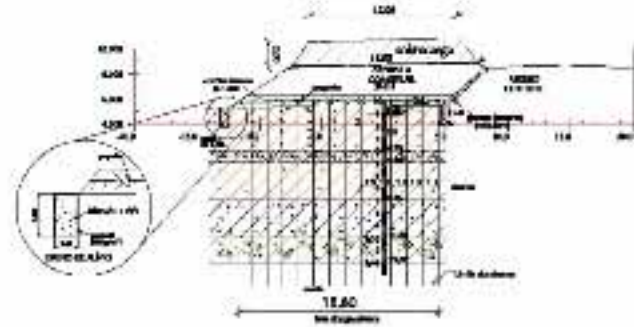
C



D



E

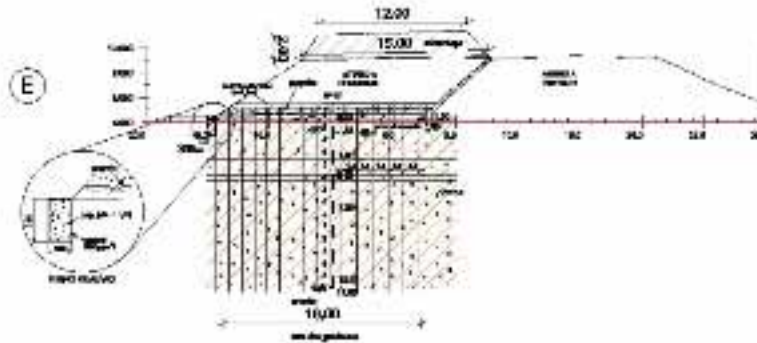
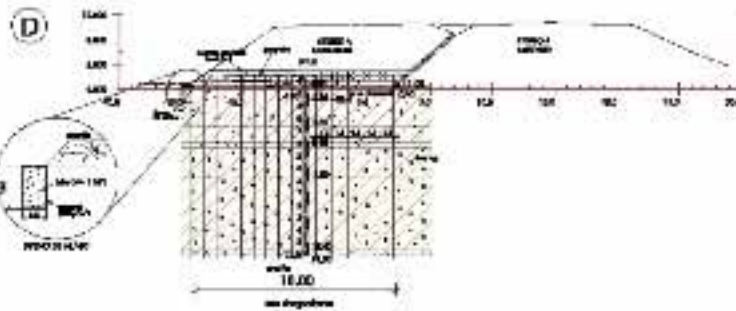
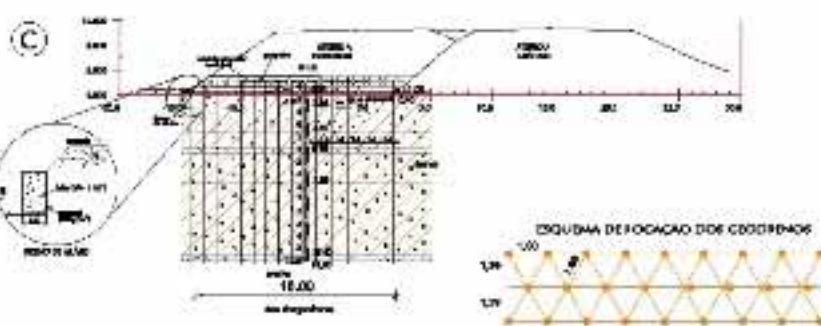
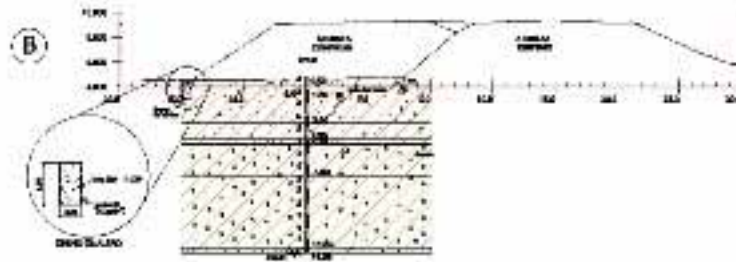


MÉTODO CONSTRUTIVO ESTACAS 1590 A 1594 + 0,00 E 1595 + 0,00 A 1620

- 1- Marcação das estacas;
 - 2- Realização parcial da talude externo para junção com o novo aterro até a cota do terreno natural;
 - 3- Realização de uma via de paralela drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 1,25 m, no pé do talude natural e preenchimento com areia. Cavação de um dreno de 4" de diâmetro no pé do talude externo no estacado de 140 m e o preenchimento de acordo com o detalhe no lado;
 - 4- Realização de uma camada drenante do aterro com 0,30 m de espessura;
 - 5- Cavação das gradeiras em malha triangular de acordo com o anexo;
 - 6- Colocar uma gradeira horizontal e inferior na loggia da camada drenante com as seguintes características:
 - Trás longitudinal >= 200 KN/m;
 - Trás transversal >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Trás <= 12 %;
 - Carga de ruptura por ruptura Trás 12 anos >= 120 KN/m;
 - 7- Realização do sistema do canal de drenante de areia com 0,40 m de espessura coberto toda a largura e altura da gradeira;
 - 8- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de inclinação (tipo placa) = 30 unid.
 - Piezômetro piezométrico = 20 unid.
 - Inclínômetro = 12 unid.
 - 9- Cavação do aterro em camadas de no máximo 0,30 m de espessura total, compactadas com esteira de pneus. Os materiais de aterramento serão especificados inicialmente para evitar adensamento e concentração de carga. Esse aterro será executado até a altura de 2,00 m e será executado (altura de instrumentos) a cada 0,40 m de altura. A largura que o aterro vai atingir a ponte é de 1,40 m, no pé do talude, será preenchido com areia. Sua largura será de 0,40 m.
 - 10- Cavação do sistema do aterro, 1,40 m, até sua cota final. A cavação desse sistema do aterro será executado de uma rampa de declive de 1:1,5 para 1,40 m de altura e 1,40 m de largura de 30 metros.
 - 11- Cavação de um aterro de sobrecarga horizontal com 2,00 m de altura. Das sobrecargas será liberada para construção após uma compactação de 2 camadas de compactação "3-4" (3-4" de altura) na quantidade de 30 metros.
 - 12- Retirada de sobrecarga após o início das obras das ligações dos instrumentos de controle;
 - 13- Início das obras de execução das pontas e suas fundações nas seguras e até sendo executadas após a retirada de sobrecarga horizontal;
 - 14- O prazo de retirada da sobrecarga é de aproximadamente 90 dias.
- NOTA CONSTRUTIVA: O preenchimento das camadas drenantes do pé do talude externo para o aterro externo e para o talude interno.

ESTACAS 1590 A 1594 + 0,00 E 1595 + 0,00 A 1620

SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA ESTACA 1635 + 0,00



MÉTODO CONSTRUTIVO ESTACA 1635 A 1636 A 1637 B E 1638 A 1639 A 1640

- 1- Abertura dos off sets;
- 2- Remoção parcial do talude existente para formação com o novo aterro até o cote de terreno natural;
- 3- Instalação de uma rede de gradeamento nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 0,100 m, no pé do talude existente e paralela ao eixo com uma descação de um metro de altura no pé do talude existente e a distância de 1,00 m e posicionamento do eixo com o detalhe ao lado;
- 4- Depósito de uma camada drenante de areia com 0,20 m de espessura;
- 5- Criação dos gradinetos em malha triangular de acordo com o esquema;
- 6- Colocar uma geogrelha forrada ou similar na superfície da camada drenante com as seguintes características:
 - Tensão longitudinal ≥ 100 KN/m;
 - Tensão transversal ≥ 40 KN/m;
 - Deformação relativa na Tensão $\leq 12\%$;
 - Carga de ruptura por ruptura Triaxial ≥ 130 KN/m;
- 7- Depósito de uma camada drenante de areia com 0,20 m de espessura cobrindo toda a largura e sentido da geogrelha;
- 8- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Anelador de controle (3 por placa) = 30 unid.
 - Faltímetros piezométricos = 20 unid.
 - Inclinômetro = 12 unid.
- 9- Descarga do aterro até ao alinhamento superior para a interna, em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura útil, compactadas com rolo de pneu. Os materiais de implantação serão separados imediatamente para evitar qualquer contaminação de carga. Esse aterro será executado até a altura de 0,20m e será monitorado (instalação de instrumentos) a cada 0,10m de altura. A rede de gradeamento será instalada a partir do momento em que o nível do terreno estiver paralelo com a rede. Sua largura será de 2,00m.
- 10- O aterro de reforço será executado com 0,20m de altura útil executado após um período de repouso de cerca de 30 dias. Decorrido o prazo que será executada uma campanha de ensaios de deslocamento lateral "in situ" sobre uma total quantidade de 15 ensaios de para fixar o subcarga;
- 11- Realização da subcarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle e de uma campanha;
- 12- Realização da subcarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle e de uma campanha;
- 13- Realização da subcarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle;
- 14- As fundações dos pontos a serem construídas serão executadas após a realização da subcarga (temporária);
- 15- O prazo de realização da subcarga é de aproximadamente 90 dias;

NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento da camada de areia com o cote de terreno para o lado do aterro e para o talude interno.

EMPRESA	187-181-04	DATA	25/05/2011
PROJETO	PROJETO DE OBRAS DE RECONSTRUÇÃO DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA	PROJETO	PROJETO DE OBRAS DE RECONSTRUÇÃO DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA
PROJETA	PROJETA	PROJETA	PROJETA
PROJETA	PROJETA	PROJETA	PROJETA

ANEXO C

PARTE DO PROJETO DE EXECUÇÃO, VOL.2 - ELABORADO PELA
DYNATEST ENGENHARIA LTDA

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA**

**RODOVIA: BR-101/PB
TRECHO: Divisa RN/PB – Divisa PB/PE
SUBTRECHO: ENTR. PB-025 (P/ LUCENA) - DIVISA PB/PE
LOTE: 05
SEGMENTO: Km 74,1 – Km 129,0
EXTENSÃO: 54,9
CÓDIGO PNV: 101 BPB 0280 ao 101 BPB 0345**

PROJETO EXECUTIVO PARA ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE E RESTAURAÇÃO DA BR-101/PB – CORREDOR NORDESTE

**RELATÓRIO FINAL
VOLUME 2
PROJETO DE EXECUÇÃO**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA

RODOVIA: BR-101/PB
TRECHO: Divisa RN/PB – Divisa PB/PE
SUBTRECHO: ENTR. PB-025 (P/ LUCENA) - DIVISA PB/PE
LOTE: 05
SEGMENTO: Km 74,1 – Km 129,0
EXTENSÃO: 54,9
CÓDIGO PNV: 101 BPB 0280 ao 101 BPB 0345

PROJETO EXECUTIVO PARA ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE E RESTAURAÇÃO DA BR-101/PB – CORREDOR NORDESTE

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2
PROJETO DE EXECUÇÃO

COORDENAÇÃO : Diretoria de Planejamento e Pesquisa
FISCALIZAÇÃO : 13ª Unidade de Infra-Estrutura Terrestre
ELABORAÇÃO : Dynatest Engenharia Ltda
CONTRATO : PG 151/2001/01

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	1.0	8.2.2 SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO – RESTAURAÇÃO	8.2.2
2. MAPA DE SITUAÇÃO	2.0	8.2.3 RESUMO DAS SOLUÇÕES DA RESTAURAÇÃO	8.2.3
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	3.0	8.2.4 QUANTIDADE DA PISTA A DUPLICAR	8.2.4.1 a 8.2.4.27
4. PROJETO REDUZIDO EM PLANTA E PERFIL	4.1 a 4.8	9 PROJETO DE O.A.E	
5. PROJETO GEOMÉTRICO		9.1 RELAÇÃO DE O.A.E.	9.1
5.1. SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA	5.1.1 a 5.1.2	10 PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS	
5.2. CONVENÇÕES	5.2	10.2 RETORNO 01 (233+0,00)	10.1.1
5.3. PLANTA E PERFIL	5.3.1 a 5.3.78	10.3 RETORNO 02 (1090+0,00 – 1150+0,00)	10.2.1 a 10.2.2
5.4. ALINHAMENTO HORIZONTAL	5.4.1 a 5.4.5	10.4 RETORNO 03 (1270+0,00 - 1330+0,00)	10.3.1 a 10.3.2
6. PROJETO DA TERRAPLENAGEM		10.5 RETORNO 04 (1540+0,00 - 1600+0,00)	10.4
6.1. SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO	6.1.1 a 6.1.2	10.6 RETORNO 05 (1800+0,00 - 1890+0,00)	10.5.1 a 10.5.3
6.2. EMPRÉSTIMOS	6.2.1 a 6.2.4	10.7 RETORNO 06 (1970+0,00 - 2030+0,00)	10.6.1 a 10.6.2
6.3. MOVIMENTO DE TERRAS – CÁLCULO	6.3.1 a 6.3.11	10.8 RETORNO 07 (2140+0,00 - 2210+0,00)	10.7.1 a 10.7.2
6.4. RESUMO DO MOVIMENTO DE TERRAS	6.4	10.9 RETORNO 08 (2400+0,00 - 2460+0,00)	10.8.1 a 10.8.2
6.5. ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS	6.5.1 a 6.5.10	10.10 RETORNO 09 (2640+0,00 - 2700+0,00)	10.9.1 a 10.9.3
6.6. SOLUÇÕES ESPECIAIS	6.6.1 a 6.6.38	10.11 ACESSO AO AEROPORTO (452+17,50 – 460+2,50)	10.10.1 a 10.10.2
7. PROJETO DA DRENAGEM		10.12 ACESSO A RODOVIÁRIA (612+17,50)	10.11.1 a 10.11.4
7.1. ESQUEMA GERAL	7.1.1 a 7.1.3	10.13 ACESSO TIPO	10.12
7.2. MEIO-FIO E BANQUETA DE CONCRETO	7.2.1 a 7.2.2	11 PROJETO DE SINALIZAÇÃO	
7.3. ENTRADA , DESCIDA E SAÍDA D'AGUA	7.3.1 a 7.3.3	11.1. ESQUEMA GERAL / INTERSEÇÕES	11.1.1 a 11.1.40
7.4. SARJETA REVESTIDA	7.4.1 a 7.4.2	11.2. PLACAS DA SINALIZAÇÃO	11.2.1 a 11.2.12
7.5. VALETA DE PROTEÇÃO	7.5.1 a 7.5.2	11.3. MARCO DE QUILOMETRAGEM	11.3
7.6. DRENO SUBTERRÂNEO	7.6.1 a 7.6.2	11.4. LOCALIZAÇÃO DOS SUPORTES	11.4
7.7. BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO	7.7	11.5. FIXAÇÃO DAS PLACAS	11.5
7.8. BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO	7.8	11.6. PINTURA NO PAVIMENTO	11.6
7.9. BUEIRO TRIPLO TUBULAR DE CONCRETO	7.9.1 a 7.9.2	11.7. DETALHAMENTO EM TANGENTE	11.7
7.10. PLANTA DE FORMA – CORPO DE BUEIRO	7.10	11.8. DETALHAMENTO EM CURVA	11.8
7.11. PLANTA DE FORMA – CABECEIRA	7.11	11.9. DETALHAMENTO EM OBRAS DE ARTE	11.9
7.12. FERRAGEM CORPO BUEIRO 1,5 X 1,5	7.12	11.10. DETALHAMENTO DOS RETORNOS E ACESSOS	11.10.1 a 11.10.7
7.13. FERRAGEM CORPO BUEIRO 2,0 X 2,0	7.13	11.11. DESVIO DE TRÁFEGO	11.11.1 a 11.11.5
7.14. FERRAGEM CORPO BUEIRO 2,5 X 2,5	7.14	11.12. LISTAGEM DA SINALIZAÇÃO VERTICAL	11.12.1 a 11.12.6
7.15. FERRAGEM CORPO BUEIRO 3,0 X 3,0	7.15	11.13. RESUMO DA SINALIZAÇÃO	11.13
7.16. FERRAGEM CABECEIRAS 1,50 X 2,0	7.16	12 PROJETO DE ILUMINAÇÃO	
7.17. FERRAGEM CABECEIRAS 2,50 X 3,0	7.17	12.1. DETALHE ILUMINAÇÃO	12.1
7.18. CAIXA COLETORA	7.18	12.2. TRAVESSIA URBANA DE BAYEUX/ JOÃO PESSOA	12.2.1 a 12.2.15
7.19. DRENO SUB-SUPERFICIAL	7.19	12.3. TRAVESSIA URBANA DE MATA REDONDA	12.3.1 a 12.3.3
7.20. CAIXA COLETORA DE SARJETA – CCS	7.20	13 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	
7.21. TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTO DE SARJETA	7.21	13.1. CERCAS	13.1.1 a 13.1.2
7.22. SEÇÃO DE ALONGAMENTO DE BUEIRO	7.22	13.2. DEFENSAS	13.2.1 a 13.2.2
7.23. PLANTA DE FORMA MÚTIPLA – CORPO DE BUEIRO	7.23	13.3. BARREIRA RÍGIDA - PRÉ-MOLDADA	13.3.1 a 13.3.4
7.24. NOTAS DE SERVIÇO DA DRENAGEM	7.24.1 a 7.24.18	13.4. PARADA DE ÔNIBUS	13.4.1 a 13.4.2
8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO		13.5. PASSEIO DE CONCRETO	13.5
8.1. ESQUEMA GERAL – PAVIMENTO NOVO / RESTAURAÇÃO	8.1.1 a 8.1.6	13.6. PROTEÇÃO VEGETAL	13.6
• PAVIMENTO NOVO		14 PROJETO DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL	14.1 a 14.3
8.1.1. SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO	8.1.1.1 a 8.1.1.4	15 QUADRO DE QUANTIDADES	15.1 a 15.4
8.1.2. SAIBREIRAS	8.1.2.1 a 8.1.2.8		
8.1.3. PEDREIRAS	8.1.3.1 a 8.1.3.2		
8.1.4. AREAIS	8.1.4.1 a 8.1.4.2		
8.1.5. RESUMO DAS DMT E LINEAR DE OCORRÊNCIAS	8.1.5.1		
• RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO			
8.2.1. SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO – PAVIMENTO EXISTENTE	8.2.1		

1.
APRESENTAÇÃO

A Dynatest Engenharia Ltda, apresenta ao Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT, o Relatório Final do Projeto referente ao Contrato a seguir caracterizado:

Edital: n° 082/2001 – Concorrência
Objeto: Elaboração do Projeto Executivo de Adequação de Capacidade e Supervisão das Obras
Rodovia: BR-101/PB
Trecho: Divisa RN/PB – Divisa PB/PE
Subtrecho: Entr. PB-025 (p/ Lucena) - Divisa PB/PE
Lote: 05
Segmento: Km 74,1 – Km 129,0
Extensão: 54,9
Código PNV: 101 BPB 0280 ao 101 BPB 0345
Data da Ordem de Serviço: 19/11/01
Número do Contrato: PG-151/2001/01

Os estudos e projetos elaborados estão sendo apresentados em 09 (nove) volumes conforme discriminação abaixo:

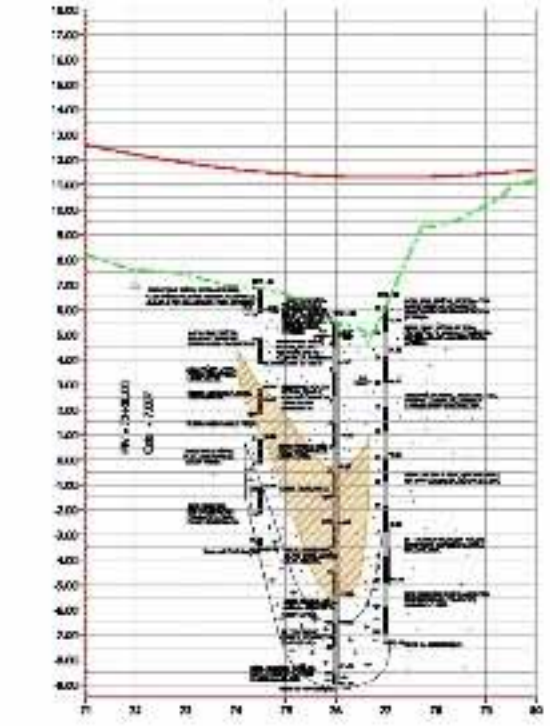
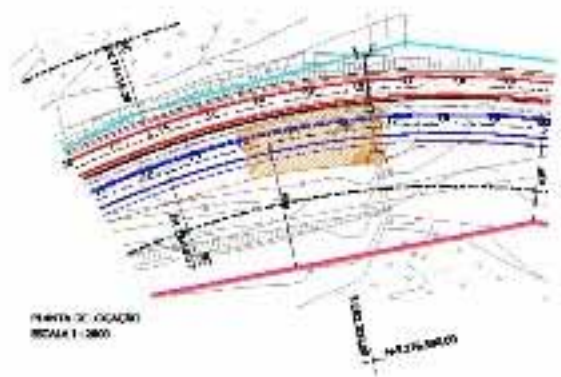
VOLUMES	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
VOLUME 1	RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA LICITAÇÃO	A4
VOLUME 2	PROJETO DE EXECUÇÃO	A3
VOLUME 3	MEMÓRIA JUSTIFICATIVA	A4
VOLUME 3A	RELATÓRIO AMBIENTAL	A4
VOLUME 3B	ESTUDOS GEOTÉCNICOS – (2 TOMOS)	A4
VOLUME 3C	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS – (30 TOMOS)	A4
VOLUME 3D	NOTAS DE SERVIÇO E CÁLCULO DE VOLUMES	A4
VOLUME 3E	PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	A4
VOLUME 4	ORÇAMENTO - (2 TOMOS)	A4

2. **MAPA DE SITUAÇÃO**



MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	DNIT
RODOVIA	: BR-101 / PB	Reg. Nº
TRECHO	: DIVISA RN/PB - DIVISA PB/PE	Loc.
SUBTRECHO	: ENTR. PB-025 (p/Lucena) - DIVISA PB/PE	
LOTE	: 05	
MAPA DE SITUAÇÃO		FOLHA 2.0

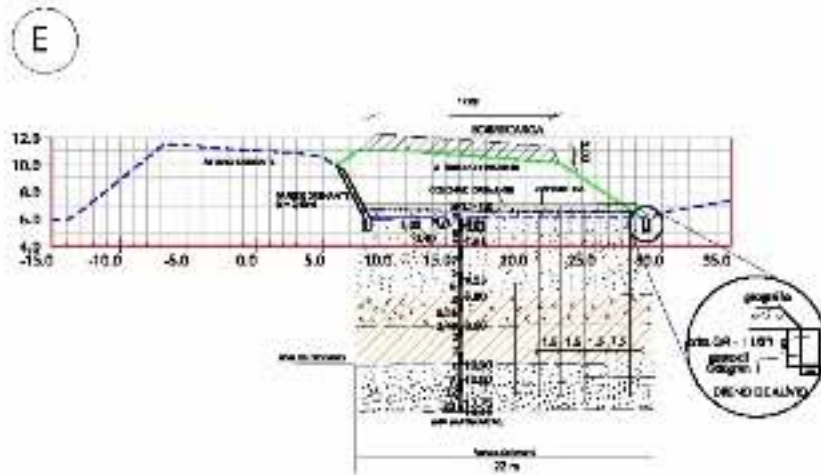
1ª ATERRAMENTO SOBRE SOLO MOLE : 74 à 76+15 (Curva de Polariz)



PROFIL LONGITUDINAL DO ATERRO (CONTINUAÇÃO)

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO DE TRANSPORTES		DATA
CLIENTE	CONSTRUTORA	2018
PROJETO	PROJETO DE OBRAS	2018
PROJETO	PROJETO DE OBRAS	2018
PROJETO DE TRANSPORTES		2018
CONTROLE DE QUALIDADE		2018

1ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 74 A 76 + 15,00
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 76 + 0,00



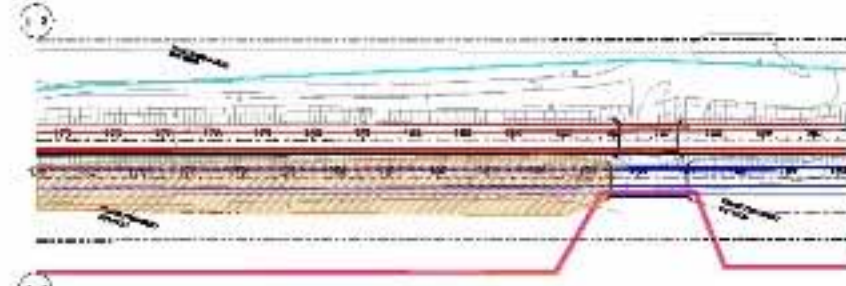
LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
74 + 10,00	1	FIXO	-	1	FIXO	2,000	1	LD a 10m	-3,000
76 + 0,00	2	EIXO	-	2	EIXO	-3,000	2	LD a 10m	-6,000

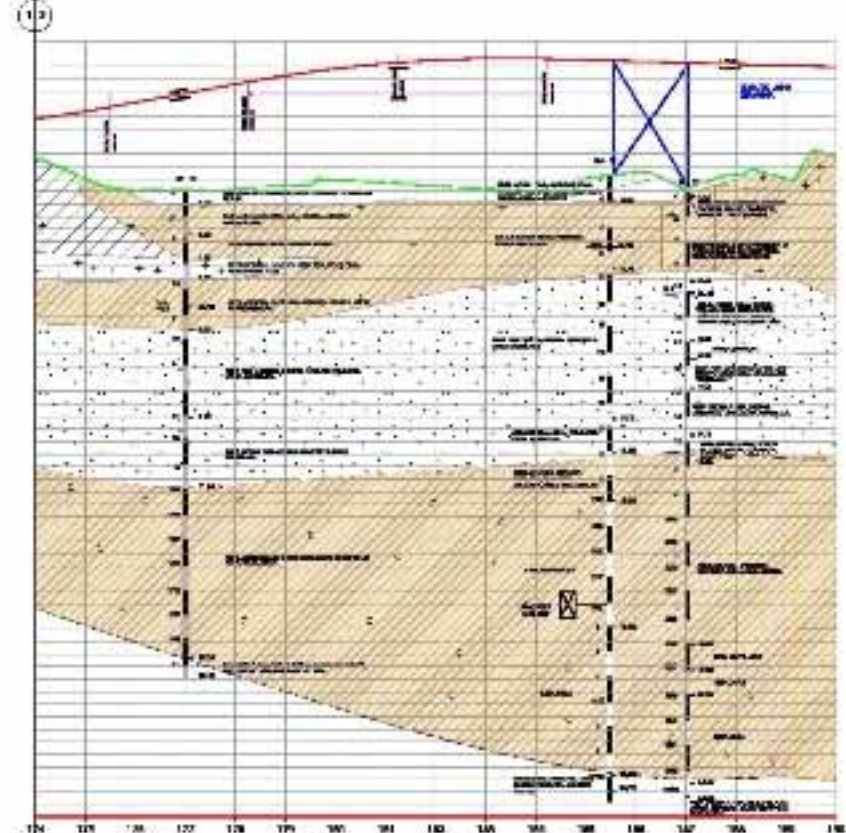
MÉTODO CONSTRUTIVO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE COM DRENAGEM E SOBRECARGA TEMPORÁRIA

- 1- Marcação dos off sets;
 - 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
 - 3- Escavação de uma vala de parede dianteira nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 55 m, no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 400 m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
 - 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
 - 5- Criação dos geodrenos em malha triangular de acordo com o esquema apresentado;
 - 6- Colocar uma gradeilha Formac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tmáx (longitudinal) > 200 KN/m;
 - Tmáx (transversal) > 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tmáx < 12%;
 - Carga de ruptura por flutuação Tmf (à areia) > 1,36 KN/m;
 - 7- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da gradeilha;
 - 8- Instalação dos instrumentos de controle;
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 2 unid.
 - Piezômetro pneumático = 2 unid.
 - Inclínômetros = 2 unid.
 - 9- Execução do aterro será da extremidade externa para a interna, em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura solta, compactadas com rolos de pneus. Os materiais de aterro devem ser espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado até a altura de 5,60m e será monitorado (leitura de instrumentos) a cada 0,40m de altura. A medida que o aterro vai subindo a parede dianteira, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40m.
 - 10- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 5 dias após sua execução;
 - 11- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle;
 - 12- O prazo de retirada da sobrecarga é de aproximadamente 90 dias após sua execução;
- NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas de areia começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

2ª ATERRIO SOBRE SOLUJ MOLE : 149 & 186+2



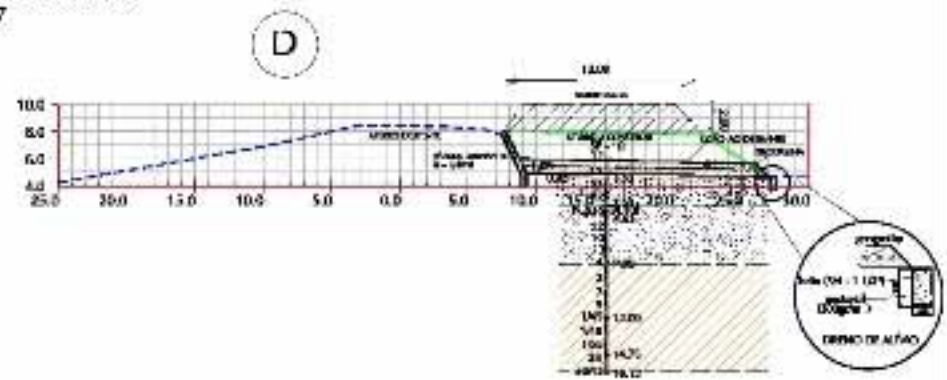
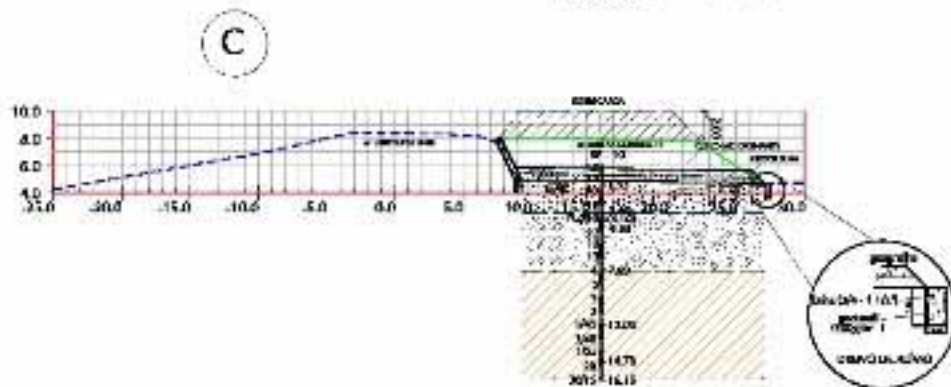
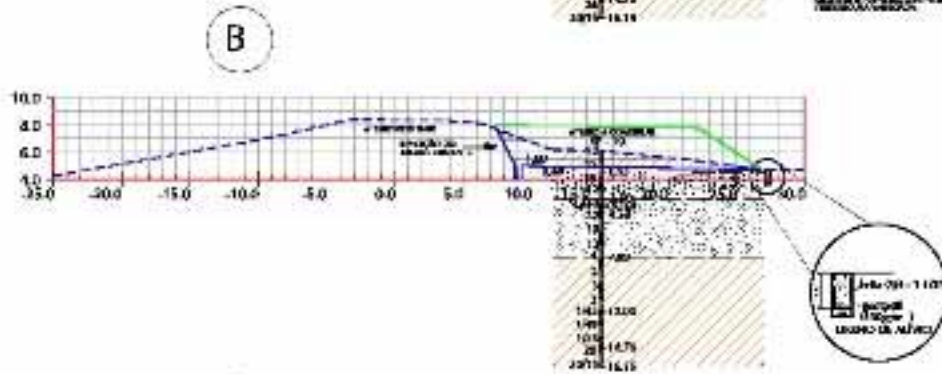
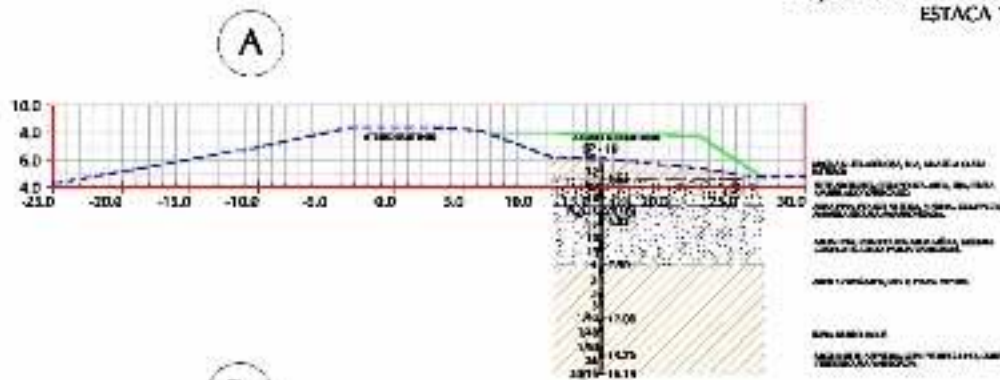
PLANO DE LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1:2000



PROFIL LONGITUDINAL DO ATERRO SOBRE SOLUJ MOLE

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO		EMPRESA	
PROJETO	100%	PROJETO	100%
EXECUÇÃO	100%	EXECUÇÃO	100%
REVISÃO	100%	REVISÃO	100%
APROVAÇÃO	100%	APROVAÇÃO	100%
NOME DO RESPONSÁVEL		NOME	
ATERRIO SOBRE SOLUJ MOLE		0,55	

2º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 149 à 186 + 2
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTACA 167



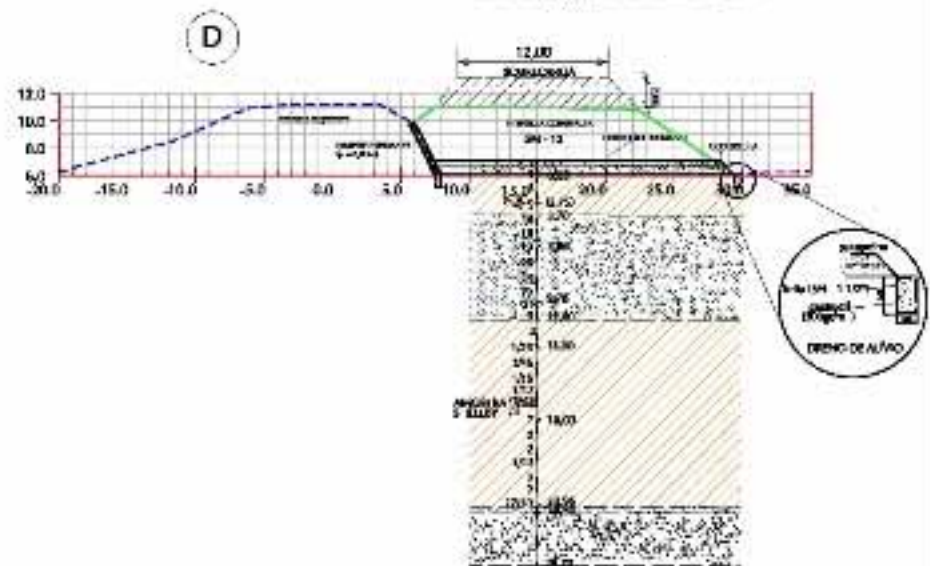
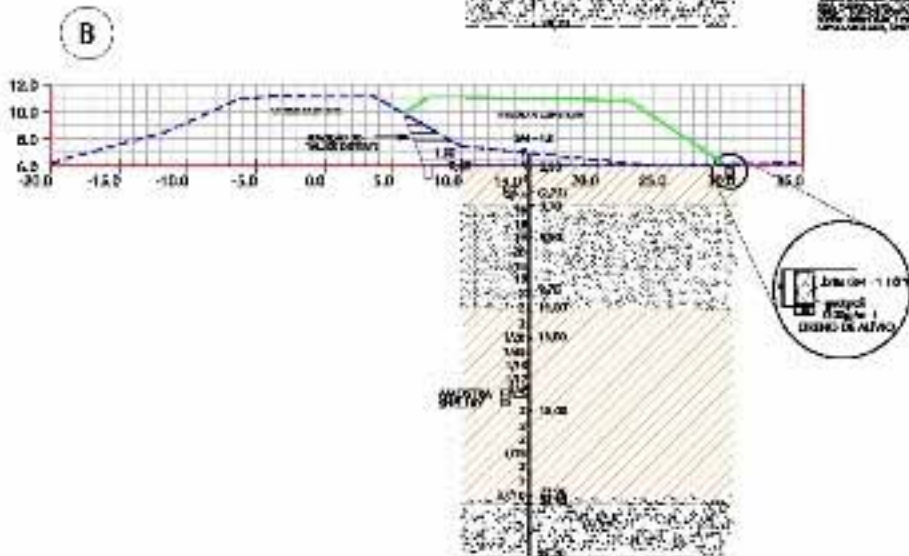
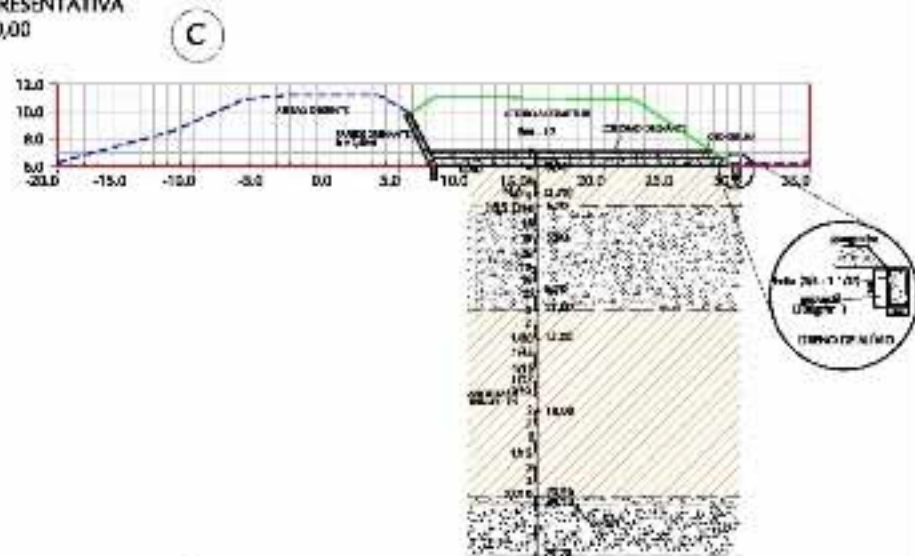
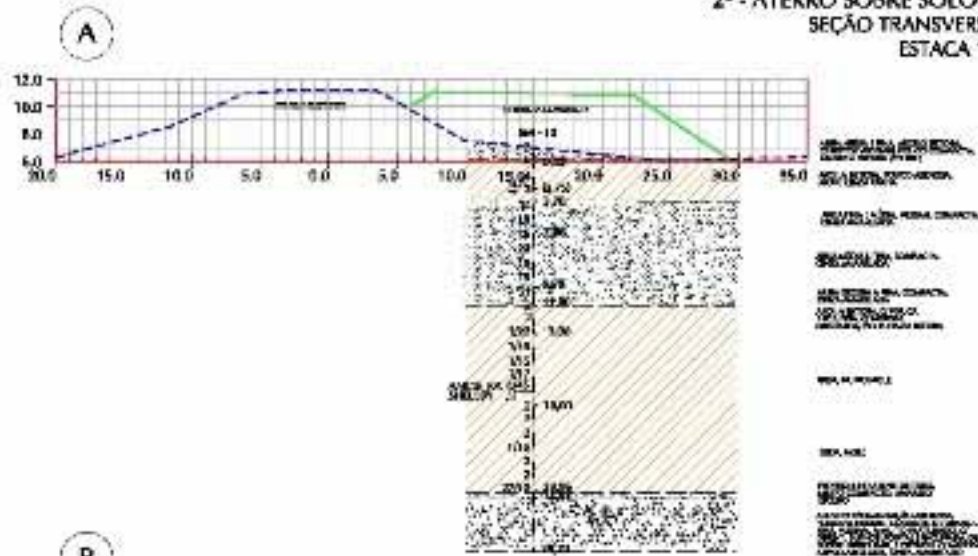
MÉTODO CONSTRUTIVO : ESTACAS 149 À 186+2,00

- 1- Marcação dos eixos;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Escavação de uma vala de parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 742,00 m , no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 742 m e preenchimento de acordo com o detalhe do lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
- 5- Colocar uma geogrelha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tmáx longitudinal >= 200 KN/m;
 - Tmáx transversal >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tmáx <= 12 %;
 - Carga de ruptura por fluência 1 ref (2 anos) >= 130 KN/m;
- 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrelha;
- 7- Instalação dos instrumentos de controle ;
 - Medidor de recalque tipo placa = 15 unidades
 - Piezômetro pneumático = 4 unidades
 - Inclínômetro = 3 unidades
- 8- Execução do aterro em camadas de no máximo 0,20 m de espessura solta. Os materiais de aterragem serão espalhados imediatamente para evitar aumento a concentração de carga. Esse aterro será executado na altura do projeto e será monitorado (leituras de instrumentos) a cada 0,40 m de altura. À medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40 m;
- 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0 m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 10 ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test). Após sua retirada serão executados 10 ensaios de Vane Test.
- 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle. Entretanto terá um mínimo de 18 meses.

NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o clixado aterro e para o talude interno.

MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES		DMT
COORDENAÇÃO	DR - 127/19	100%
PROJETO	ENYSA ENR 18 - ENYSA ENR 19	
APROVAÇÃO	ENYSA ENR 18 - ENYSA ENR 19 - ENYSA ENR 20	100%
OUTROS	ENYSA ENR 21 - ENYSA ENR 22 - ENYSA ENR 23	
PROJETO DE TERRAPLENAGEM		100%
ATERRO ESTACA 149 À 186 + 2		100%

2º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 149 à 186 + 2
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 185 + 10,00



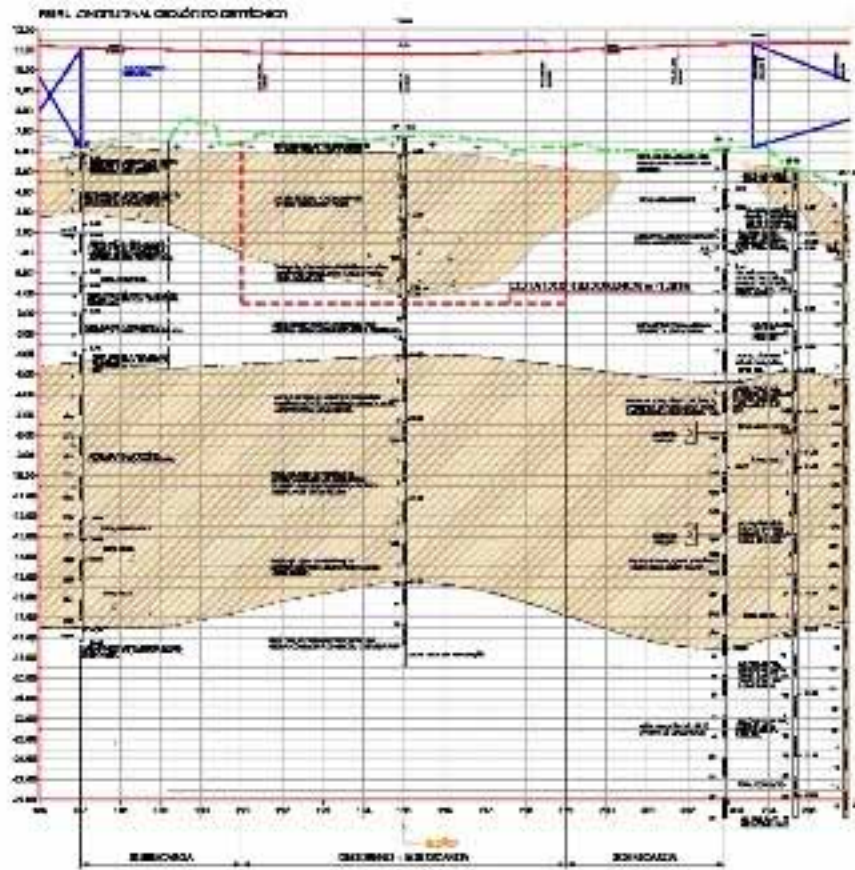
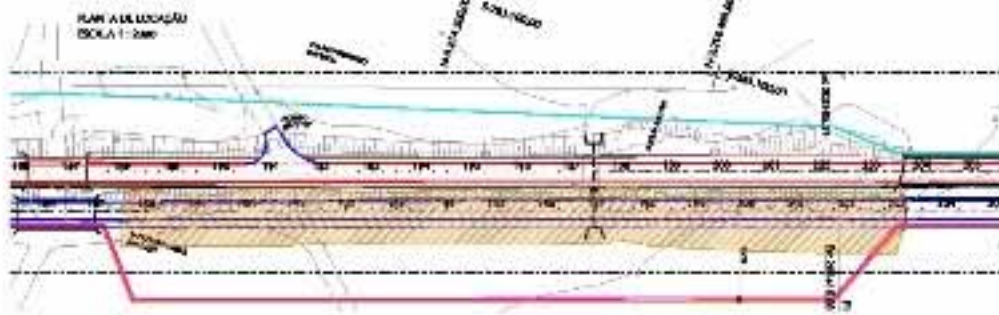
LOCALIZAÇÃO PARA INSTRUMENTAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	NP	LOCAL	COTA	NP	LOCAL	COTA	NP	LOCAL	COTA
130	1	EIXO	-	-	-	-	1	LD a 6m	-4,000
154	2	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
156	3	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
158	4	EIXO	-	1	EIXO	-6,000	2	LD a 10m	-14,000
160	5	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
162	6	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
165	7	EIXO	-	-	-	-	-	-	-

168	8	EIXO	-	2	FIXO	-6,000	-	-	-
171	9	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
174	10	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
177	11	EIXO	-	3	FIXO	-9,000	-	-	-
179	12	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
181	13	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
183	14	EIXO	-	-	-	-	-	-	-
185	15	FIXO	-	4	FIXO	-11,000	3	LD a 6m	-19,000

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES	DNT
SECRETARIA DE TRANSPORTES	ST
DEPARTAMENTO NACIONAL DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTES	DNT
DEPARTAMENTO NACIONAL DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTES	DNT
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	PROJ. T
ESTRADA ESTACA 149 A 186 + 2	05.7

3º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 187 + 12 & 203 + 12



SOLUÇÕES ADEQUADAS :

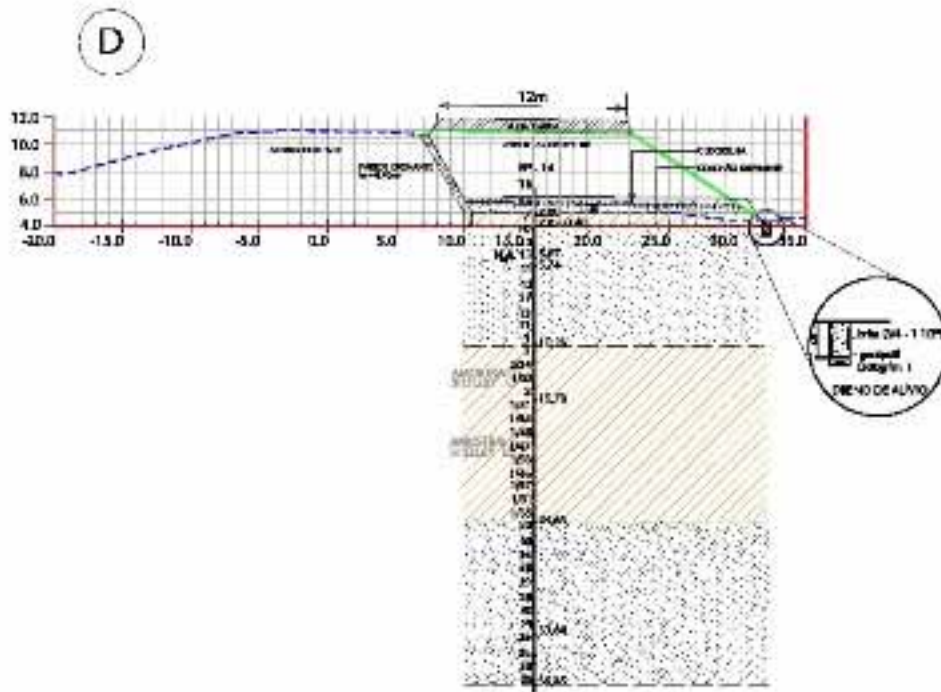
- ESTACAS 191 – 199 (DRENAGEM + SOBRECARGA)
- ESTACAS 187 + 32,00 – 191 (SOBRECARGA)
- ESTACAS 199 – 203 + 12,00 (SOBRECARGA)

Nº	EMPRESA/PROPOSTORA DO PROJETO	(DE)
1013	INFRAESTRUTURA DE OBRAS DE VIAS	DE
1013	INFRAESTRUTURA DE OBRAS DE VIAS	DE
1013	INFRAESTRUTURA DE OBRAS DE VIAS	DE

PROJETO DE RECONSTRUÇÃO
ALICERTE PARA O LOTA 1:2000 + 12

0.50

3º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 187 + 12,00 A 191 / 199 A 203 + 12,00
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 203 + 6,58



MÉTODO CONSTRUTIVO : ESTACAS 187 + 12,00 - 191 e 199 - 203+12,00

- 1- Marcação dos off-sets;
- 2- Ramação parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota do terreno natural;
- 3- Escavação de uma vala da parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 160,00 m , no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alvião no pé do talude externo na extensão de 160m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
- 5- Colocar uma geotextil Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tm_{ax} (longitudinal) >= 200 KN/m;
 - Tm_{ax} (transversal) >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tm_{ax} <= 12%;
 - Carga de ruptura por fluência Tmf (2 anos) >= 136 KN/m;
- 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geotextil;
- 7- Instalação dos instrumentos de controle :
 - Medidor de recalque tipo placa = 3 unid.
 - Piezômetro pneumático = 2 unid.
 - Inclínômetro = 2 unid.
- 8- Execução do aterro em camadas de no máximo 0,30 m de espessura sola. Os materiais de terraplenagem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado na altura do projeto e será monitorado (leituras de instrumentos) a cada 0,40 m de altura. À medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40 m;
- 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0 m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test) na quantidade 10 ensaios;
- 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle;

NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

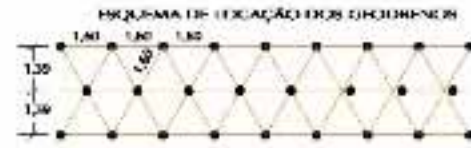
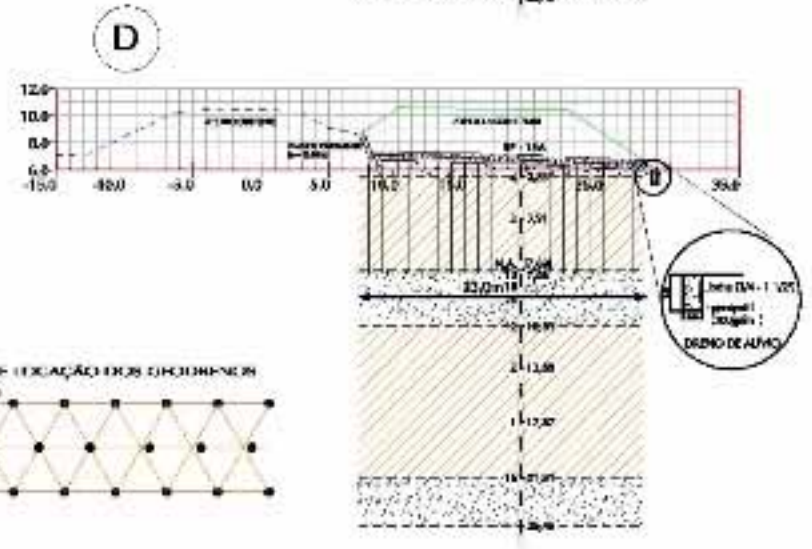
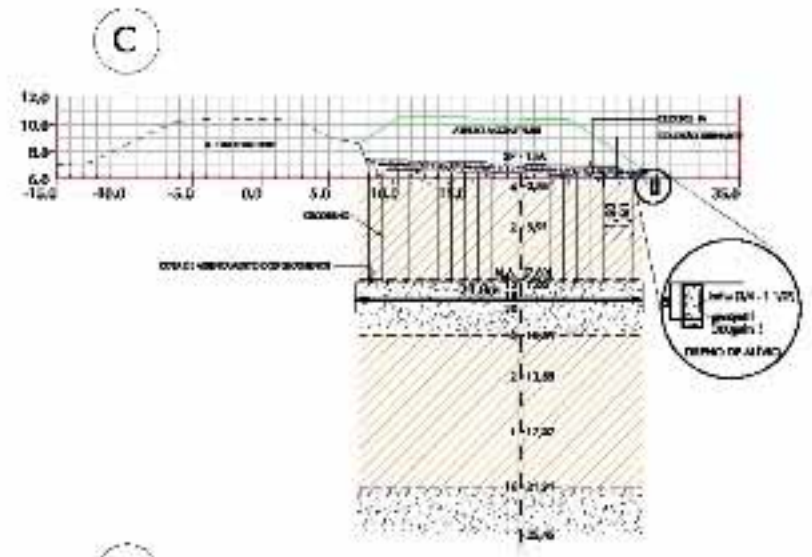
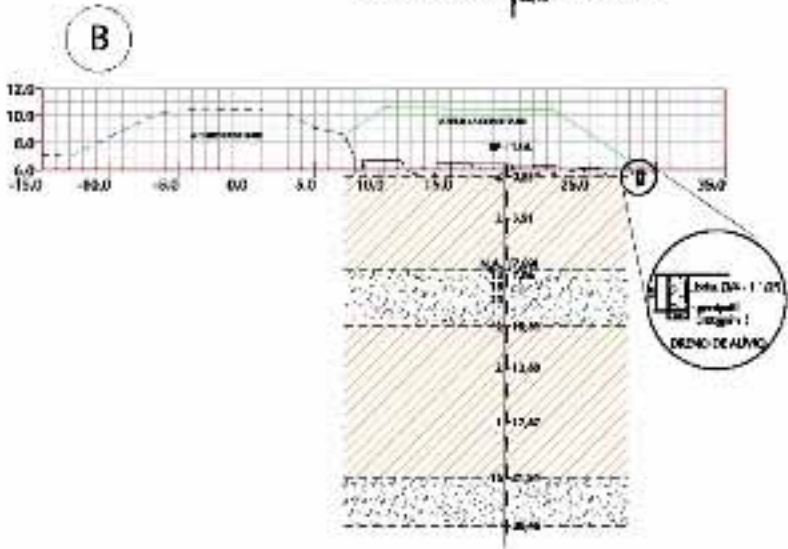
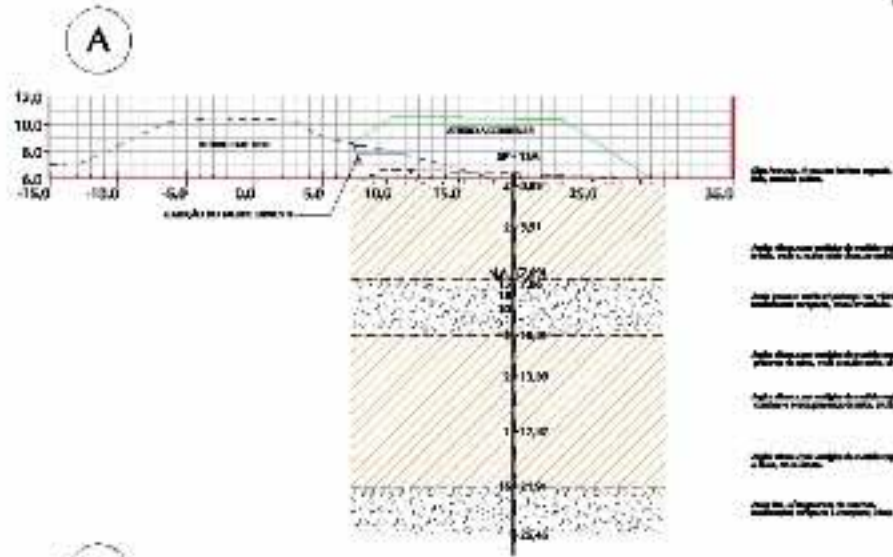
LOCALIZAÇÃO PARA INSTRUMENTAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
188	1	BXO	-	1	BXO	-11,000	1	LD a 7,0m	-
200	2	BXO	-	-	-	-	-	-	-
203	3	BXO	-	-	-	-	2	LD a 7,0m	-
204	-	BXO	-	2	BXO	-11,000	-	-	-

BRUNO ANTONIO DE VITTORE

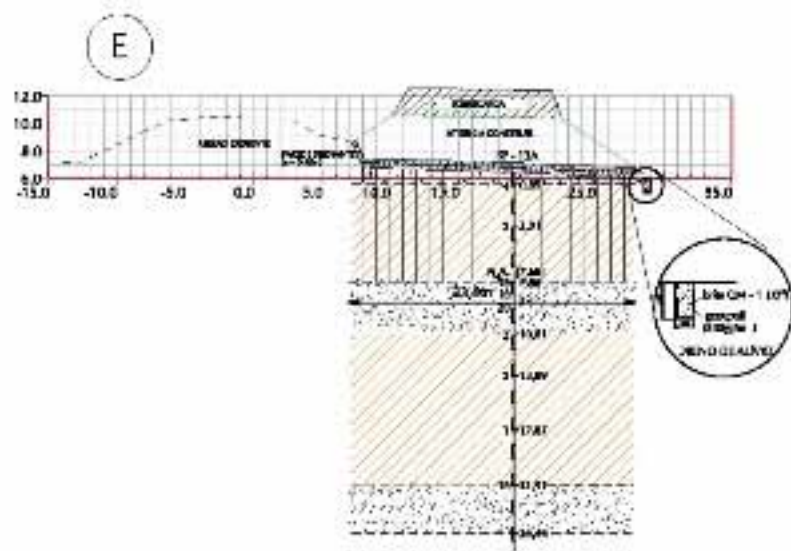
MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DREI
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DETRAN

3º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTAÇÃO 191 A 199
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTAÇÃO 195



MT DESENVOLVIDO INTERIORE E FUNDADO EM 1970	DNIT
PROPOSTA - BR-171/19	
TÍTULO - OBRAS DE ENLARGAMENTO E DRENAGEM	
NUMERO DO PROJETO DE OBRAS DE ENLARGAMENTO E DRENAGEM	
LOTE	
PROJETO DE ENLARGAMENTO E DRENAGEM	72,28
ÁREA DE OBRAS DE ENLARGAMENTO E DRENAGEM	44,71

3º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 191 A 199
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 195



LOCALIZAÇÃO PARA INSTRUMENTAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

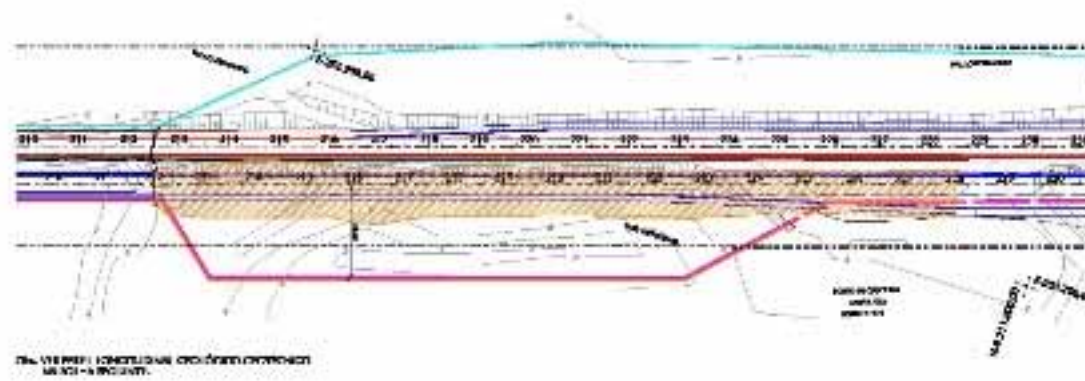
ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	NP	LOCAL	COTA	NP	LOCAL	COTA	NP	LOCAL	COTA
191	1	EXO	-	1	BEXO	2,000	-	-	-
193	2	EXO	-	2	BEXO	2,000	-	-	-
195	3	EXO	-	3	BEXO	-10,000	1	LD a 7,0m	-3,000
195	-	-	-	-	-	-	2	LD a 7,0m	-3,000
197	4	EXO	-	4	BEXO	2,000	-	-	-

MÉTODO CONSTRUTIVO (CEDIENOS + SOBRECARGA) - ESTACAS 191-199

- 1- Marcação dos off-sets;
 - 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
 - 3- Escavação de uma vala da parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 160,00 m, no pé do talude natural e preenchimento com areia. Escavação de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 160m e preenchimento de acordo com o detalhe anexo;
 - 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
 - 5- Cravação dos Cedrenos em malha triangular de acordo com o esquema abaixo.
 - 6- Colocar uma geogrelha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - T_{máx} (longitudinal) >= 200 KN/m;
 - T_{máx} (transversal) >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na T_{máx} <= 12%;
 - Carga de ruptura por flexão T_{flex} (2 anos) >= 136 KN/m;
 - 7- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrelha;
 - 8- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 4 unid.
 - Piezômetro piezoelétrico = 4 unid.
 - Inclínômetros = 2 unid.
 - 9- Execução do aterro em camadas de no máximo 0,20 m de espessura solta, compactadas com rolos do pneu. Os materiais de aterro serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado na altura do projeto e será monitorado (leitura dos instrumentos) a cada 0,40 m de altura. À medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40 m;
 - 10- Execução do restante do aterro, (D=2,0m, até sua cota final. A execução dessa 2ª etapa do aterro será precedida de uma campanha de ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test) na quantidade de 5 ensaios.
 - 11- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura. Essa sobrecarga será fixada para construção após uma campanha de novos ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test) na quantidade de 5 ensaios.
 - 12- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle;
 - 13- As fundações dos encontros das pontes a serem construídas nesse segmento só serão executadas após a retirada da sobrecarga temporária.
 - 14- O prazo de retirada da sobrecarga é de aproximadamente 90 dias.
- NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

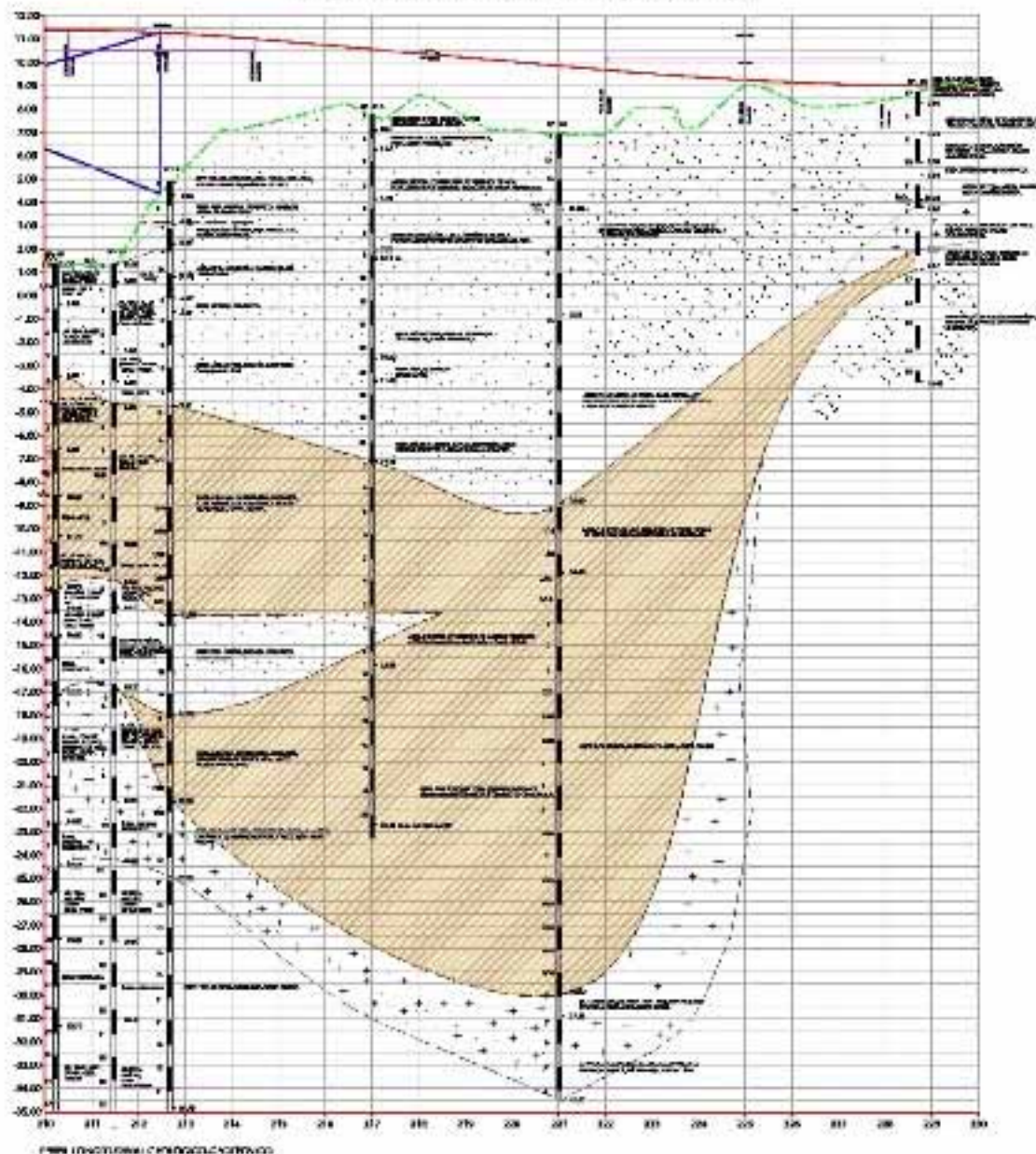
4º TERRO SOBRE SOLO MOLE : 212 + 0,00 à 228 + 0,00

PLANTA DE PROJETO
SOLTA 1.1288



PROJ. DE OBRAS DE ENGENHEIRO CIVIL - R. 16.159		DEPT.
PROJ. CIVIL	R. 16.159	DEPT.
PROJ. CIVIL	R. 16.159	DEPT.
PROJ. CIVIL	R. 16.159	DEPT.
PROJ. CIVIL	R. 16.159	DEPT.
PROJ. CIVIL - R. 16.159		DEPT.
PROJ. CIVIL - R. 16.159		DEPT.
PROJ. CIVIL - R. 16.159		DEPT.
PROJ. CIVIL - R. 16.159		DEPT.

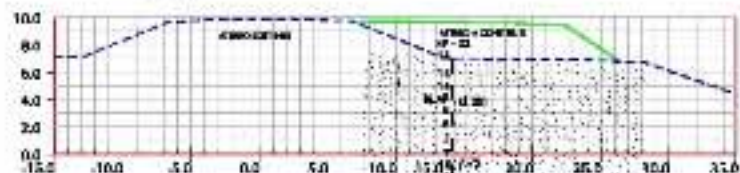
4º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 212 + 0,00 à 228 + 0,00



PROJ. DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES		DATA
ESCALA:	1:50 - 1:100	20/05/2011
PROJ. DE:	PROJ. DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	
AUTORIZADO:	PROJ. DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	
DATA:	20/05/2011	
PROJ. DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES		02/06
PROJ. DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES		02/06

A

4ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE; ESTAÇÃO 212 + 0,00 A 228 + 0,00 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA ESTAÇÃO 221 + 0,00



MINERAL PÓCICO, TOP. DO PAVIMENTO DE
FUNDAMENTO, SUBSOLO E FUNDAMENTO,
INSTRUMENTAÇÃO

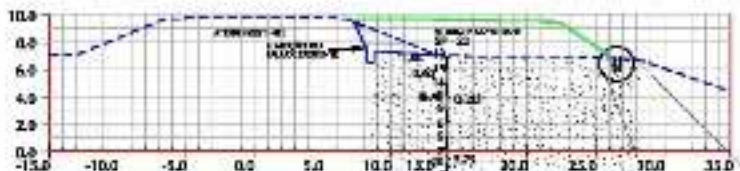
ALCANTARAL, TUBO DE DRENAGEM, TUBO
DE VENTILAÇÃO, BARRIL DE PROTEÇÃO DE
CRIAÇÃO DE ANIMAIS

ÁREA DE FIM, C/AL. REGULADA, BARRIL DE
DESAÍO, BARRIL DE C/AL. DE C/AL. DE

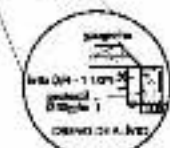
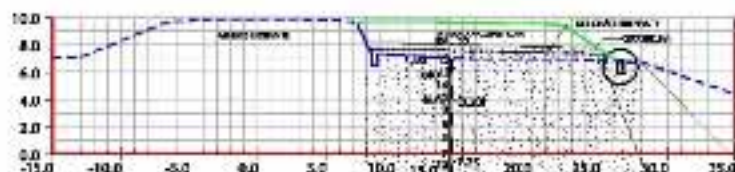
ÁREA DE FUNDAMENTO DE C/AL. DE C/AL. DE

ÁREA DE FUNDAMENTO DE C/AL. DE C/AL. DE

B



C

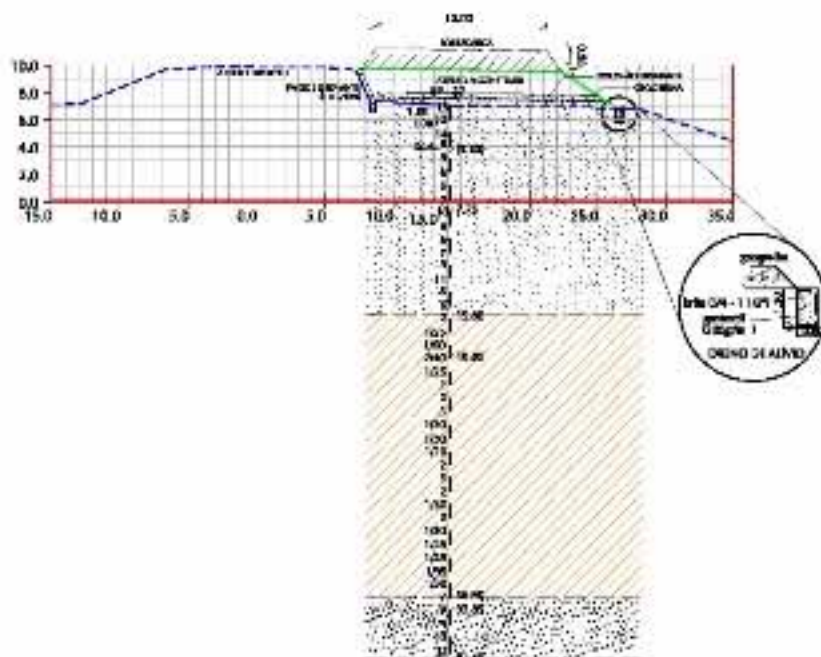


Escala: 1:100

MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES	DWT
PROJETO - 101/101	
REVISÃO - 101/101 - 101/101	
APROVADO - 101/101 - 101/101	
LOTE - 101	
PROJETO DE 101/101	101/101
PROJETO DE 101/101	101/101

4ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE; ESTAÇÃO 212 + 0,00 A 228 + 0,00
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTAÇÃO 221 + 0,00

D



LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
213	-	-	-	-	-	-	1	IE a 7,0m	-16,000
213	-	-	-	-	-	-	2	IE a 7,0m	-3,000
214	1	EXO	-	1	EXO	-5,000	-	-	-
217	2	EXO	-	2	EXO	-10,000	-	-	-
221	3	FIXO	-	3	FIXO	-20,000	3	IE a 7,0m	-30,000
223	4	EXO	-	-	-	-	-	-	-
224	-	-	-	4	EXO	-12,000	-	-	-
225	5	EXO	-	-	-	-	-	-	-

MÉTODO CONSTITUTIVO ; ESTACAS 212 + 0,00 - 228 + 0,00

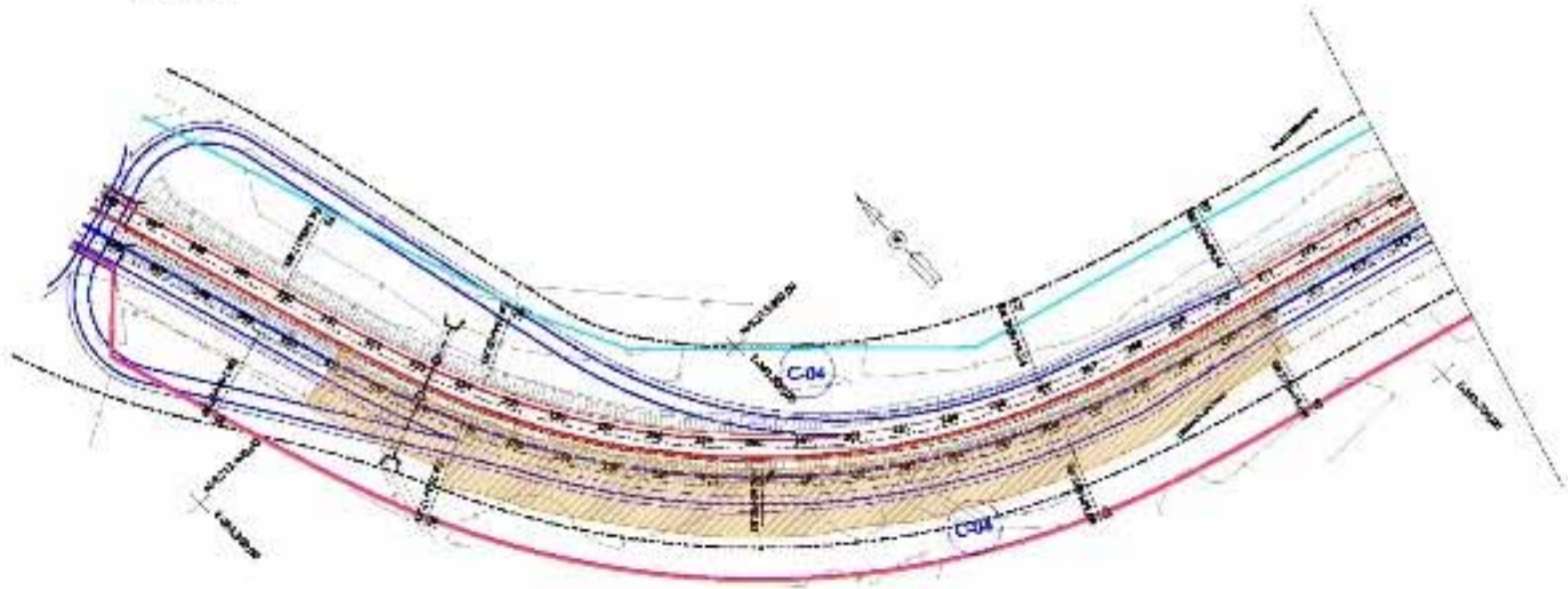
- 1- Marcação dos níveis;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Escavação de uma vala de parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 110 m , no pé do talude removido e preenchimento com areia. Escavação de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 110 m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50m de espessura.
- 5- Colocar uma geogrelha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tensão (longitudinal) > 200 KN/m;
 - Tensão (transversal) > 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tensão < 12,%;
 - Carga de ruptura por fluência Tref (2 anos) > 136 KN/m;
- 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrelha;
- 7- Instalação dos instrumentos de controle ;
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 5 unid.
 - Piezômetro pneumático = 4 unid.
 - Inclínômetro = 3 unid.
- 8- Execução do aterro em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura sob a. Os materiais de aterramento serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será colocado na altura do projeto e será monitorado (leitura dos instrumentos) a cada 0,40m de altura . A medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40m.
- 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura, essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 20 ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test). Após sua retirada serão executados mais 20 ensaios de Vane Test.
- 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle. Entretanto terá um mínimo de 18 meses.

NOTA CONSTITUTIVA : O espalhamento das camadas de aterro começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA	DNIT
BRASÍLIA - DF - 70110-000	
PROJETO DE TRANSPORTES	
ATERRO SOBRE SOLO MOLE	
EST. 212 + 0,00 A 228 + 0,00	
DATA: 10/05/2011	12/11
PROJ. CIVIL	12/11

3ª ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 249 A 256 E 256 A 271

PLANTA DE LIGENÇÃO
Escala: 1:200

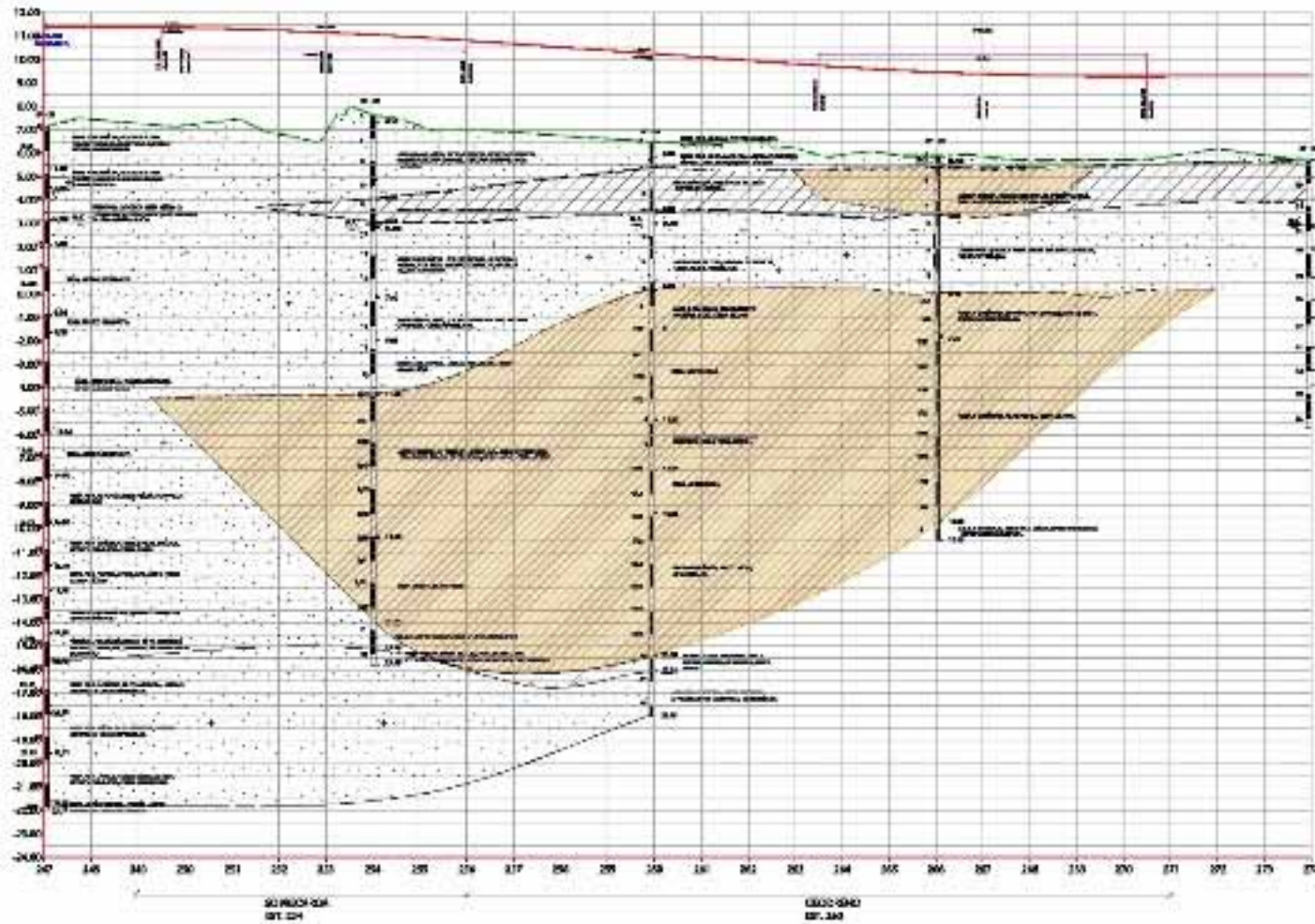


CANAL DE DRENAGEM

DR. WALTER FERREZ - ENGENHEIRO MECANICO (REG. 240030) - CRIB/RECIB/35

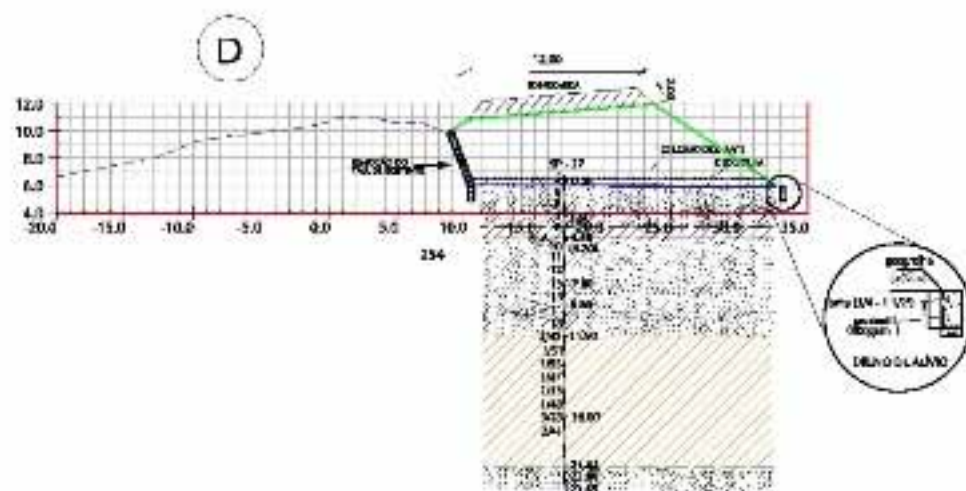
PROJ. DE ENGENHEIRO(A) AUTORIZADO(A) PARA EXERCER A ATIVIDADE DE PROJETISTA		DATA
PROJETO: 100 - 256 E		
CLIENTE: 100 - 256 E		
PROJETO: 100 - 256 E		
PROJETO: 100 - 256 E		
PROJ. DE ENGENHEIRO(A) AUTORIZADO(A) PARA EXERCER A ATIVIDADE DE PROJETISTA		DATA
PROJ. DE ENGENHEIRO(A) AUTORIZADO(A) PARA EXERCER A ATIVIDADE DE PROJETISTA		DATA

5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 249 A 256 E 256 A 271



PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 249 A 256 E 256 A 271		DATA:
DESIGN:	PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE	DATA:
TÍTULO:	PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE	DATA:
AUTORIZADO:	PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE	DATA:
DATA:	PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE	DATA:
PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 249 A 256 E 256 A 271		DATA:
PROJ: 5º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 249 A 256 E 256 A 271		DATA:

5º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 249 A 256 E 256 A 271
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTACA 254



LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
252	1	EIXO	-	1	EIXO	-7,000	-	-	-
254	2	EIXO	-	2	EIXO	-8,000	1	LD a 7,0m	-16,000
256	2	EIXO	-	2	EIXO	-8,000	2	LD a 12,0m	-17,000

MÉTODO CONSTRUTIVO: ESTACAS 249 A 256

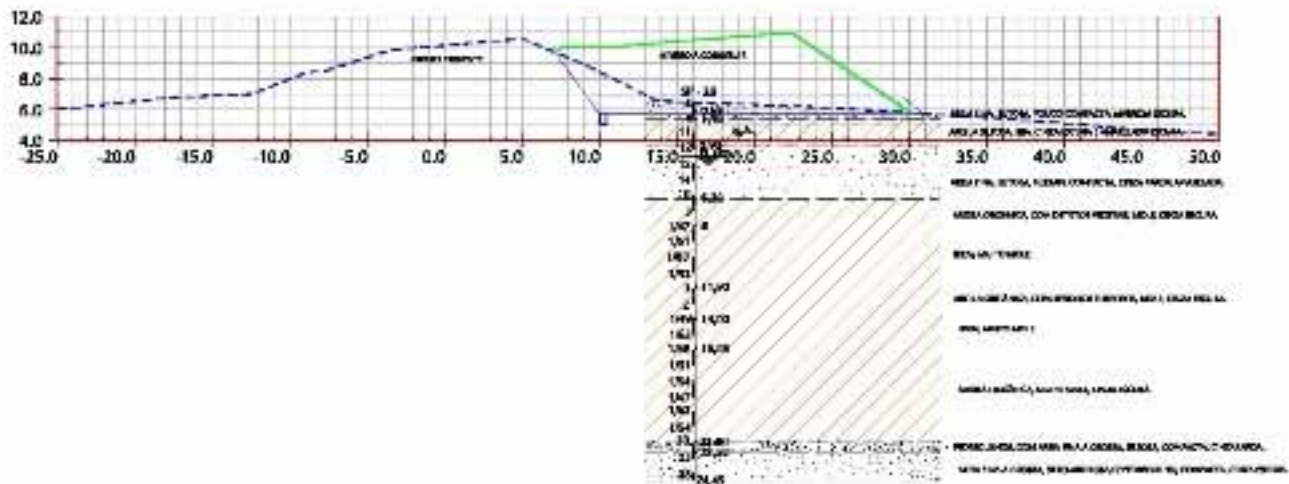
- 1- Marcação dos off-sets;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Escavação de uma vala da parede drenante: nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 1,40 m, no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 1,40 m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
- 5- Colocar uma geogrida Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - T_{máx} (longitudinal) >= 200 KN/m;
 - T_{máx} (transversal) >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na T_{máx} <= 12%;
 - Carga de ruptura por fluência T_{ref} (2 anos) >= 136 KN/m;
- 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrida;
- 7- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 3 unid.
 - Piezômetro piezométrico = 3 unid.
 - Inclínômetro = 2 unid.
- 8- Execução do aterro em camadas de no máximo 0,20 m de espessura solta. Os materiais de tamplagem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração da carga. Esse aterro será executado na altura do projeto e será monitorado (leituras de instrumentos) a cada 0,40 m de altura. A medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua altura será de 0,40 m;
- 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0 m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 5 ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test). Após sua retirada serão executados mais 5 ensaios de Vane Test.
- 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle. Entretanto, terá um mínimo de 18 meses.

NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

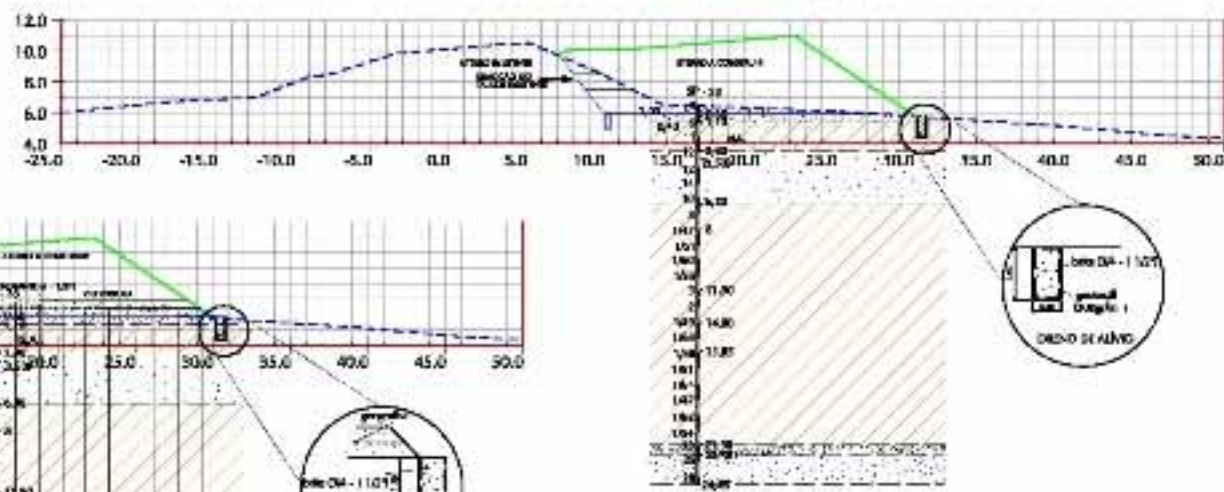
MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	DNIT
COORDENADOR GERAL: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	
COORDENADOR TÉCNICO: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	
COORDENADOR DE PROJETO: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	
COORDENADOR DE EXECUÇÃO: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	
ATÉLIER TÉCNICO: 104/1100 - 7	
	RJ/RJ
	05/20

5ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 256 + 0,00 A 271 + 0,00
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 260 + 0,00

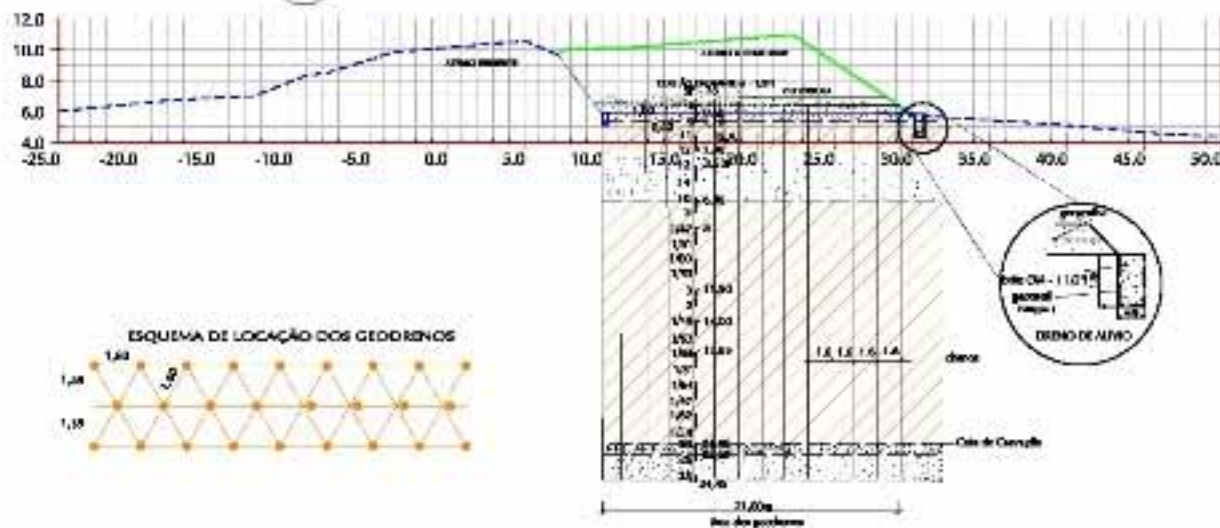
A



B



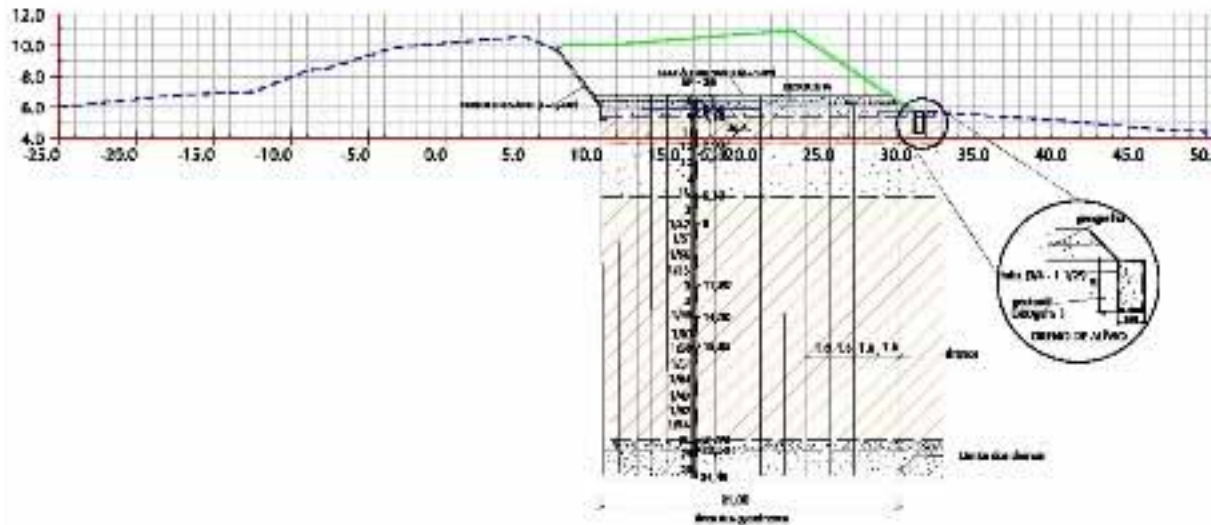
C



MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 01
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 02
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 03
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 04
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 05
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 06
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 07
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 08
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 09
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 10
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 11
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 12
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 13
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 14
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 15
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 16
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 17
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 18
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 19
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 20
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 21
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 22
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 23
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 24
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 25
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 26
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 27
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 28
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 29
PROJETO: 1000/000-000-000-000	ETAPA: 30

D

5ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 256 + 0,00 A 271 + 0,00
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTACA 260 + 0,00



MÉTODO CONSTRUCTIVO: ESTACAS 256 - 271

- 1- Marcação das eixos;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Execução de uma vala de drenagem na direção de 1,0 x 0,40 x 300 m, no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um diâmetro de alívio no pé do talude sobre a extensão de 300 m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
- 5- Criação dos geometros em malha triangular de acordo com o esquema;
- 6- Colocar uma projeção Formac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:

- Tensão longitudinal ≥ 200 kN/m;
- Tensão transversal ≥ 30 kN/m;
- Deformação máxima na Tensão $\leq 12,5\%$;
- Carga de ruptura por fubúcia Tref (2 anos) ≥ 136 kN/m;

- 7- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da projeção;
- 8- Instalação dos instrumentos de controle;

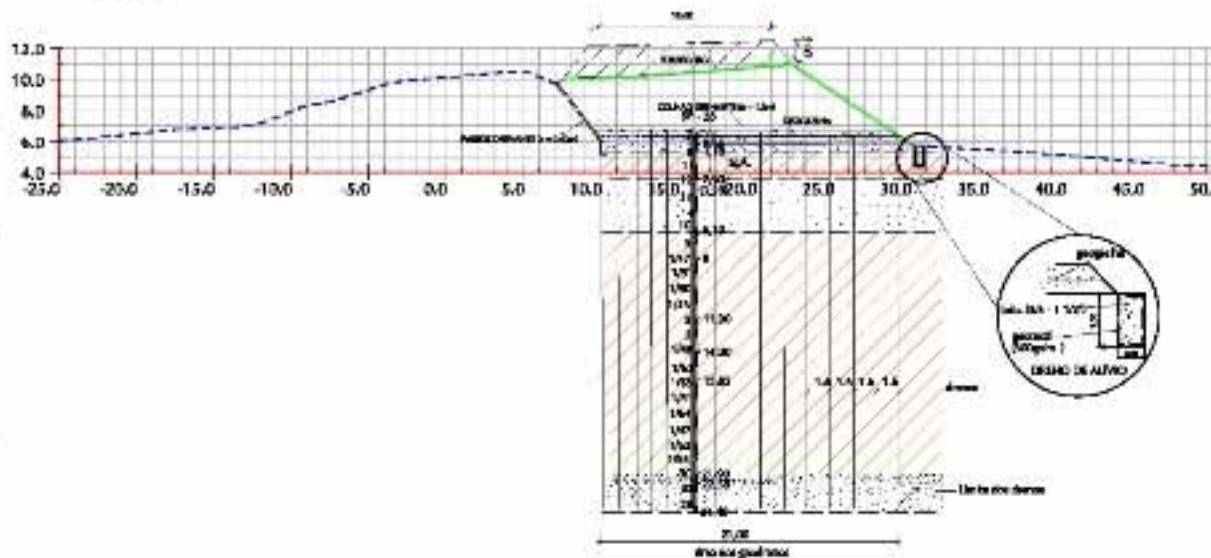
- Medidor de recalque tipo placa = 7 unid.
- Piezômetro pneumático = 7 unid.
- Inclínômetro = 3 unid.

- 9- Execução do aterro será da extremidade externa para a interna, em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura por dia, compactadas com rolos de pressão. Os materiais de aterragem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado até a altura de 3,80m e será monitorado (leitura dos instrumentos a cada 0,40m de altura. A medida que vai subindo o período de retorno, no junção dos dois taludes, será produzida com areia. Sua largura será de 0,40m.

- 10- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 3,0m de altura. Essa sobrecarga será liberada progressiva para construção após uma campanha de 10 ensaios de drenagem "in situ" shear vane test para liberar a sobrecarga e 10 ensaios após sua retirada.

- 11- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle.
- 12- O prazo de retirada da sobrecarga é de aproximadamente 90 dias após a sua execução.

NOTA CONSTRUTIVA: Espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o cume do aterro e para o talude interno.

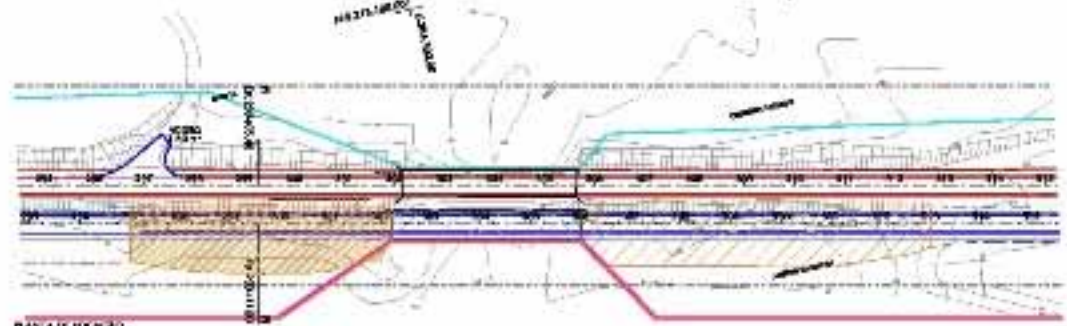
E

LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

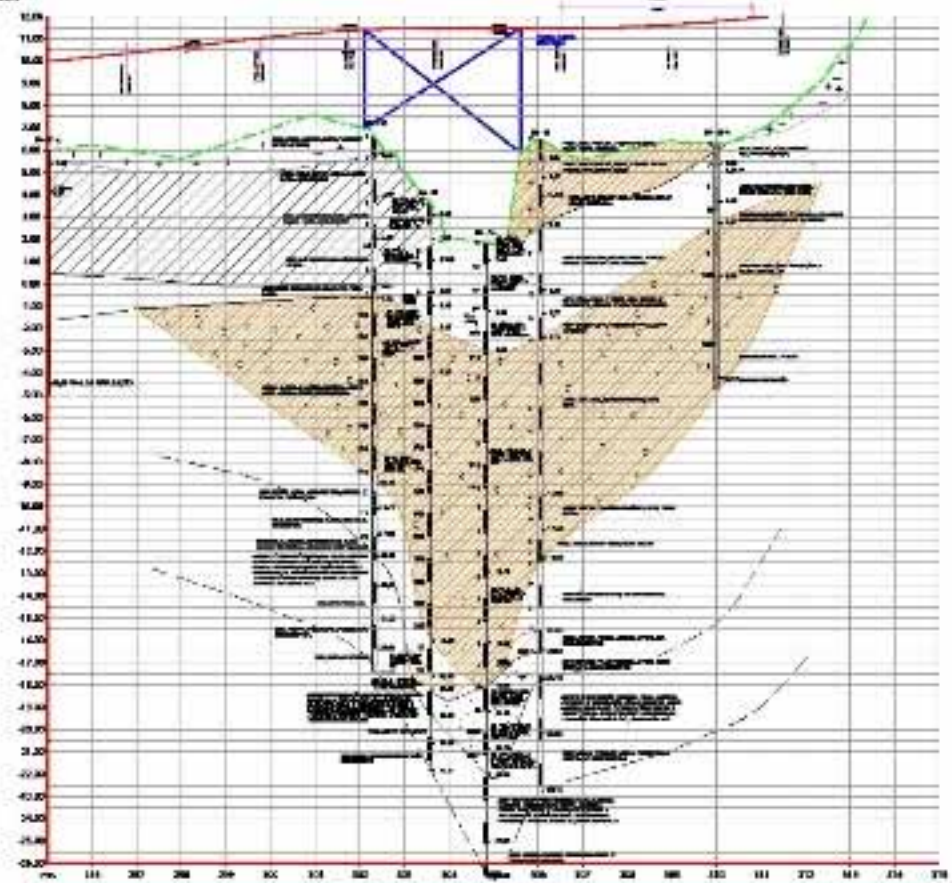
ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
258	1	EIXO	-	1	EIXO	-9,000	-	-	-
260	2	EIXO	-	2	EIXO	-8,000	1	LD ≈ 10 m	-17,000
262	3	EIXO	-	3	EIXO	-7,000	-	-	-
264	4	EIXO	-	4	EIXO	-6,000	-	-	-
266	5	EIXO	-	5	EIXO	-5,000	2	LD ≈ 10 m	-11,000
268	-	-	-	-	-	-	3	LD ≈ 10 m	-11,000
270	7	EIXO	-	7	EIXO	-3,000	-	-	-

MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA				DNIT
BRASÍLIA	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13
BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13
BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13
BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13	BR-371/13
PROPOSTA DE IMPLANTACION DE INSTRUMENTOS DE CONTROLE				PROJ. Nº 44.22

6ª ATERRAMENTO SOBRE SOLO MOLE: 297 à 302 + 7,20



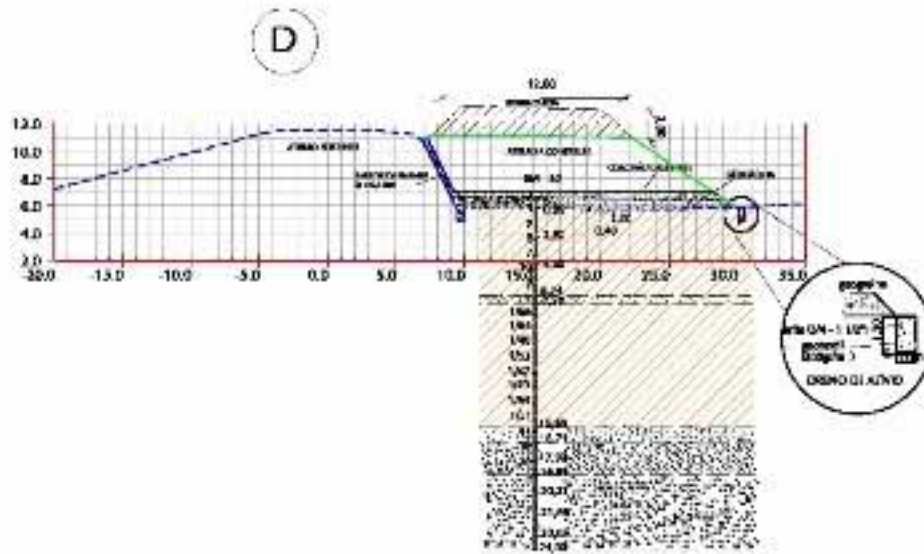
PLANO DE EXECUÇÃO
ESCALA 1:300



PLANO DE EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO

PROJ. DE PAVIMENTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO		DATA
PROJETA	198 - 101 01	19/08/2011
PROJ. DE	PROJ. DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO	19/08/2011
PROJ. DE	PROJ. DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO	19/08/2011
PROJ. DE	PROJ. DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO	19/08/2011
PROJ. DE PAVIMENTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO		19/08/2011
PROJ. DE PAVIMENTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADO		19/08/2011

6ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 297 A 302 + 7,20
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 302 + 7,20



LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
300	1	EIXO	-	1	EIXO	-3,000	1	LE a 7,0m	-8,000
302	2	EIXO	-	2	EIXO	-5,000	2	LE a 7,0m	-11,000
302							3	LE a 7,0m	11,000

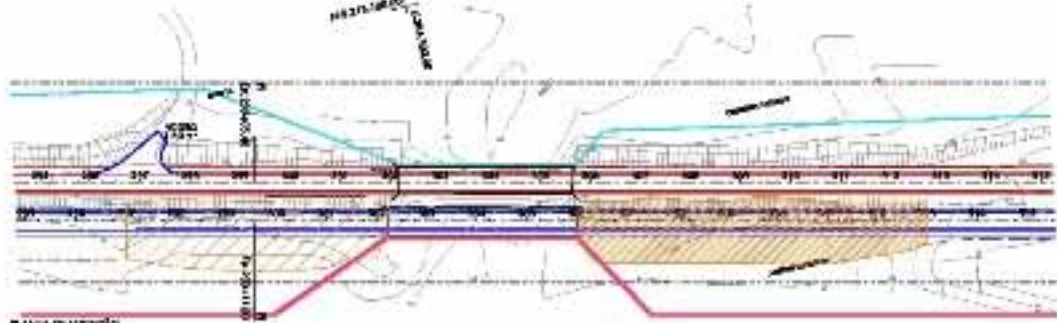
MÉTODO CONSTRUTIVO - ESTACAS 297 - 302 + 7,20

- 1- Marcação dos off-sets;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Fixação de uma rede de parafusos drenantes nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 107,20 m, no pé do talude ressoado e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alvião no pé do talude externo na extensão de 107,20m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50m de espessura.
- 5- Colocar uma geogrdha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tráfex (longitudinal) > 200 KN/m;
 - Tráfex (transversal) > 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tração < 12%;
 - Carga de ruptura por fadiga (2 eixos) > 135 KN/m;
- 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrdha;
- 7- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 2 unid.
 - Piezômetro pneumático = 2 unid.
 - Inclínômetro = 3 unid.
- 8- Execução do aterro em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura solta. Os materiais de terraplenagem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado na altura do projeto e será monitorado (leituras de instrumentos) a cada 0,40m de altura. A medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40m.
- 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura, essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 3 meses de cisalhamento "in situ" (shear vane test). Após sua retirada serão executados mais 3 eixos de Vane 1 est.
- 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle. Entretanto terá um mínimo de 18 meses.

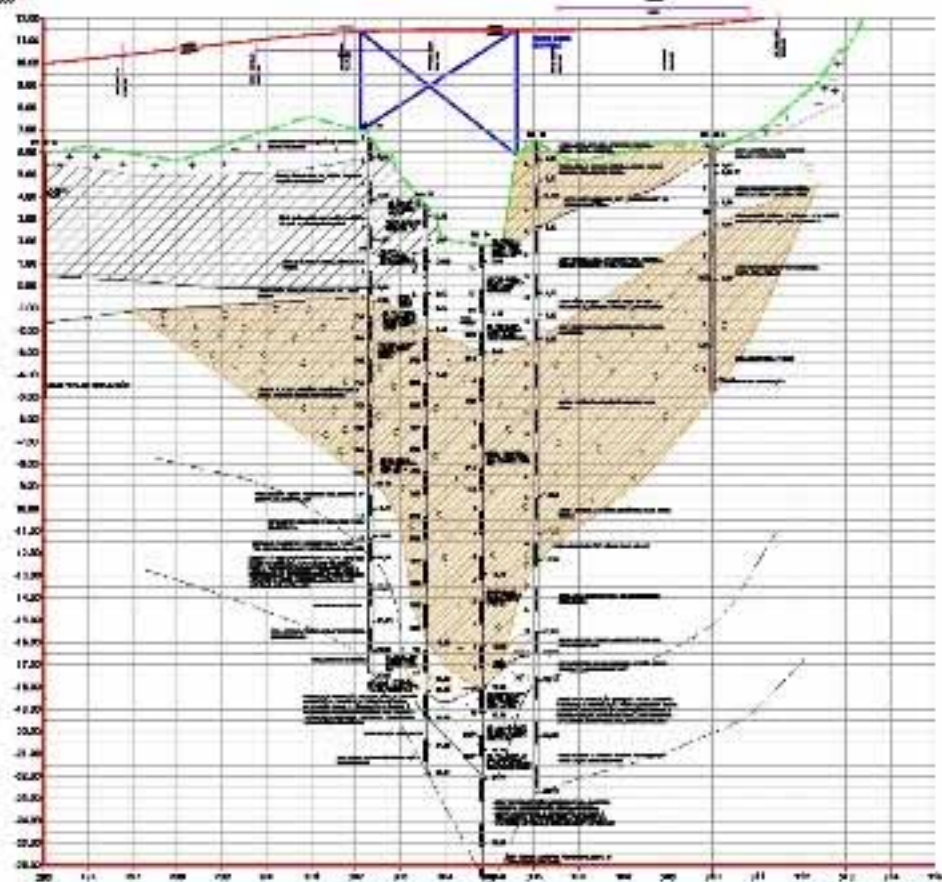
NOTA CONSTRUTIVA : O espalhamento das camadas de aterro começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	DNIT
COORDENADOR GERAL: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	Eng.º
COORDENADOR TÉCNICO: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	Eng.º
COORDENADOR DE PROJETO: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	Eng.º
COORDENADOR DE EXECUÇÃO: JOSÉ CARLOS DE SOUZA	Eng.º
PROFESSOR DA DISCIPLINA DE ATERROS	Eng.º
PROFESSOR DA DISCIPLINA DE ATERROS	Eng.º

7º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 305 + 12,0 à 313



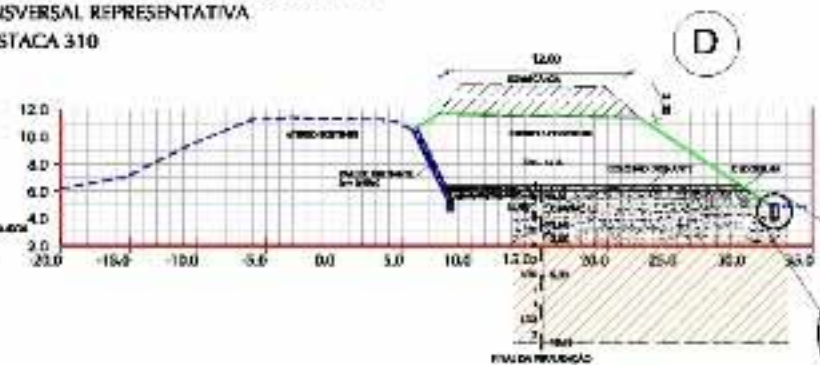
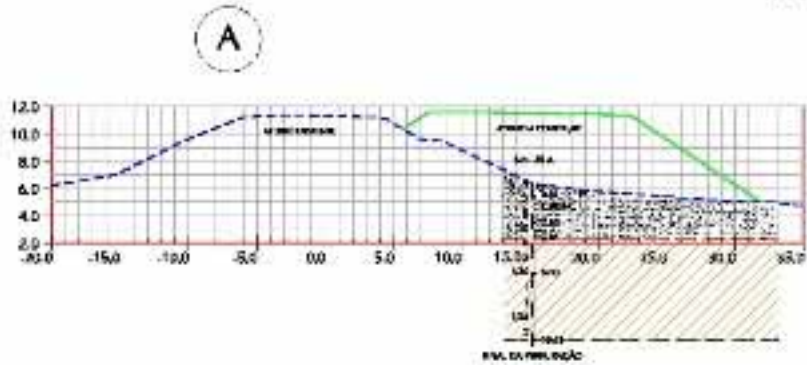
PLANTA EM SEÇÃO
ESCALA 1:800



PROFIL LONGITUDINAL EM SEÇÃO DE CONSTRUÇÃO EM C/D

PROJ. DE INFRAESTRUTURA DE FERROVIAS E TRANSPORTES		1007
DESCRIÇÃO	OBRA DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA	km
TÍTULO	7º ATERRO SOBRE SOLO MOLE	km
PROJETO	PROJ. DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE FERROVIAS E TRANSPORTES	km
DATA	1/05	
NOME DO INTERESSADO		UBIR
NOME DO PROJETO		010

7º - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 305+12,00 A 313
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 310

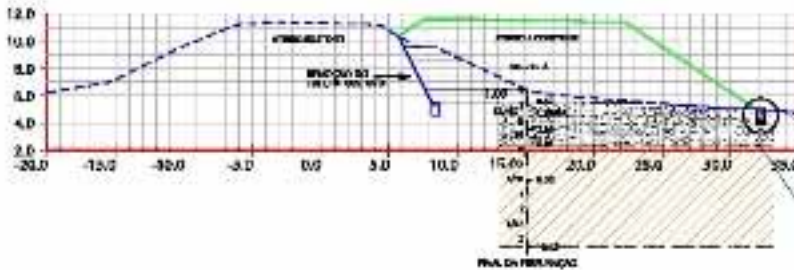


RESUMO DO PROJETO
 PROJETO DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA
 PARA O TRECHO DE 10,00 KM DA
 LINHA FERROVIÁRIA DE
 SÃO PAULO PARA SÃO CARLOS
 (Linha 1000 km/h)

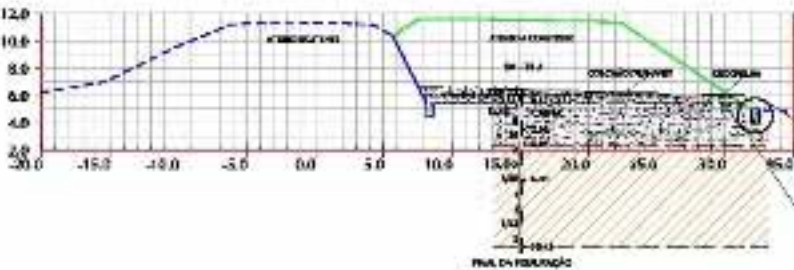
DESENHO Nº 1000



B



C



MÉTODO CONSTRUTIVO: ESTACAS 305 + 12,00 - 313

- 1- Marcação dos off-sets;
 - 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
 - 3- Escavação de uma vala da parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 148 m, no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 148 m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
 - 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
 - 5- Colocar uma geogrelha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - T_{mx} (longitudinal) >= 200 KN/m;
 - T_{mx} (transversal) >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na T_{mx} <= 12,5%;
 - Carga de ruptura por fluência T_{ef} (2 anos) >= 136 KN/m;
 - 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrelha;
 - 7- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 3 unidades
 - Piezômetros piezométricos = 3 unidades
 - Inclinômetros = 3 unidades
 - 8- Execução do aterro em camadas de no máximo 0,20 m de espessura solta. Os materiais de aterragem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado na altura do projeto e será monitorado! leituras de instrumentos 1 a cada 0,40 m de altura. À medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40 m;
 - 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0 m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 5 ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test). Após sua retirada serão executados mais 5 ensaios de Vane Test.
 - 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle. Entulhamento, terá um mínimo de 18 meses.
- NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o छोदo aterro e para o talude interno.

LOCALIZAÇÃO PARA INSTRUMENTAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
306	1	EIXO	-	1	EIXO	-2,000	1	LD a 7,0m	-16,000
306	-	-	-	-	-	-	2	LD a 7,0m	-16,000
308	2	EIXO	-	2	EIXO	-5,000	3	LD a 12,0m	-13,000
310	3	EIXO	-	3	EIXO	-1,000	-	-	-

LIVRO DE ATIVIDADES DE VERTICAMENTO

8º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 956 a 969

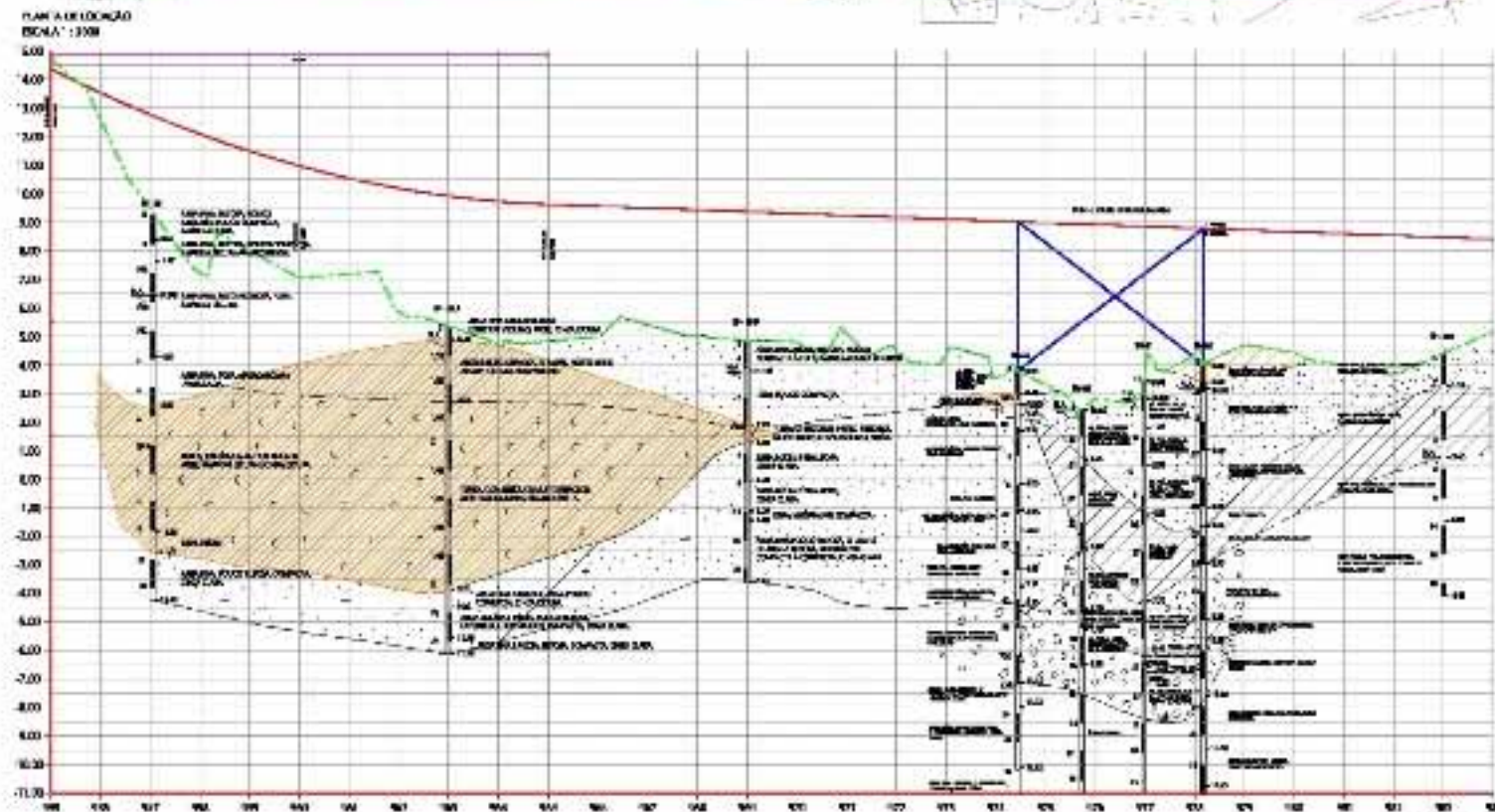
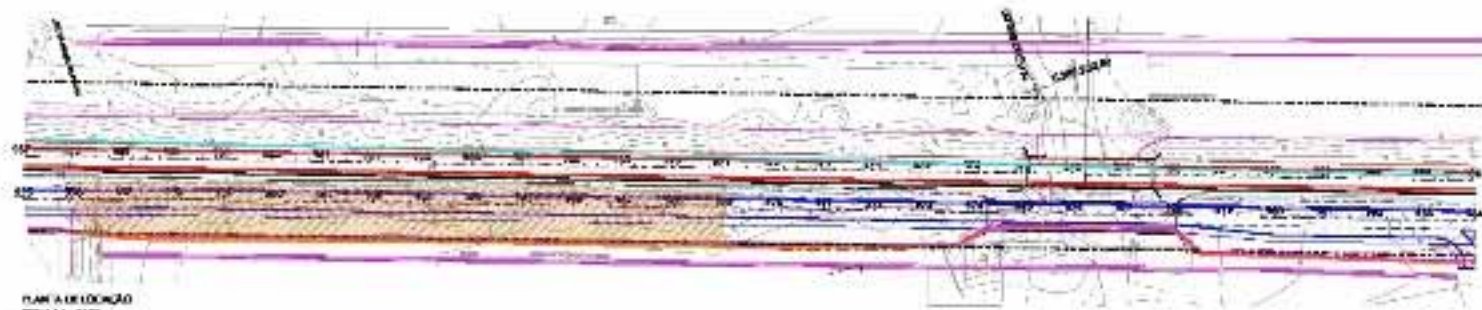
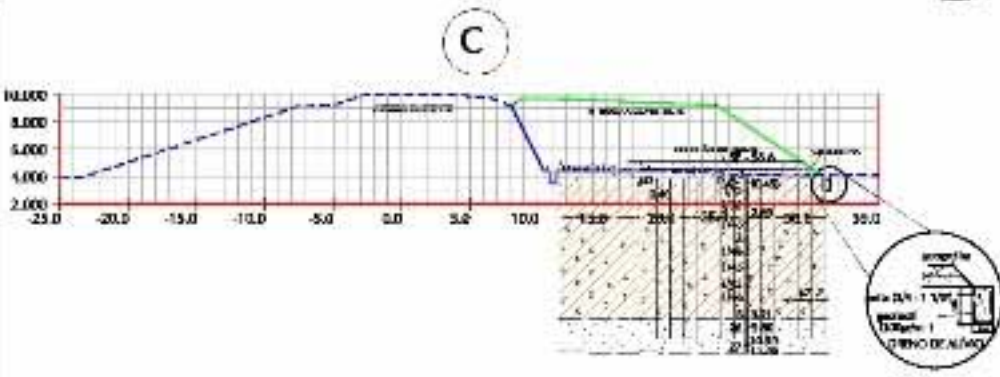
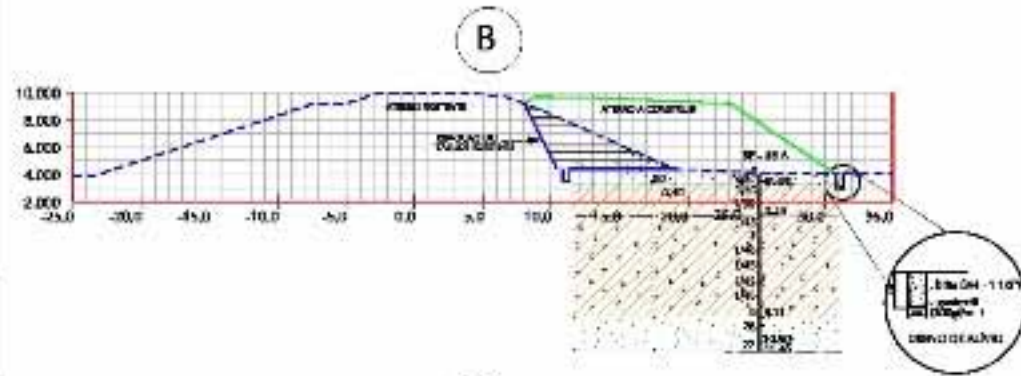
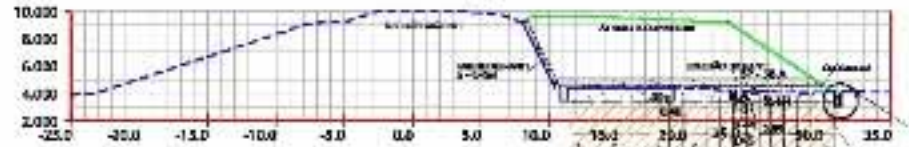
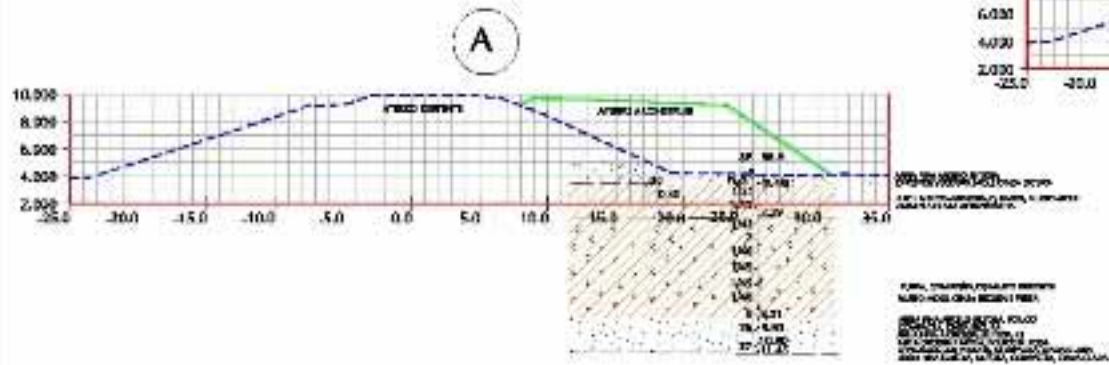


FIGURA 10 - SEÇÃO GEOTÉCNICA GEOLÓGICO-CONSTRUC

INFORMAÇÕES GERAIS DO PROJETO		DATA
PROJETO	ESTRUTURA DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	1987
LOCAL	BRASIL, SÃO PAULO	
CLIENTE	COMISSÃO EXECUTIVA DE ENERGIA ELÉTRICA	
PROJETA	PROF. DR. HELMUTH WILHELM	
ESCALA	1/200	
NOME DO PROJETO/PROGRAMA		U.S.M.
NOME DO PROJETO/PROGRAMA		0525

8ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 956 A 969
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTACA 963 + 0,00

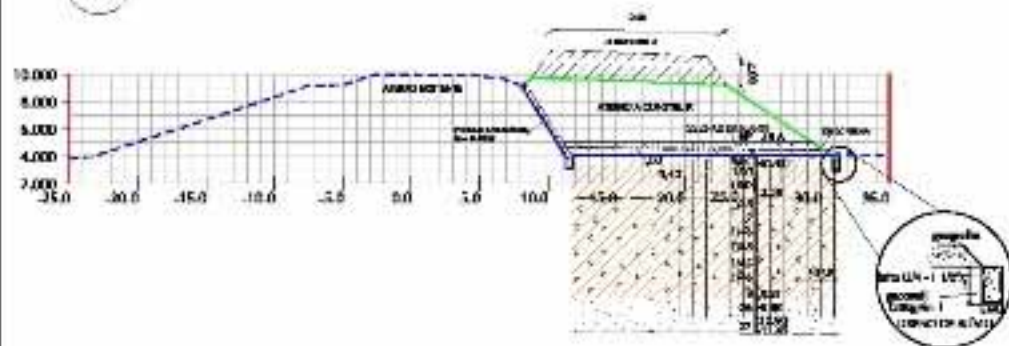


BRUNO AMARAL DOS SANTOS

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA	DNIT
ROTORIA - BR-127 KM	km
BR-127 - DIVISA NORTE - DIVISA SUL	km
ALINHAMENTO DE PROJETO DE LIGAMENTO - DIVISA NORTE	km
ALINHAMENTO DE PROJETO DE LIGAMENTO - DIVISA SUL	km
PROJETO DE LIGAMENTO - ALINHAMENTO DE PROJETO DE LIGAMENTO	km
PROJETO DE LIGAMENTO - ALINHAMENTO DE PROJETO DE LIGAMENTO	km

8ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 956 A 969
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 963 + 0,00

E



LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE				PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS	
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
957	1	FIXO	-	1	FIXO	0,000	-	-	-
959	2	EXO	-	2	EXO	0,000	-	-	-
961	3	EXO	-	3	EXO	0,000	-	-	-
963	4	EXO	-	4	EXO	0,000	1	LD a 10m	-5,000
965	5	EXO	-	5	EXO	1,000	-	-	-
967	6	EXO	-	6	EXO	1,000	-	-	-
969	7	EXO	-	7	EXO	1,000	-	-	-

MÉTODO CONSTRUTIVO: ESTACAS 956 - 969

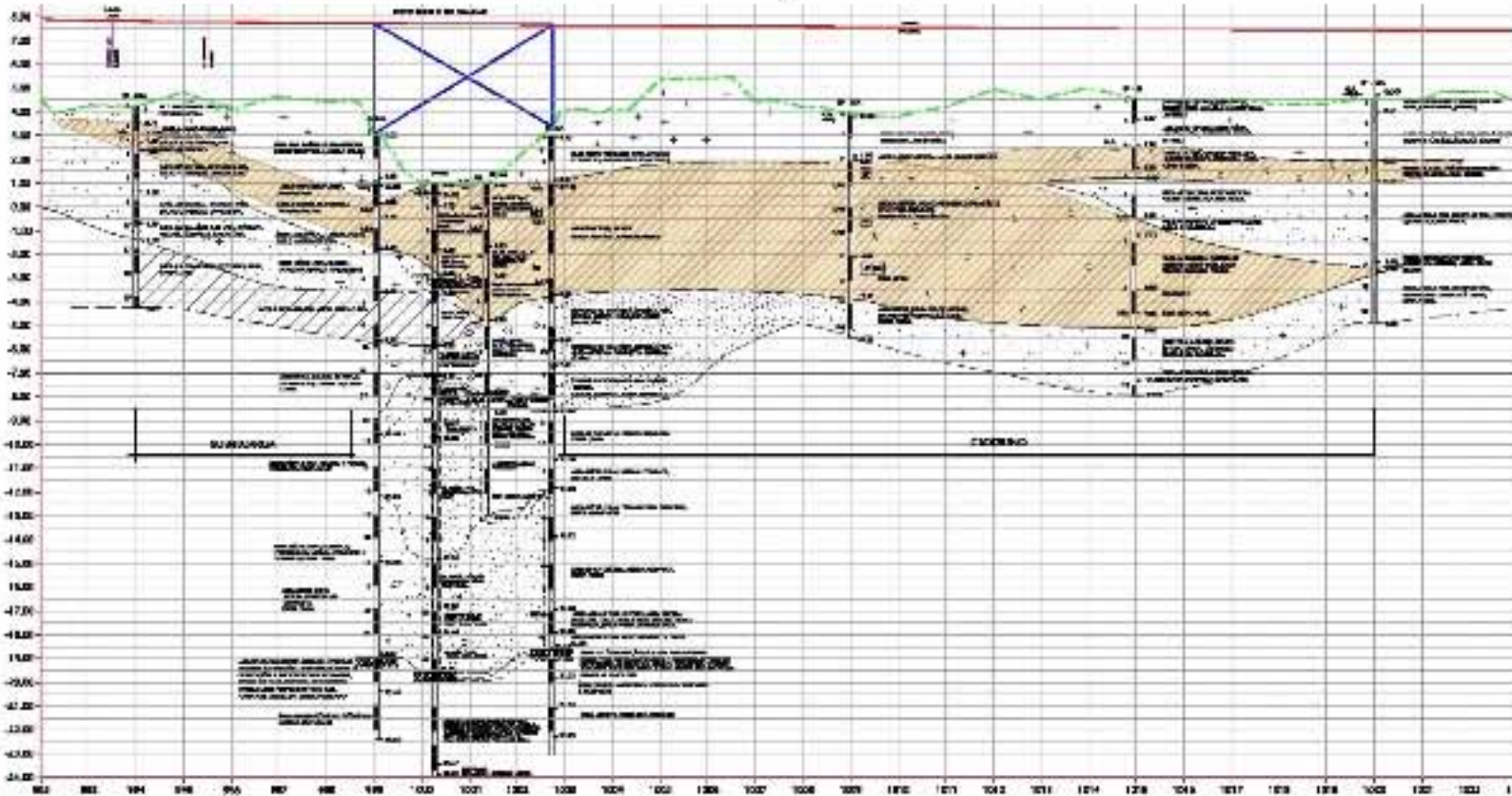
- 1- Marcação dos eixos;
 - 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
 - 3- Escavação de uma vala da parede drenante nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 260 m, no pé do talude externo e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 250 m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
 - 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50 m de espessura;
 - 5- Criação das geodrenas em malha triangular de acordo com o esquema;
 - 6- Colocar uma geogrelha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tm_x (longitudinal) >= 200 KN/m;
 - Tm_y (transversal) >= 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tm_x <= 12%;
 - Carga de ruptura por fluência Tref (2 anos) >= 135 KN/m;
 - 7- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrelha;
 - 8- Instalação dos instrumentos de controle;
 - Medida de recalque (tipo placa) = 7 unidades
 - Piezômetro piezométrico = 7 unidades
 - Inclínômetros = 1 unidade
 - 9- Execução do aterro em camadas de no máximo 0,20 m de espessura solta, compactadas com rolos de pressão.
- Os materiais de terraplenagem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulos e concentração de carga. Esse aterro será executado até a altura de 8,80 m e será monitorado (leituras de instrumentos) a cada 0,40 m de altura. À medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40 m;
- 10- Execução de um aterro de sobrecarga isostático com 2,0m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 5 anos de cisalhamento "in situ" (shear vane test) para liberar a sobrecarga e 5 anos após sua retirada.
 - 11- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle;
 - 12- O prazo de retirada da sobrecarga é de aproximadamente 120 dias após a sua execução.
- NOTA CONSTRUTIVA:** O espalhamento das camadas começará do pé do talude externo para o externo aterro e para o talude interno.

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA	DIRET.
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA	DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA
PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE	PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE
ESTACA 956 A 969	ESTACA 956 A 969
PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE	PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE
ESTACA 956 A 969	ESTACA 956 A 969

5ª ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 994 & 998+10



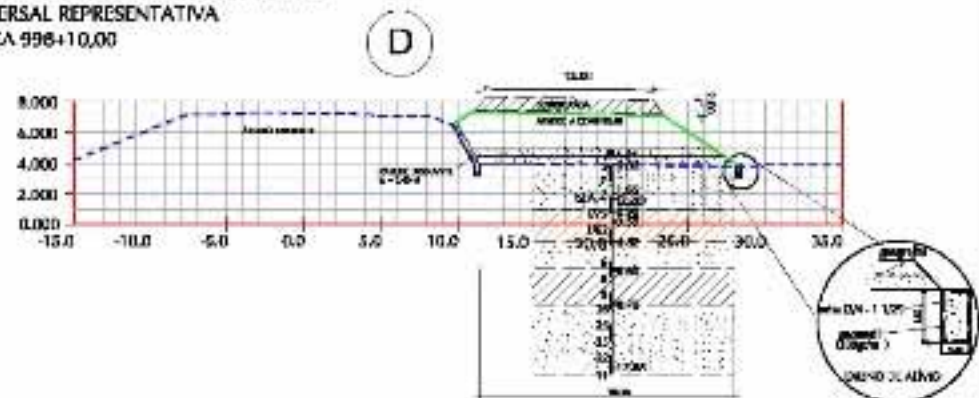
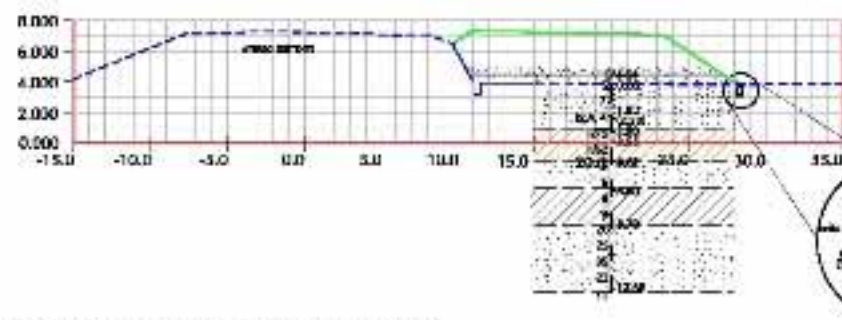
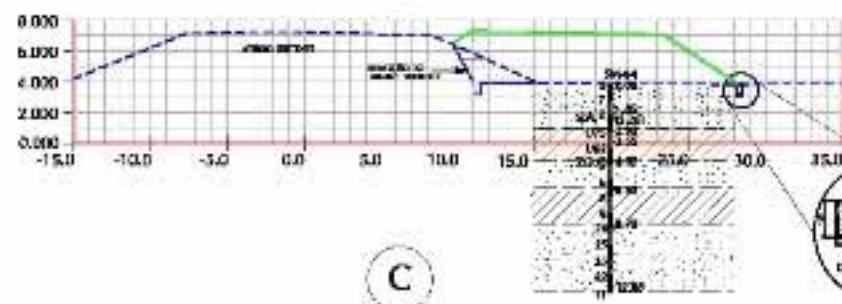
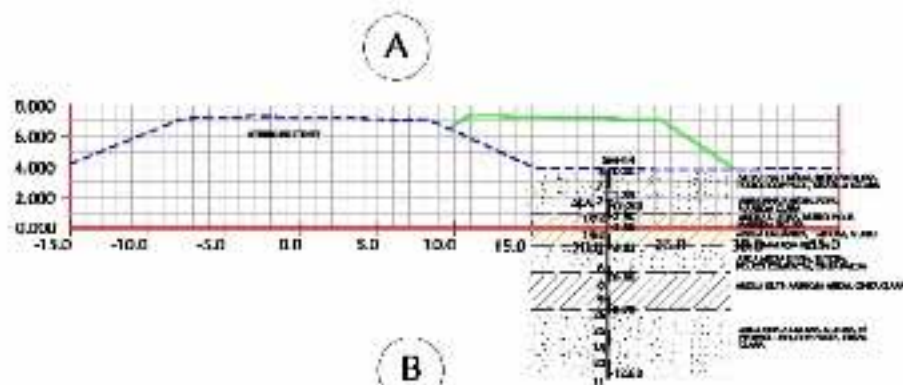
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1:2000



PIRETI (TUBULOS) EM ALGUMAS SEÇÕES

PROJ. EXECUTIVO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE FERROVIAS	LINE1
SEÇÃO: 100 - 101	NO
TÍTULO: 5ª ATERRO SOBRE SOLO MOLE	ESC.
SUBSEÇÃO: 100 - 101	DATA: 10/01/2010
PROJ. EXECUTIVO DE OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE FERROVIAS	10/10
5ª ATERRO SOBRE SOLO MOLE	6/20

9ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 994 A 998 + 10
SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
ESTACA 998+10,00



MÉTODO CONSTITUTIVO : ESTACAS 994 À 998+10

- 1- Marcação dos eixos;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Furação de uma vala da parede de frente nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 90 m, no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 90m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50m de espessura.
- 5- Colocar uma geotêxtil Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tmáx (longitudinal) > 200 KN/m;
 - Tmáx (transversal) > 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tmáx < 12%;
 - Carga de ruptura por fluência Tref (2 anos) > 136 KN/m;
- 6- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e colando a geotêxtil;
- 7- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 2 unid.
 - Piezômetro pneumático = 1 unid.
 - Inclínômetro = 2 unid.
- 8- Execução do aterro em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura sob a. Os materiais de aterragem serão espalhados imediatamente para evitar acúmulo e concentração de carga. Esse aterro será executado até a altura de 3,50m e será monitorado (leitura de instrumentos) a cada 0,40m de altura. À medida que o aterro vai subindo a parede de frente, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40m.
- 9- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de novos ensaios de cisalhamento "in situ" (shear vane test) na quantidade de 5 ensaios.
- 10- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle. Entretanto, terá um mínimo de 10 meses ou até o final da construção da ponte.

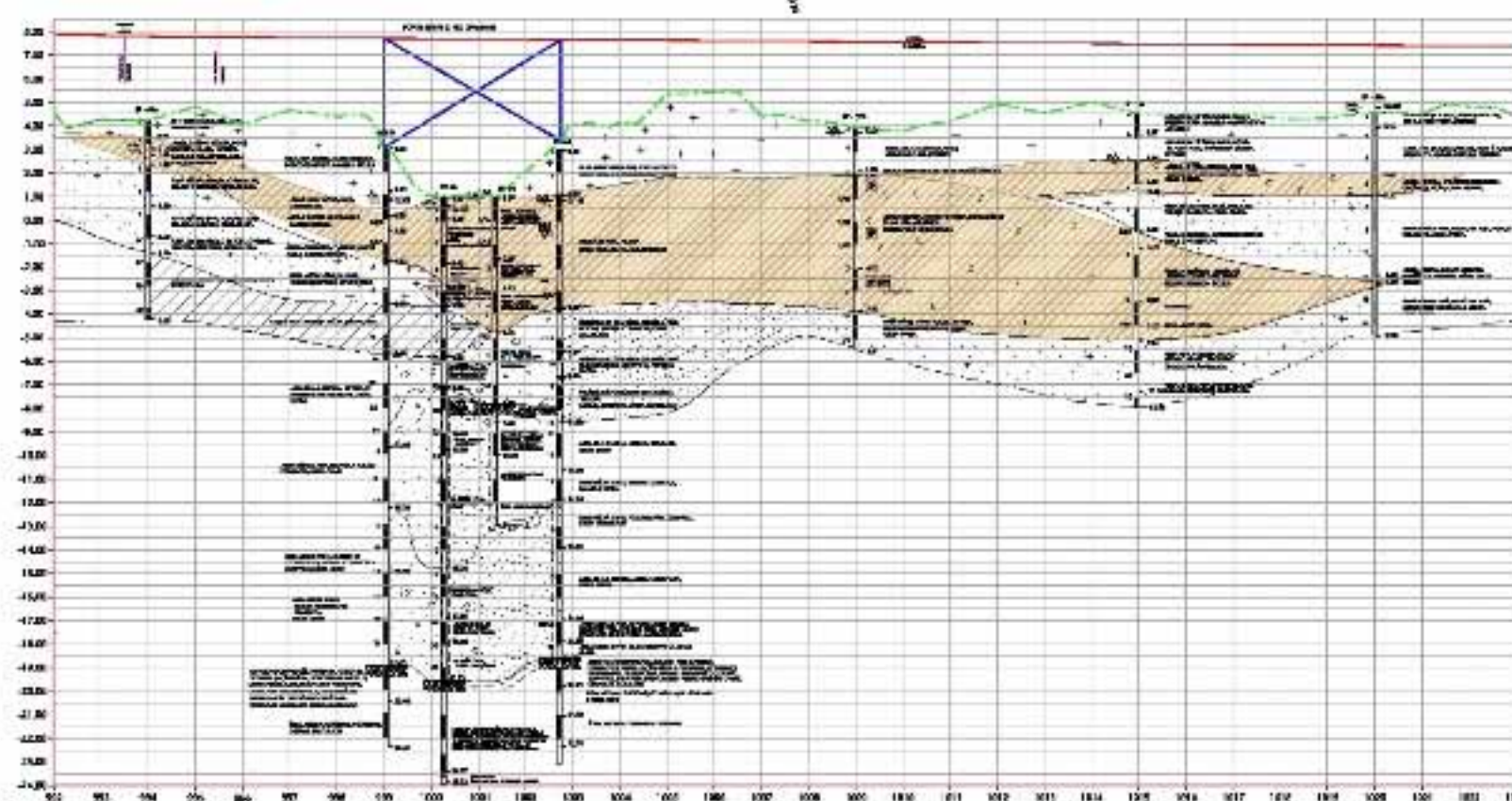
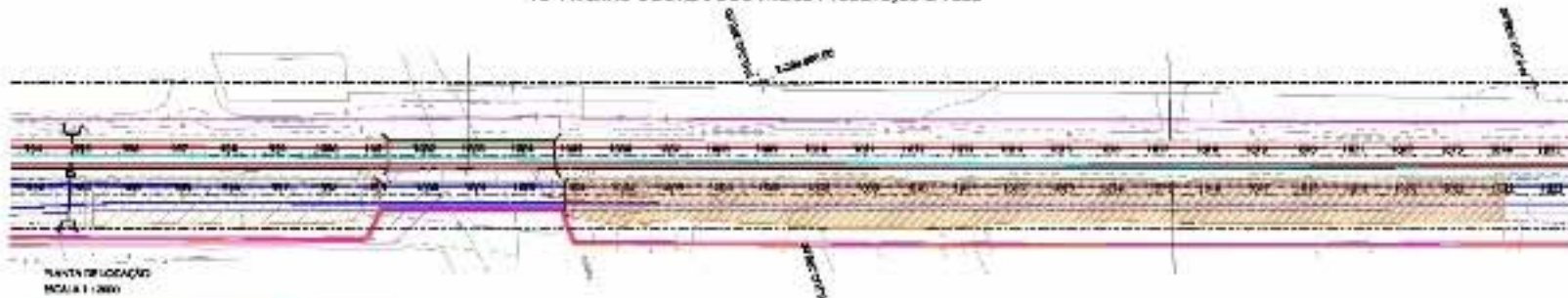
NOTA CONSTRUTIVA : O espalhamento das camadas de aterro começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIADORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
996	1	EXO	-	-	-	-	-	-	-
998+10,00	2	EXO	-	1	EXO	-1,000	1	EXO	-8,000
998+10,00	-	-	-	-	-	-	2	LD a 10,0m	-8,000

MT	DESENVOLVIDO	APROVADO	ELABORADO	DATA
PROJETO	ELABORADO	APROVADO	ELABORADO	10/2011
PROJETO	ELABORADO	APROVADO	ELABORADO	10/2011
PROJETO	ELABORADO	APROVADO	ELABORADO	10/2011
PROJETO	ELABORADO	APROVADO	ELABORADO	10/2011

10^o ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 1002+5,00 à 1022

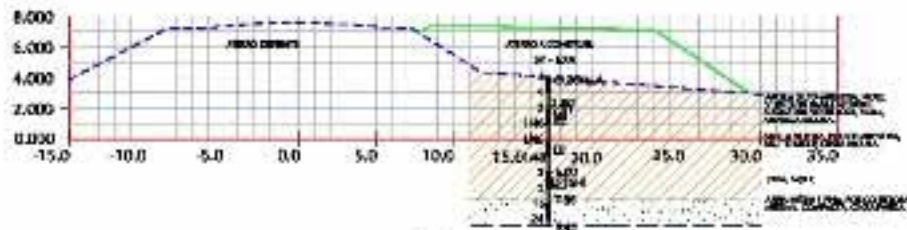


FOLHA ÚNICA DE PROJETO DE OBRAS DE ENGENHARIA

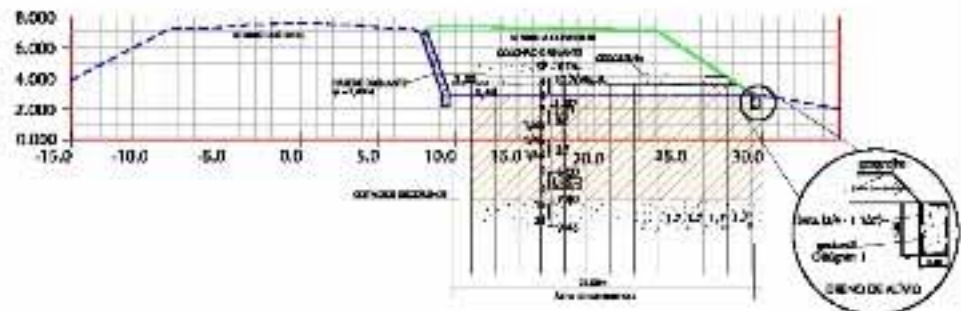
DE	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	1997
COLOCA	186 - 101 P1	200
TÍTULO	CONDIÇÕES DE SOLO PARA ATERRO	200
AUTORIA	186 - 101 P1 - 101 P1 - 101 P1 - 101 P1	200
DATA	186	200
NOME DO EMPREENDEDOR		186
NOME DO PROJETO		186

10ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 1002 + 5,00 A 1022
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 1009 + 0,00

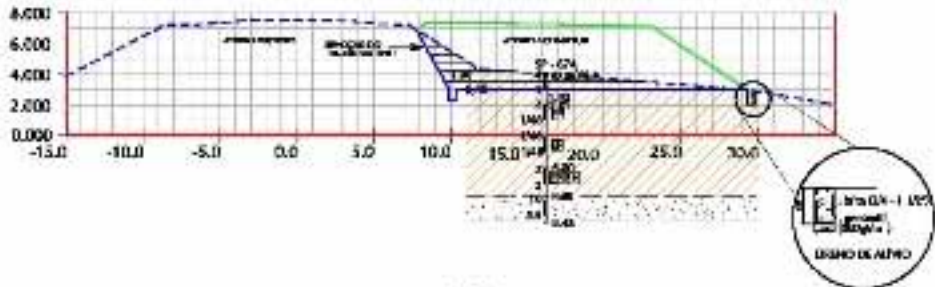
A



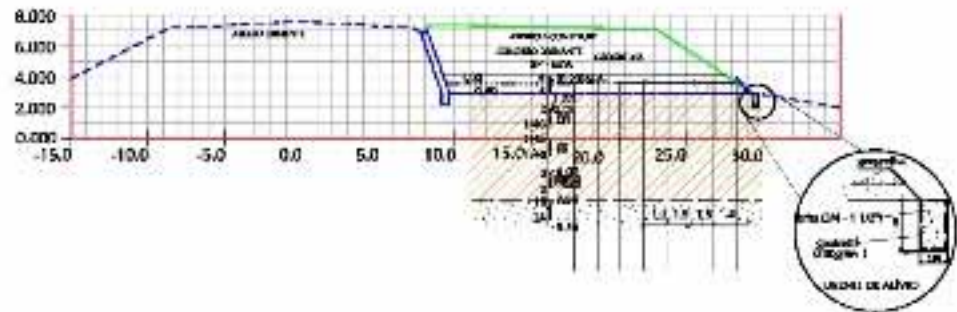
D



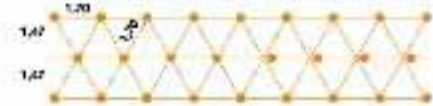
B



C



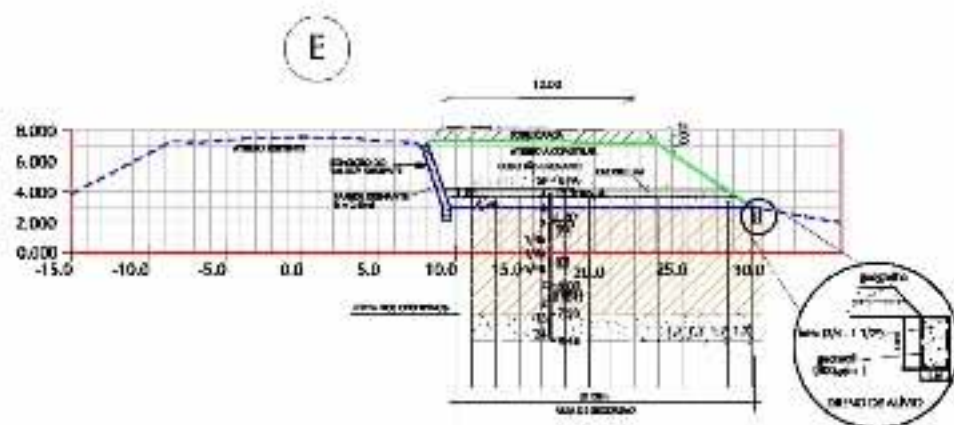
ESQUEMA DE LOCAÇÃO DOS GEODRENS



MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA		DREI
SEÇÃO	10ª - 10ª	10ª
PROJETO	10ª - 10ª	10ª
PROJETO	10ª - 10ª	10ª
PROJETO	10ª - 10ª	10ª
PROJETO	10ª - 10ª	10ª
PROJETO DA TERRAPLANAGEM		10ª
ATMOSFERA UNICA 1009-3-1002		10ª

CONSULTORIA
 BARRAO
 AV. PARANAPANEMA, 100
 CEP. 06438-000
 SÃO PAULO, SP

10ª - ATERRO SOBRE SOLO MOLE: ESTACA 1002 + 5,00 A 1022
 SEÇÃO TRANSVERSAL REPRESENTATIVA
 ESTACA 1009 + 0,00



LOCALIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E QUANTIDADES DOS INSTRUMENTOS DE CONTROLE

ESTACAS	MEDIDORES DE RECALQUE			PIEZÔMETROS			INCLINÔMETROS		
	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA	Nº	LOCAL	COTA
1002+5,00	1	EXO	-	1	LIXO	-1,000	-	LI a 12,0m	-6,000
1002+5,00	-	-	-	-	-	-	1	LE a 7,0m	-15,000
1004	2	EXO	-	2	EXO	-1,000	-	-	-
1006	3	EXO	-	3	EXO	-1,000	-	-	-
1009	4	EXO	-	4	EXO	0,000	1	-	-
1011	5	EXO	-	5	EXO	-1,500	-	-	-
1013	6	EXO	-	6	EXO	-1,000	-	-	-
1015	7	EXO	-	7	EXO	-2,500	1	-	-
1017	8	EXO	-	8	EXO	0,000	-	-	-
1020	9	EXO	-	-	-	-	-	-	-
1022	10	EXO	-	-	-	-	1	-	-

MÉTODO CONSTRUTIVO: ESTACAS 1027 - 1033

- 1- Marcação dos off-sets;
- 2- Remoção parcial do talude existente para junção com o novo aterro até a cota de terreno natural;
- 3- Escavação de uma vala de drenagem nas dimensões de 1,0 x 0,40 x 395 m, no pé do talude removido e preenchimento com areia. Execução de um dreno de alívio no pé do talude externo na extensão de 395m e preenchimento de acordo com o detalhe ao lado;
- 4- Espalhamento de uma camada drenante de areia com 0,50m de espessura.
- 5- Criação dos gradientes em malha triangular de acordo com o esquema abaixo.
- 6- Colocar uma geogrelha Fortrac ou similar na largura da camada drenante com as seguintes características:
 - Tmáx (longitudinal) > 200 KN/m;
 - Tmáx (transversal) > 30 KN/m;
 - Deformação máxima na Tmáx < 12%;
 - Carga de ruptura por flutuação Tmf (2 anos) > 136 KN/m;
- 7- Espalhamento do restante da camada drenante de areia com 0,50 m de espessura cobrindo toda a largura e extensão da geogrelha;
- 8- Instalação dos instrumentos de controle:
 - Medidor de recalque (tipo placa) = 10 unid.
 - Piezômetro pneumático = 8 unid.
 - Inclinômetros = 2 unid.
- 9- Execução do aterro em camadas uniformes de no máximo 0,20m de espessura sobra. Os materiais de aterragem serão espalhados imediatamente para evitar ardores e concentração de carga. Esse aterro será executado até a altura de 3,50m e será monitorado (altura de instrumentos) a cada 0,40m de altura. A medida que o aterro vai subindo a parede drenante, na junção dos dois taludes, será preenchida com areia. Sua largura será de 0,40m.
- 10- Execução de um aterro de sobrecarga temporária com 2,0m de altura. Essa sobrecarga será liberada para construção após uma campanha de 5 ensaios de cisalhamento "in situ" (phase vane test) para liberar a sobrecarga a 5 semanas após sua execução.
- 11- Retirada da sobrecarga após a análise dos resultados das leituras dos instrumentos de controle.
- 12- As fundações dos estruturas das pontas a serem construídas nesse segmento só serão executadas após a retirada da sobrecarga temporária.
- 13- O prazo de retirada da sobrecarga é de aproximadamente 120 dias após a sua execução.

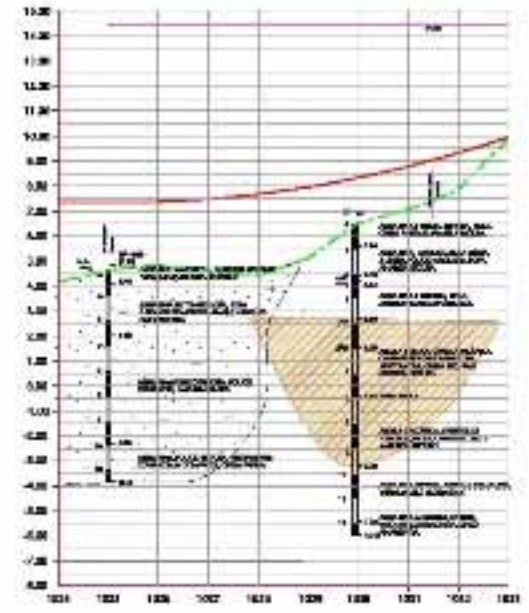
NOTA CONSTRUTIVA: O espalhamento das camadas de aterro começará do pé do talude externo para o eixo do aterro e para o talude interno.

MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DIRET
SECRETARIA	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA	DIRETORIA NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	DIRETORIA NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
PROJETO	PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE	PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE
ESTADO	ESTADO DE SÃO PAULO	ESTADO DE SÃO PAULO
MUNICÍPIO	MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
PROJETO	PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE	PROJETO DE ATERRO SOBRE SOLO MOLE
ESTADO	ESTADO DE SÃO PAULO	ESTADO DE SÃO PAULO
MUNICÍPIO	MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

11º ATERRO SOBRE SOLO MOLE : 1027 & 1033



PLANO DE LOCALIZAÇÃO
ESCALA: 1:200



perfil transversal do aterro sobre solo mole

UF	ESTADO DO RIO DE JANEIRO	DEPT
CIDADE	NOVA FRANKFURTE	BR
LOG AD	AV. BRITÂNICA, 1000	CEP
BARRIO	PARQUE SÃO FRANCISCO	UF
COL	100	BR
PROJETO DE ENGENHARIA		DATA
ATERRAMENTO SOBRE SOLO MOLE		01/05

ANEXO D

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS, REAÇÃO
ÁLCALI-AGREGADO E CARTA DE DOSAGEM DAS PLACAS DE
CONCRETO LOTE 5



Interessado: 2º Batalhão de Engenharia de Construção.

Endereço: Rua Tonheca Dantas, 463 - CEP 59300-000 – Caicó /RN

Referência: Orçamento interno 20894

Amostras nºs: 97987 a 97989, 97991 e 97992 **Data de entrada:** 14.09.2006

Material declarado: Amostras de agregados

Período de realização dos ensaios: 19.09.2006 a 26.09.2006

Objetivo: Caracterização de agregados

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados de caracterização física de amostras de agregados coletadas e enviadas pelo interessado. As amostras receberam as seguintes identificações:

ABCP	Identificação do Interessado
97987	Brita 19 mm
97988	Brita 25 mm
97989	Brita 32 mm
97991	Areia Industrial
97992	Areia lavada

2. MÉTODOS DE ENSAIO E DOCUMENTOS REFERENCIADOS

NBR 7211/2005	Agregados para concreto - Especificação
NBR NM 46/2003	Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem
NBR NM 52/2003	Agregado miúdo – Determinação de massa específica e massa específica aparente
NBR NM 53/2003	Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água
NBR NM 248/2003	Agregado - Determinação da composição granulométrica
NBR 7251/1982	Agregado em estado solto - Determinação da massa unitária
NBR NM 49/2001	Agregado miúdo – Determinação de impurezas orgânicas
NBR NM 30/2001	Agregado miúdo - Determinação da absorção de água

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.



3. RESULTADOS

As Tabelas 1 a 6 apresentam os resultados da distribuição granulométrica bem como os demais parâmetros especificados pela Norma. A Figura 1 ilustra as curvas granulométricas dos agregados.

3.1. Análise granulométrica

TABELA 1 – Distribuição granulométrica do agregado – Brita 19 mm

Porcentagem retida, em massa			
Peneira ABNT Abertura nominal (mm)	Individual	Acumulada	Limites NBR 7211 (Zona 9,5/25)
12,5	0	0	0 – 5
9,5	50	50	2 – 15 ²⁾
6,3	44	94	40 ²⁾ – 65 ²⁾
4,75	5	99	80 ²⁾ – 100
2,36	0	99	95 – 100
1,18	0	99	
0,6	0	99	
0,3	0	99	
0,15	0	99	
<0,15	1	100	-
Total	100	644	
Dimensão máxima característica (mm)	12,5		-
Módulo de finura	6,44		-
Absorção de água (%)	0,8		-
Massa específica (g/cm ³)	Agregado seco	2,65	-
	Aparente	2,60	-
	Saturado Superfície Seca	2,62	-
Massa unitária solta (kg/dm ³)	1,39		-
Material fino que passa da # 75 µm (%)	0,6		≤ 1,0
A amostra não se enquadra em nenhuma das graduações da Norma			
➤ ²⁾ Pode se aceitar uma variação de no máximo 5 unidades percentuais em apenas um dos limites marcados			



TABELA 2 – Distribuição granulométrica do agregado – Brita 25 mm

Porcentagem retida, em massa

Peneira ABNT Abertura nominal (mm)	Individual	Acumulada	Limites NBR 7211 (Gradação 19/31,5)
25	0	0	0 – 5
19	28	28	2 – 15 ²⁾
12,5	68	96	40 ²⁾ – 65 ²⁾
9,5	4	100	80 ²⁾ – 100
6,3	0	100	92 – 100
4,75	0	100	95 – 100
2,36	0	100	
1,18	0	100	
0,6	00	100	
0,3	0	100	
0,15	0	100	
<0,15	0	100	
Total	100	728	
Dimensão máxima característica (mm)	25		
Módulo de finura	7,28		
Absorção de água (%)	0,3		
Massa específica (g/cm ³)	Agregado seco	2,64	
	Aparente	2,62	
	Saturado Superfície Seca	2,62	
Massa unitária (kg/dm ³)	Solta	1,50	
Material fino que passa da # 75 µm (%)	0,2		≤ 1,0
➤ A amostra não se enquadra em nenhuma das gradações da Norma			
➤ ²⁾ Pode se aceitar uma variação de no máximo 5 unidades percentuais em apenas um dos limites marcados			



TABELA 3 – Distribuição granulométrica do agregado – Brita 32 mm

Porcentagem retida, em massa

Peneira ABNT nominal (mm)	Abertura	Individual	Acumulada	Limites NBR 7211 (Graduação 25/50)
50		0	0	0 – 50
37,5		1	1	5 – 30
32		17	18	75 – 100
25		70	88	87 – 100
19		11	99	95 – 100
12,5		1	100	
9,5		0	100	
6,3		0	100	
4,75		0	100	
2,36		0	100	
1,18		00	100	
0,6		0	100	
0,3		0	100	
0,15		0	100	
<0,15		0	100	
Total		100	8,00	
Dimensão máxima característica (mm)		37,5		
Módulo de finura		8,00		
Absorção de água (%)		0,2		
Massa específica (g/cm ³)	Agregado seco	2,64		
	Aparente	2,63		
	Saturado Superfície Seca	2,63		
Massa unitária (kg/dm ³)	Solta	1,42		
Material fino que passa da # 75 µm (%)		0,1		≤ 1,0
➤ A amostra não se enquadra em nenhuma das graduações da Norma				
➤ ²⁾ Pode se aceitar uma variação de no máximo 5 unidades percentuais em apenas um dos limites marcados				



TABELA 4 – Distribuição granulométrica do agregado – Areia Industrial

Porcentagem retida, em massa

Peneira ABNT nominal (mm)	Abertura	Individual	Acumulada	Limites NBR 7211 (Zona Sup. Ótima)
6,3		0	0	0
4,75		1	1	0 – 5
2,36		23	24	10 – 20
1,18		20	44	20 – 30
0,6		12	56	35 – 55
0,3		10	66	65 – 85
0,15		13	79	90 – 95
<0,15		21	100	
Total		100	2,70	
Dimensão máxima característica (mm)		4,75		
Módulo de finura		2,70		
Absorção de água (%)		0,50		
Massa específica (g/cm ³)	Agregado seco	2,66		
	Aparente	2,62		
	Saturado Superfície Seca	2,64		
Massa unitária (kg/dm ³)	Solta	1,59		
Material fino que passa da # 75 µm (%)		12,8		≤ 1,0
➤ ²⁾ Pode se aceitar uma variação de no máximo 5 unidades percentuais em apenas um dos limites marcados				



TABELA 4 – Distribuição granulométrica do agregado – Areia lavada

Porcentagem retida, em massa

Peneira ABNT nominal (mm)	Abertura	Individual	Acumulada	Limites NBR 7211 (Zona sup. Ótima)
9,5		0	0	0
6,3		6	6	0
4,75		1	7	0 – 5
2,36		5	12	10 – 20
1,18		13	25	20 – 30
0,6		28	53	35 – 55
0,3		37	90	65 – 85
0,15		9	99	90 – 95
<0,15		1	100	
Total		100	286	
Dimensão máxima característica (mm)		9,5		
Módulo de finura		2,86		
Absorção de água (%)		0,4		
Massa específica (g/cm ³)	Agregado seco	2,63		
	Aparente	2,62		
	Saturado Superfície Seca	2,60		
Massa unitária (kg/dm ³)	Solta	1,49		
Material fino que passa da # 75 µm (%)		1,73		3,0¹⁾ ou 5,0²⁾

¹⁾ Concreto submetido a desgaste superficial
²⁾ Concreto protegido do desgaste superficial

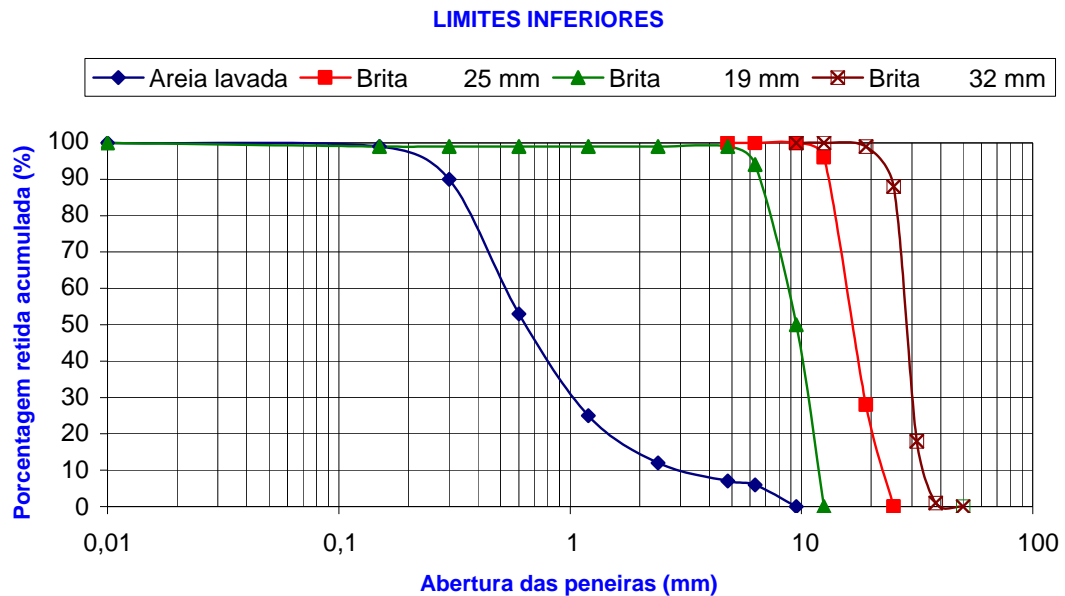


FIGURA 1 – Distribuição granulométrica das amostras

3.2. Determinação da impureza orgânica

A *Figura 2* ilustra o ensaio da determinação de matéria orgânica na amostra de agregado analisada. A solução em contato com o agregado sendo mais clara que a solução padrão indica que a matéria orgânica está abaixo de 300ppm e o agregado em conformidade com a norma.



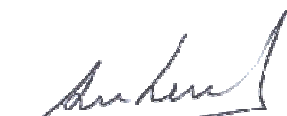
FIGURA 2 – Determinação das impurezas orgânicas




4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ O fato de os agregados não se enquadrarem nas faixas granulométricas estabelecidas pela NBR 7211/2005 não impedem a sua utilização em dosagens de concreto, desde que sejam feitos estudos prévios para definição da distribuição granulométrica ideal da dosagem.
- ✓ Não foram feitos os ensaio de caracterização da brita 38 mm, pois esta brita não será utilizada nos concretos que serão aplicados na pista (Concreto Compactado a Rolo – CCR e Concreto Simples – Para as placas).
- ✓ A areia artificial apresentou teor de material pulverulento muito alto. Esse material só será utilizado no preparo do CCR, se houver a necessidade de correção na composição granulométrica do traço.

São Paulo, 16 de outubro de 2006


Eng. Rubens Curti
Supervisor Técnico


Geól. Arnaldo Forti Battagin
Chefe do Laboratório
CREA 58664



Interessado: 1º Batalhão de Engenharia de Construção

Endereço: Rua Tonheca Dantas, 463 - CEP 59300-000 – Caicó/RN

Referência: Orçamento interno 20894

Amostras n^{os}: 97988 e 97992

Data de entrada: 14.09.2006

Material declarado: Agregados miúdo e graúdo.

Período de realização dos ensaios: 27.09.2006 a 27.10.2006

Objetivo: Determinação da Reatividade Álcali-Agregado

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados dos ensaios de determinação da reatividade álcali-agregado realizados pelo método preconizado pela ASTM C 1260. O método é indicado para avaliar a reatividade de agregados frente a uma solução alcalina de hidróxido de sódio, através da monitorização das expansões dimensionais de barras de argamassa, utilizando-se no ensaio um cimento comprovadamente não inibidor da reação álcali-agregado (referência-ABCP), cuja expansibilidade em autoclave não exceda a 0,2%. A amostra enviada pelo interessado recebeu as seguintes identificações:

ABCP	Interessado
55011 ¹	Referência-ABCP
97988	Brita 25 mm
97992	Areia Natural
¹ Cimento fornecido pela ABCP	

2. MÉTODO DE ENSAIO

ASTM C 1260/05 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates



3. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

A reação álcali-agregado é uma reação lenta, que ocorre entre os álcalis do cimento e alguns agregados reativos resultando um gel expansivo que, dispondo-se em vazios do concreto e na interface pasta-agregado, pode promover fissurações generalizadas, com conseqüente comprometimento da qualidade da estrutura.

Como esta reação requer a atuação conjunta de água, do agregado reativo e dos álcalis do cimento, sua prevenção pode ser feita a partir da eliminação de um dos fatores, ou seja, a partir do emprego de agregados inertes ou de cimentos com baixos teores de álcalis ou ainda por meio do uso de adições que inibam o processo expansivo. Dentre estas, destacam-se as escórias e as pozolanas, encontradas principalmente nos cimentos de alto-forno e pozolânicos, respectivamente, como materiais mais eficientes no combate à reação álcali-agregado.

Um dos modelos propostos para explicar a natureza expansiva da reação álcali-agregado é o sugerido por BAKKER que afirma que a sílica reativa dos agregados ao entrar em contato com os óxidos alcalinos hidratados, solubilizados durante a hidratação do cimento, dá origem a um gel expansivo hidratado, de composição sílico-alcalina. De acordo com CHATTERJI e colaboradores, a penetração dos íons alcalinos e hidroxilas, oriundos da pasta de cimento, através da superfície do agregado reativo, causa uma destruição progressiva da sua estrutura, liberando parte da sílica presente. A expansão ocorre quando uma maior quantidade de íons alcalinos e hidroxilas penetram no interior do agregado, em relação à quantidade de sílica que migra para fora.

O fato dos cimentos com escória e com pozolanas apresentarem teores inexpressivos de Ca(OH)_2 livre, é uma das causas de minimização da expansão provocada pelas reações álcali-agregado. Neste trabalho, para verificar o comportamento frente à reatividade álcali-agregado foi adotado o método de ensaio ASTM C 1260/05 - Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates, baseado no teste acelerado do NBRI, África do Sul.

O método é geralmente utilizado para avaliar a reatividade de agregados frente a uma solução alcalina de hidróxido de sódio, através da monitorização das expansões dimensionais de barras de argamassa. A expansão média aos 14 dias de cura em solução alcalina é tomada como valor de referência para a estimativa da reatividade potencial do agregado com os álcalis. Expansões superiores a 0,20% aos 14 dias indicam que o agregado é reativo e que entre 0,10% e 0,20% o agregado é potencialmente reativo, necessitando de ensaios complementares para decisão quanto a seu uso. Expansões abaixo de 0,10% indicam que o agregado é inócuo.



O método consiste em preparar barras de argamassa de acordo com a ASTM C 227, utilizando-se um traço de 1:2,25 (cimento:agregado) com relação a/c fixa igual a 0,47. Após 24 horas, são desformadas e colocadas em um recipiente para cura em água, o qual é gradualmente aquecido desde a temperatura ambiente até atingir 75° a 80°C. As barras são conservadas nestas condições por 24 horas.

Após esse período de estabilização, as barras são removidas do recipiente de cura, uma de cada vez, e rapidamente medidos seus comprimentos em sala climatizada ($23\pm 2^{\circ}\text{C}$) para estabelecer a leitura inicial a 80°C. Cada medida, com precisão de 0,002mm, deve ser feita dentro de 15 ± 5 segundos com o objetivo de não resfriar significativamente a argamassa, conforme preconiza o método.

Após a leitura inicial, as barras são colocadas em cura em solução aquosa de NaOH 1N a $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, sendo medidos seus comprimentos periodicamente no mínimo por 14 dias e calculadas suas expansões lineares.

A metodologia estabelece que a expansão média de 3 prismas deve ser calculada pelo menos por três idades intermediárias antes dos 14 dias de cura agressiva, sendo que a repetibilidade é considerada satisfatória quando dois resultados dentro do mesmo laboratório, com os mesmos operadores e agregados não diferir mais que 8,3% da expansão média para expansões acima de 0,1% aos 14 dias de cura agressiva.

A reprodutibilidade é considerada satisfatória quando a diferença de resultados entre dois laboratórios com a mesma amostra não diferir mais que 43% da expansão média entre eles, para expansões acima de 0,1% aos 14 dias de cura agressiva.

Segunda a norma, os resultados devem ser expressos pela média de leituras de 3 barras, sendo os valores individuais com aproximação de 0,001% e a média com aproximação de 0,01%.

4. PREPARAÇÃO DAS BARRAS

A *Tabela 1* apresenta a composição dos materiais utilizados para a preparação das barras de argamassa. A amostra de agregado foi previamente britada e pulverizada até obtenção da granulometria indicada.

TABELA 1 – Composição dos materiais

Abertura nominal das peneiras (mm)	Massa (g)	
Agregado	4,8 - 2,4	99,0
	2,4 - 1,2	247,5
	1,2 - 0,6	247,5
	0,6 - 0,3	247,5
	0,3 - 0,15	148,5
Cimento	440,0	
Água destilada (a/c = 0,47)	206,8	



5. RESULTADOS

A *Tabela 2* apresenta os resultados dos ensaios realizados, destacando-se os valores aos 14 dias. A *Figura 1* ilustra a evolução das expansões médias das barras de argamassa com o tempo de cura.

TABELA 2 - Variação dimensional das barras de argamassa em solução alcalina

Idade de Cura agressiva ^(*) (dias)	Variações dimensionais médias (%)	
	Areia natural	Brita 25 mm
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	ñl	ñl
4	ñl	ñl
5	0,02	0,01
6	0,02	0,01
7	0,02	0,01
8	0,02	0,01
9	0,02	0,01
10	ñl	ñl
11	ñl	ñl
12	0,03	0,01
13	0,04	0,01
14	0,04	0,01
15	ñl	ñl
16	ñl	ñl
17	ñl	ñl
18	ñl	ñl
19	0,06	0,01
20	0,07	0,02
21	0,08	0,02
22	0,09	0,02
23	0,09	0,02
24	ñl	ñl
25	ñl	ñl
26	0,11	0,03
27	0,11	0,03
28	0,11	0,03
29	0,11	0,03

ñl = leitura não realizada

(*) Para a idade do ensaio desde a moldagem acrescente 2 dias

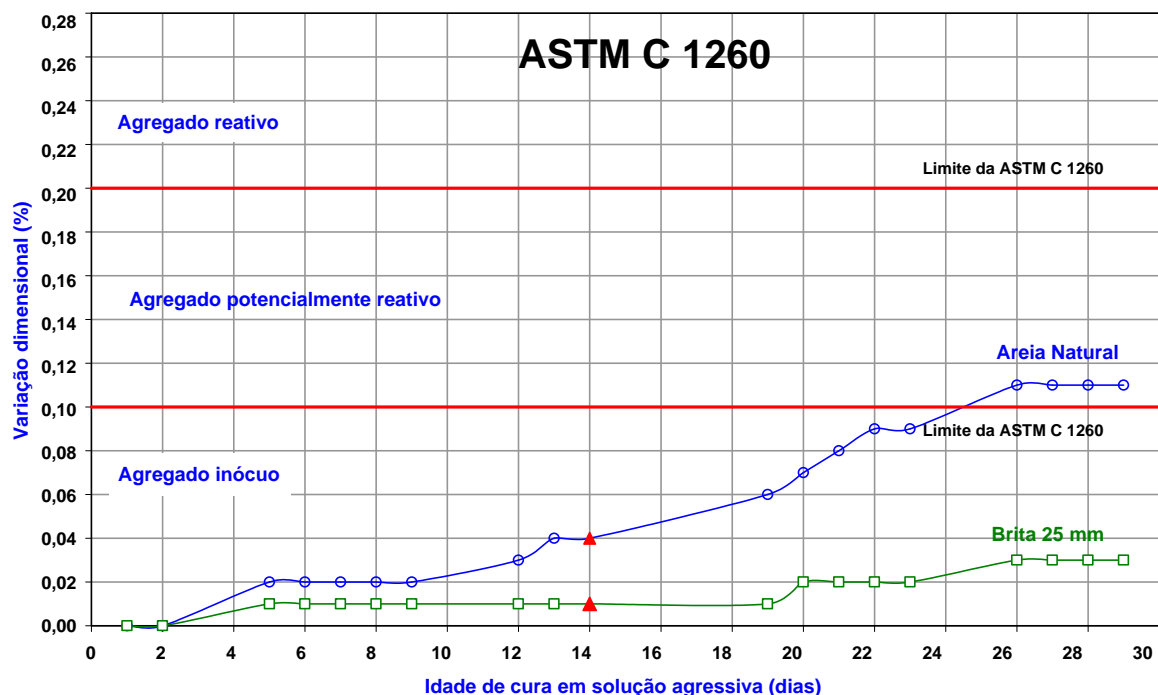


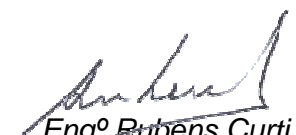
FIGURA 1 - Gráfico da evolução da expansão com o tempo de cura em solução alcalina

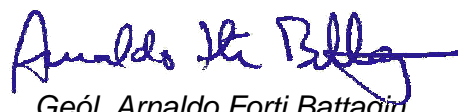
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que as expansões médias das barras de argamassa aos 14 dias de cura em solução alcalina das amostras de Agregados foram de 0,01% para a **Brita 25 mm** e 0,04% para a **Areia natural**.

As amostras dos agregados apresentaram-se inócuas segundo os critérios estabelecidos pela ASTM C 1260/05, podendo ser utilizada com qualquer tipo de cimento, sem riscos de patologias referentes à reação álcali agregado.

São Paulo, 31 de outubro de 2006


Engº Rubens Curti
Supervisor Técnico


Geól. Arnaldo Forti Battaglin
Chefe do Laboratório
CREA 58664



DOSAGEM PARA CONCRETO USINADO

CLIENTE	1º BEC - BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO	USI-Nº	CSP-01/07
OBRA	BR 101 - 1º BEC - LOTE 01		
ENDER.	RIO GRANDE DO NORTE	DATA	22/jan/07
RESP.	TEN BRUNO/ENGº MARTÔNO	TRAÇO Nº	CSP 01

ESPECIFICAÇÕES

MATERIAIS

APLICAÇÃO

CIMENTO

CP II F 32 - ZEBÚ

CS - PLACA DE CONCRETO

CONCRETO	VIBRATÓRIO	DADOS	AREIA F.	PÓ	BRITA 1	BRITA 2
fck	35,0 MPa	M. UNIT.	1,53	-	1,45	1,44
fc28	41,6 MPa	M. ESPEC.	2,62	-	2,63	2,60
FATOR a/c	0,450	M FINURA	2,68	-	6,87	7,28
Abatimento	60 +/- 10 mm	DIÂ. MÁX	4,80	-	19,10	25,40
ftk	4,5 MPa	M. PUV %	0,47	-	0,40	0,55
		ADITIVO	ESPECIFICAÇÃO			%
		1	BASF - 390 N			0,88
ADENSAMENTO	VIBRADO	2				
		3				

MATERIAIS

UND.

TRAÇO UNITÁRIO

CONSUMOS POR M3

CIMENTO	CP II F 32 - ZEBÚ	kg	1,00	399
	AREIA F.	kg	1,82	726
AGRE	PÓ	kg	0,00	0
GADOS	BRITA 1	kg	1,06	423
	BRITA 2	kg	1,60	638
ÁGUA		kg	0,450	180
ADITIVO 1	BASF - 390 N	kg	0,011	4,213
ADITIVO 2	0	ml	0,00	0
ADITIVO 3	0	ml	0,00	0

CARACTERÍSTICAS DA DOSAGEM

MASSA ESPECÍFICA REAL	Kg/m3	2366
MASSA ESPECÍFICA TEÓRICA		2388
RELAÇÃO AGUA/MATERIAIS SECOS	%	8,21
TEOR DE ARGAMASSA	%	51,5
CONSUMO TEÓRICO DE CIMENTO	kg/m3	403
TEOR DE AR INCORPORADO	%	0,92
TEOR DE UMIDADE ÓTIMA	%	-

OBSERVAÇÕES:

O ADEQUADO DESEMPENHO DESTES TRAÇOS É FUNÇÃO DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS DURANTE AS ATIVIDADES DE OPERAÇÃO E CONTROLE DA USINA DE CONCRETO INSTALADA NO CANTEIRO DE OBRAS.

José Maria Neto - enviado por e-mail



DOSAGEM PARA CONCRETO USINADO

CLIENTE	3º BEC - BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO	USI-Nº	CCR-03/06
OBRA	BR 101 - 3º BEC - LOTE 06		
ENDER.	PERNAMBUCO	DATA	7/dez/06
RESP.	CAPITÃO EUDES/ENGº MARTÔNO	TRAÇO Nº	CCR-03/06

ESPECIFICAÇÕES

MATERIAIS

APLICAÇÃO

CIMENTO CP II F 32 - ZEBÚ

CCR - CONCRETO COMPACTADO A ROLO

CONCRETO	VIBRATÓRIO	DADOS	AREIA F.	PÓ	BRITA 1	BRITA 2
fck (7dias)	5,0 MPa	M. UNIT.	1,49	1,58	1,44	1,41
fc7	11,6 MPa	M. ESPEC.	2,62	2,75	2,78	2,77
FATOR a/c	1,250	M FINURA	2,00	2,86	6,79	7,79
Abatimento	ZERO mm	DIÂ. MÁX	2,40	4,80	19,00	32,10
ftk	1,8 MPa	M. PUV %	1,00	0,90	0,40	0,19
		ADITIVO	ESPECIFICAÇÃO			%
		1				
ADENSAMENTO	COMPACTADO	2				
		3				

MATERIAIS

UND.

TRAÇO UNITÁRIO

CONSUMOS POR M3

1 P. unit. P. total

CIMENTO	CP II F 32 - ZEBÚ	kg	1,00	104	0,000	0	
	AREIA F.	2,40	kg	0,00	0	0,000	0
A G R E	PÓ	4,80	kg	8,76	911	0,000	0
G A D O S	BRITA 1	19,00	kg	6,19	644	0,000	0
	BRITA 2	32,10	kg	6,57	683	0,000	0
ÁGUA			kg	1,250	130	0,000	0
ADITIVO 1	-		ml	0,00	0	0,000	0
ADITIVO 2	-		ml	0,00	0	0,000	0
ADITIVO 3	-		ml	0,00	0	0,000	0
MASSA ESPECÍFICA REAL		Kg/m3	2470	Custo (R\$/m3)		0	
MASSA ESPECÍFICA TEÓRICA			2541				
RELAÇÃO AGUA/MATERIAIS SECOS		%	5,55				
TEOR DE ARGAMASSA		%	43,3				
CONSUMO TEÓRICO DE CIMENTO		kg/m3	107				
TEOR DE AR INCORPORADO		%	2,72				
TEOR DE UMIDADE ÓTIMA		%	8,00				

OBSERVAÇÕES:

O ADEQUADO DESEMPENHO DESTES TRAÇOS É FUNÇÃO DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS DURANTE AS ATIVIDADES DE OPERAÇÃO E CONTROLE DA USINA DE CONCRETO INSTALADA NO CANTEIRO DE OBRAS.

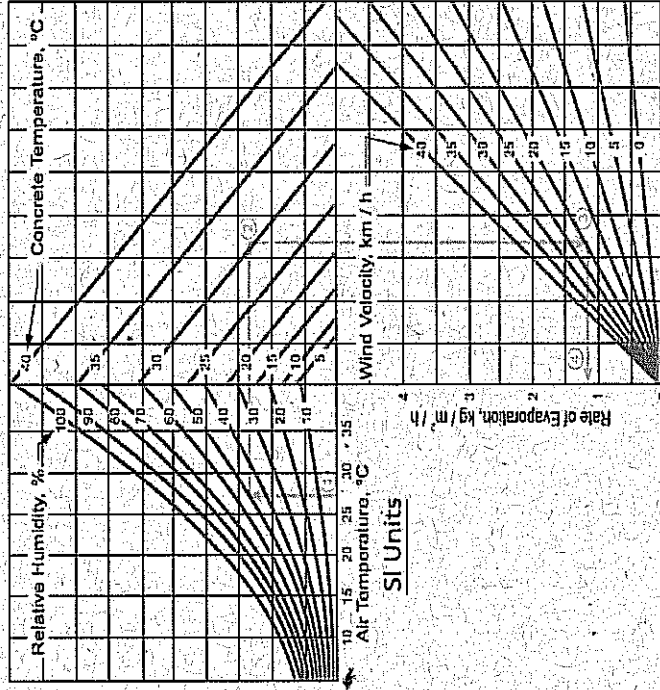
Estimativa da taxa de evaporação e probabilidade de fissuração de fissuração plástica na superfície do concreto

Cálculo de probabilidade de fissuração em concreto	
Temperatura Ambiente - Ta (°C)	30
Umidade Relativa do Ar - r (%)	70%
Temperatura do Concreto - Tc (°C)	30
Velocidade do Vento - V (km/h)	20
Taxa de evaporação - E (kg/m ² /h)	0,57
Probabilidade de fissuração	MÉDIA

$$E = 5[(Tc - 18)^{2.5} - r(Ta + 18)^{2.5}](V + 4) \times 10^{-6}$$

Para usar o ábaco

1. Entre com a temperatura do ar e mova até a umidade relativa
2. Mova para a direita até encontrar a temperatura do concreto
3. Mova para baixo até a velocidade do vento
4. Mova para a esquerda e leia a taxa de evaporação



Abaco para cálculo da taxa de evaporação

ANEXO – E

DIRETRIZES BÁSICAS PARA EXECUÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

A) SUBBASE DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO (CCR)

1. Levantamento das cotas de 3ª camada executado (05 pontos a cada 6 metros) e elaboração do plano cotado;
2. Verificar junto a topografia o nivelamento do cabo guia;
3. Checar funcionamento dos equipamentos e automóveis.
 - Pavimentadora (vibradores, nivelamento, limpeza e lubrificação)
 - Caminhão tanque abastecido e com suas mangueiras em condições;
 - Caminhão distribuidor de asfalto abastecido com RR-2C na proporção de 50% de emulsão e 50% de água;
 - Verificar o sistema de compactação dos rolos compactadores (rolo duplo tanden e rolo liso);
4. Checar laboratório (realizar medição da umidade do CCR, compactação e medir a taxa de aplicação de RR-2C);
5. Coordenar a entrada dos rolos de acordo com a umidade do material obtida em campo;
6. Verificar o número de passadas do rolo com os resultados do ensaio de compactação a fim de otimizar a produção;
7. Execução da primeira faixa de CCR da cota mais alta para a mais baixa com uma extensão máxima de 60 metros;
8. Executar compactação da 1ª faixa de 60 metros deixando 0,50 metros da faixa do eixo interno sem compactar para ser compactado quando for lançada a 2ª faixa. Este procedimento evita sobremaneira a desagregação do concreto na junta longitudinal, haja vista propiciar a união dos concretos ainda frescos;
9. Lançamento do CCR na segunda faixa, deixando espessura solta compatível com a camada anterior;
10. Rastelar para remover/acrescentar o CCR quando por ventura se fizer necessário, seja na junta longitudinal ou nos bordos ou ao longo da faixa em execução;

11. Compactar a 2ª faixa obedecendo aos critérios de controle adotados na 1ª faixa e aos procedimentos de Norma, cuidando para que a junta longitudinal fique perfeitamente nivelada e fechada;
12. Em todas as atividades anteriores, manter o CCR úmido em toda a superfície utilizando uma mangueira com redução ligada ao caminhão tanque aspergindo água, evitando assim a perda de água antes da execução da pintura de ligação (quando necessário em dias muito quente);
13. Execução da pintura de ligação com RR-2C, procurando cobrir toda a área do CCR, inclusive as laterais;
14. Serviço concluído.

B) PLACA DE CONCRETO SIMPLES COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA

DATA: _____

1. USINA DE CONCRETO

- Contato telefônico Usina – Pista ()
- Estoque de cimento ()
- Estoque de aditivos e agregados ()
- Teste de operacionalidade da usina / carregadeira ()
- Vistoria do cabo de aço do skip (carro de agregados) ()
- Equipe de laboratório ()
- Caminhões Basculantes limpos, dimensionados ()

2. PISTA DE LANÇAMENTO DE CONCRETO

- Levantamento das cotas de CCR executado (05 pontos a cada 6 metros) e elaboração do plano cotado ()
- Verificar se a altura da linha guia com o CCR executado satisfaz ao ajuste mínimo do equipamento ()
- Barras de transferência – pintadas, engraxadas e bem travadas nos suportes e em quantidade suficiente para execução ()
- Forma para junta de construção limpa e com desmoldante ()
- Estoque de agente de cura ()

- Checar funcionamento dos equipamentos.
 - Pavimentadora (vibradores, nivelamento e limpeza)()
 - Texturizadora (limpeza dos bicos espargidores) ()
 - Ponte de serviço (freios) ()
 - Retro – escavadeira (junta de construção) ()
 - Torre de iluminação (diesel e refletores) ()
 - Vibradores de imersão (Abastecidos e limpos) ()
 - Furadeira (broca) ()
 - Pistolas de fixação (chapas, pinos e munição) ()
 - Escavadeira limpa ()
 - Máquina de lavar de alta pressão (pavimentadora) ()
- Checar equipamentos auxiliares e de acabamento.
 - Float (02 und) ()
 - Rodo de corte (02 und) ()
 - Pulverizador costal (03 und) ()
 - Lona plástica ()
 - Régua de alumínio (02 und) ()
 - Ferramentas de pedreiro ()
 - Vassoura de texturização ()
- Equipe – Posicionamento e EPI's ()
- Equipe de laboratório ()
- Equipe de topografia ()
- Veículos Auxiliares de apoio ()
- Verificar regularização da plataforma sob as esteiras da pavimentadora do segmento a pavimentar ()

3. DURANTE O LANÇAMENTO

- Verificar abatimento do concreto (slump test);
- Checar acabamento da junta de construção entre a placa já executada e a que esta sendo executada;
- Checar a cada 6 metros se a altura da linha guia até a superfície da placa obedece ao ajuste previsto (caso contrário informar ao operador da Pavimentadora);

- Verificar os acabamentos laterais e superficiais do concreto lançado, texturização e aplicação do agente de cura que deverá obedecer a taxa mínima de projeto. (Nas horas de maior temperatura é aconselhável aumentar o valor da referida taxa para garantir a cura);
- Nivelamento e fixação das barras de transferência;
- Inserção das barras de ligação;
- Manter pista de CCR sempre molhada;
- Contato usina;
- Verificar a numeração das placas;
- Ao término do trecho previsto, executar a junta de construção sempre observando a fixação, alinhamento e altura das formas, completar os espaços vazios com concreto, colocar as barras de transferência pintadas e engraxadas, vibrar o concreto e fazer o nivelamento sempre evitando a formação de bump's.

4. CONCLUSÃO DOS SERVIÇOS DIÁRIOS

- Relatório de ocorrências de eventuais danos no pavimento;
- Registrar o estaqueamento onde terminou o lançamento;
- Realizar a limpeza e manutenção dos equipamentos;
- Verificar liberação e mobilização para o próximo trecho;
- Checar estoques de insumos e se for o caso providenciar a reposição dos mesmos;
- Desmobilizar.

5. PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DO CORTE

5.1 - EQUIPAMENTOS

- Máquina de corte limpa e abastecida (02 und no mínimo) ()
- Discos de corte em quantidade suficiente para o trecho ()
- Caminhão Pipa ou cisterna d'água ()
- Torre de iluminação abastecida e testada (02 und no mín) ()
- Régua de 3 metros (02 und) ()
- Régua metálica de 30cm p/ medir profundidade do corte ()

- Linha de nylon ()
- Ponteira para riscar o concreto ()
- Plataforma de madeira ou aço p/ apoiar máquina de corte ()
- Regador (02 und) ()

5.2 - PROCEDIMENTOS

- Realizar inspeção tátil para verificar se o concreto atingiu resistência suficiente para suportar o peso do equipamento e pessoal;
- O início do corte deverá ocorrer quando o concreto permitir caminhar sem deixar marcas e o corte não esborcinar. Este horário poderá sofrer alterações em virtude das condições climáticas do dia;
- Realizar com o auxílio da topografia a locação das juntas transversais (a cada 06 metros) e das juntas longitudinais;
- Instalar a máquina de corte na posição utilizando plataforma metálica ou de madeira para viabilizar cada corte de junta transversal em uma única passada, caso contrário realizar em dois tempos sempre buscando a perfeição na união dos cortes;
- Verificar se a profundidade do corte durante a execução atinge o previstos conforme a fórmula $h_{\text{corte}} = (h_{\text{placa}} / 3)$.
- Registrar em relatório quaisquer observações durante a execução dos cortes (presença de aço na altura do corte, esborcinamento, cortes desalinhados, fissuras, etc...)
- Evitar utilizar jatos d'água com muita pressão afim de evitar a retirada da película do agente de cura;
- Retirar ao fim do serviço as formas da junta de construção para finalizar os cortes das juntas longitudinais, sempre com o devido cuidado de não esborciná-las;
- Efetuar a limpeza do equipamento;
- Desmobilizar.

ANEXO – F

METODOLOGIA DA INSTRUMENTAÇÃO DO ATERRO SOBRE SOLOS MOLES

A inclinometria é um método de medição de deslocamento horizontal do maciço ou estrutura através da implantação de tubo guia instalado em seu interior (**Foto 1**).



Foto 1 – Vista do tubo de inclinômetro instalado e protegido por manilha de concreto

A perfuração foi executada com diâmetro interno mínimo do tubo de revestimento de 5". Concluído o furo foram inseridos os tubos de revestimento, previamente preparados, no interior do furo, e a região anular entre o tubo e a parede do furo foi preenchida com uma mistura de material fino, cimento e bentonita, com traço de 1:10.

O tubo possui ranhuras dispostas ortogonalmente para direcionar o sensor inclinométrico (torpedo), e tem diâmetro externo máximo de 88 mm. As medidas foram efetuadas a intervalos de 500 mm ao longo da profundidade, em duas direções ortogonais. O deslocamento do maciço foi determinado pela comparação da leitura inicial com as posteriores.

O inclinômetro utilizado foi do tipo DIGITILT, fabricado pela **SLOPE INDICATOR** e a aquisição de dados com modelo DIGITILT DataMate com coletor automático de dados, também da **SLOPE INDICATOR**. (**Foto 2**)



Foto 2 – Vista do equipamento de leitura dos Inclínômetros

A precisão do sistema é de 6,0 mm para 25 metros de profundidade. Para cada um dos inclinômetros instalados foi preparado um croquis, indicando as principais características da instalação.

LEITURAS INICIAIS DOS INCLINÔMETROS

As leituras iniciais são referências para as leituras subsequentes. Estas leituras foram obtidas de maneira similar às leituras de rotina. Entretanto, como procedimento normal, são sempre feitas três leituras consecutivas de cada tubo, para minimizar erros irreparáveis nestas leituras iniciais.

Os “zeros” de cada inclinômetro foram obtidos após uma avaliação estatística das três determinações, de modo a eliminar as leituras consideradas discrepantes das demais.

INSTALAÇÃO DOS PIEZÔMETROS

Os piezômetros instalados foram do tipo pneumático, em furos de sondagens realizados com 5” de diâmetro. A instalação consistiu na inserção do piezômetro no interior de um bulbo formado com material granular com cerca de 50cm de espessura, selado por material de baixa permeabilidade (bentonita) com cerca de

1,0m. O restante do furo foi preenchido com material local. As pedras porosas dos piezômetros foram previamente saturadas.

De forma similar aos inclinômetros, estes instrumentos demandam a realização de Leituras Iniciais (leitura zero), antes do início do lançamento do aterro, que serve de referencia para as demais leituras. Os piezômetros foram ligados à caixa de leitura por meio de um par de tubos de pequeno diâmetro. As leituras são realizadas por equipamento especial dotado de cilindro de CO₂ sob pressão, (**Foto 3**).



Foto 3 – Leitora dos Piezômetros

INSTALAÇÃO DAS PLACAS DE RECALQUE

As Placas de Recalque são instrumentos para observar as deformações verticais da fundação em função do carregamento com aterro. A instalação foi feita pelo posicionamento, nos locais indicados, da placa de concreto armado, com dimensões 0,50 x 0,50m (**Foto 4**), perfeitamente nivelada, contendo uma haste no centro (**Foto 5**). A medida que o aterro se desenvolvia, novas hastes eram acopladas às hastes existentes de modo a permitir o nivelamento da extremidade das mesmas.



Foto 4 – Placa de Recalque



Foto 5 – Haste de Leitura

De forma similar aos demais instrumentos, foram feitas leituras iniciais dos instrumentos, antes do início do lançamento do aterro. Ainda para medir os recalques devido a construção dos aterros, em áreas onde não são lançados materiais, foram instalados os Marcos de Recalque. Estes instrumentos, como as Placas de Recalque, foram niveladas em relação aos Bench Marks e foram instalados em duas posições distintas: fora da área dos aterros, sempre no mesmo alinhamento das Placas de Recalque e, junto ao aterro da pista existente, de forma a observar os recalques da pista existente quando das operações de escavação e limpeza dos taludes e lançamento do aterro. Estes instrumentos foram blocos de concreto, contendo no centro uma cabeça boleada, que foram instalados em pequenas escavações, conforme mostrado na **Foto 6**.



Foto 6 – Vista de Marco de Recalque (interior do círculo)

INSTALAÇÃO DOS BENCH MARKS

Os controles de recalque foram feitos em relação a referências profundas (Bench Marks). Estes instrumentos foram instalados em furos de sondagens abertos até pontos indeslocáveis, onde foram introduzidas hastes de ferro galvanizado e revestidos com tubos de PVC rígido (**Foto 7**).



Foto 7 – Vista do Bench Mark instalado

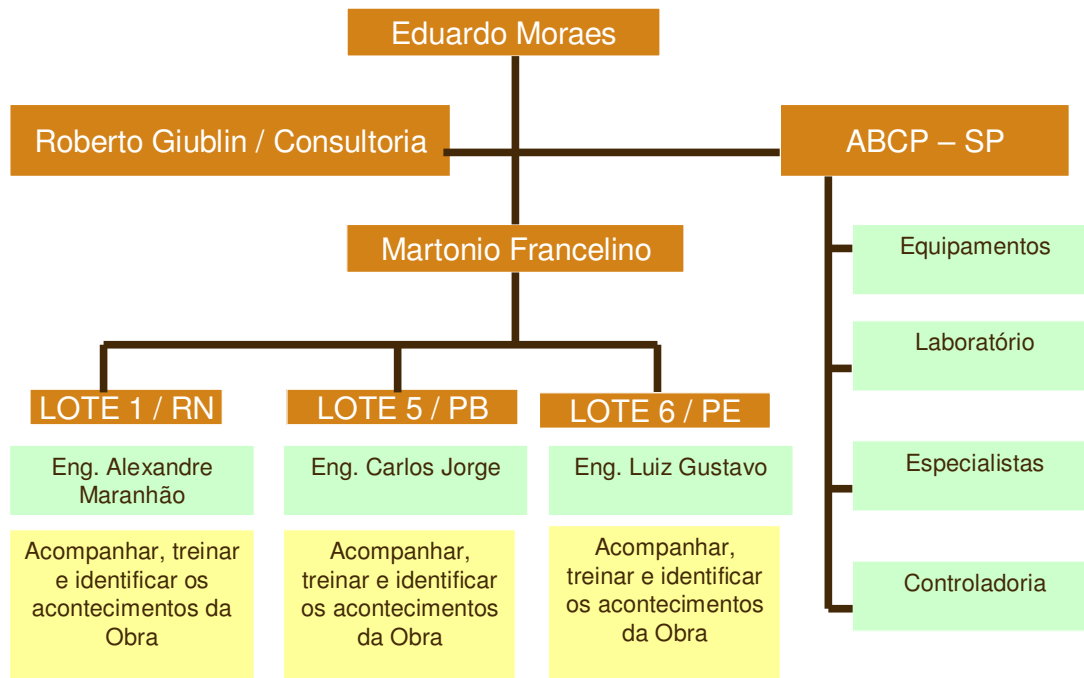
Cada Bench Mark recebe uma cabeça de leitura, similar às utilizadas nas Placas de Recalque, feitas de bronze.



Foto 8 – Vista Geral de um subtrecho com os Instrumentos Instalados

ANEXO – G

ORGANOGRAMA – BR-101



ORGANOGRAMA DA EQUIPE DE TRABALHO DA ABCP

ANEXO – H

RELATÓRIO DO ENSAIO DA MACRO-TEXTURA DO PAVIMENTO DE CONCRETO (ASTM – E 965/96)

1 CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

Este trabalho consiste no método para medição do índice de texturização através do ensaio da ASTM E-965/96, realizado entre os dias 23 e 25 de maio de 2007 na Rodovia BR-101 nos Lotes 1, 5 e 6 sob responsabilidade do Exército Brasileiro. Este método descreve o procedimento para determinação da profundidade média da macro-textura superficial do pavimento, pela aplicação cuidadosa de um volume de material conhecido sobre uma área selecionada.

A ASTM E-965/96 estabelece que a profundidade da macro-textura deve ficar compreendida entre 0,5 e 1,2 mm.

2 Ensaios executados no 1º BEC

Tabela 1						
Local	VOLUME (mm³)	Diâmetro	Média Diâmetro (mm)	ÁREA (mm²)	Índice de Texturização (mm)	
Texturização da vassoura com peso						
Placa - 1077	25090	203	206	33312,26	0,8	
		209				
Placa - 1099		200	189	28040,99	0,9	
		178				
Placa - 1127		195	201	31714,79	0,8	
		207				
Placa - 1144		190	195	29849,63	0,8	
		200				
Texturização da vassoura sem peso						
Est - 745		25090	263	260	53066,00	0,5
	257					
Est - 750+3,0	233		251,5	49653,02	0,5	
	270					
Sem Texturização						
Est - 703	25090		263	285,5	63985,55	0,4
			308			
Est - 704			290	285	63761,63	0,4
			280			
Asfalto			300	295	68314,63	0,4
		290				

Vassoura sem Peso		Vassoura com peso	
Comprimento:	40 cm	Comprimento:	74,5 cm
Largura:	5 cm	Largura:	5 cm
Altura:	15 cm	Altura:	12 cm
Peso:	1,05 kg	Peso:	3,50 kg

3 Ensaios executados no 2º BEC

Tabela 2						
Local	VOLUME (mm³)	Diâmetro	Média Diâmetro (mm)	ÁREA (mm²)	Índice de Texturização (mm)	
Texturização da vassoura sem peso						
Placa - 20	25090	200	210	34618,50	0,7	
		220				
Placa - 41		220	220	37994,00	0,7	
		220				
Placa - 32		298	301	71121,79	0,4	
		304				
Placa - 47		196	186	27157,86	0,9	
		176				
Texturização da vassoura com peso						
Placa - 179		210	200	31400,00	0,8	
		190				
Placa - 203		200	190	28338,50	0,9	
	180					
Placa - 194	189	188	27745,04	0,9		
	187					
Placa - 212	207	211	34948,99	0,7		
	215					
Placa - 336	166	176	24316,16	1,0		
	186					
Placa - 353	187	186	27157,86	0,9		
	185					
Vassoura sem Peso		Vassoura com peso				
Comprimento:	40 cm	Comprimento:	40 cm			
Largura:	7 cm	Largura:	7 cm			
Altura:	15 cm	Altura:	15 cm			
Peso:	1,05 kg	Peso:	2,70 kg			

4 Ensaios executados no 3º BEC

Tabela 3					
Local	VOLUME (mm ³)	Diâmetro	Média Diâmetro (mm)	ÁREA (mm ²)	Índice de Texturização (mm)
Placa - 02	25090	Texturização da vassoura com peso			
		190	186	27157,86	0,9
182					
Placa - 05		188	177,5	24732,41	1,0
		167			
Placa - 06		150	163	20856,67	1,2
		176			
Placa - 08		171	169,5	22553,25	1,1
		168			
		Texturização da vassoura sem peso			
Placa - 10		281	300,5	70885,70	0,4
		320			
Placa - 11	286	298	69711,14	0,4	
	310				
Placa - 13	306	313	76905,67	0,3	
	320				
Placa antiga de concreto	250	250	49087,50	0,5	
	250				

Vassoura sem Peso		Vassoura com peso	
Comprimento:	40 cm	Comprimento:	40 cm
Largura:	7 cm	Largura:	7 cm
Altura:	15 cm	Altura:	15 cm
Peso:	1,05 kg	Peso:	2,70 kg

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Localização



Aparatos para o ensaio



Vista Geral



Preenchimento do recipiente com areia



Recipiente cheio de areia



Início do espalhamento da areia



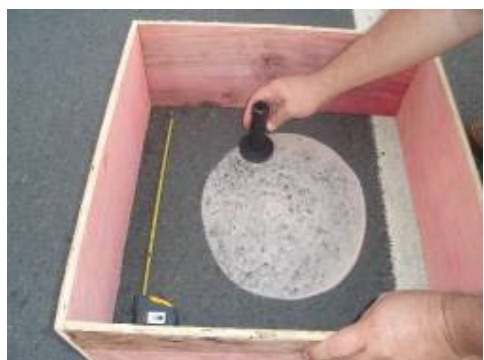
Espalhando areia



Conclusão do espalhamento



Medição do diâmetro Teste no asfalto (1º BEC)



Espalhando areia Medição do diâmetro

TREINAMENTO DO ENSAIO:





Vassoura inicial 1º BEC



Vassoura Atual 1º BEC



Vassoura inicial 3º BEC



Vassoura Atual 3º BEC



Vassoura Atual 2º BEC Pesagem da vassoura



Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)