



**LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE BARRAGENS DE BETÃO
Núcleo de Geodesia Aplicada**

Proc. 0504/01/16072
Proc. Int. 0404/541/816

**ATERRO DE ESTRADA EM FAFE
Resultados do nivelamento geométrico efectuado em Outubro de
2007 e Janeiro de 2008**

Estudo realizado para o Centro para a Valorização
de Resíduos (CVR)

LISBOA • Janeiro de 2008

**I & D BARRAGENS DE BETÃO
NOTA TÉCNICA 18/2008 – DBB/NGA**

Índice de Texto

1 – Introdução	1
2 – Descrição do Sistema de Observação	1
3 – Metodologia Operativa	2
4 – Resultados	3
5 – Nota Final	4

Índice de Figuras

1 – Aspecto do ponto fixo	1
2 – Localização do ponto fixo	1
3 – Nivelamento de P1	1
4 – Nivelamento de P2	1
5 – Colocação do ponto objecto	2
6 – Localização dos pontos objecto	2
7 – Medições na primeira campanha	2
8 – Medições na segunda campanha	2
9 – Localização do prego Ldt2	3

Índice de Quadros

1 – Cotas e deslocamentos verticais	3
---	---

Aterro de Estrada em Fafe: Resultados do Nivelamento Geométrico Efectuado em Outubro de 2007 e Janeiro de 2008

1 – Introdução

Entre Fafe e Cabeceiras de Basto, na estrada nacional 311, foi construído um aterro experimental de escórias provenientes da Siderurgia Nacional, no qual foi instalada uma linha de nivelamento geométrico de precisão, onde foram realizadas duas campanhas medição, em 10 de Outubro de 2007 e 15 de Janeiro de 2008, respectivamente, por uma equipa do Núcleo de Geodesia Aplicada (NGA) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Esta nota técnica destina-se a apresentar os deslocamentos resultantes das duas operações de nivelamento referidas.

2 – Descrição do Sistema de Observação

A linha de nivelamento geométrico que se encontra instalada ao longo do aterro de estrada, para determinação dos deslocamentos verticais dos pontos objecto, é constituída por: i) Um ponto de referência, designado por PF, materializado por um taco de latão embutido num bloco de betão colocado sobre a rocha (Figuras 1 e 2); ii) Dois pontos auxiliares, designados por P1 e P2, materializados por pregos de aço embutidos nas caleiras de drenagem das bermas da estrada (Figuras 3 e 4); iii) Quatro pontos objecto, materializados por tacos de latão embutidos em blocos de betão, localizados no aterro sobre os perfis 6, 5, 3/2 e 2/1, aos quais foram atribuídas as mesmas designações.



Figura 1 – Aspecto do ponto fixo.



Figura 2 – Localização do ponto fixo.

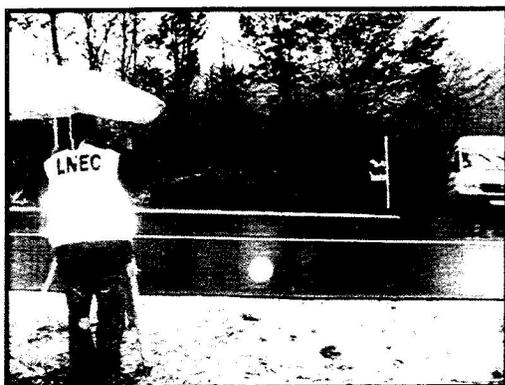


Figura 3 – Nivelamento de P1.



Figura 4 – Nivelamento de P2.

Na Figura 5, pode observar-se a operação de colocação dos blocos que materializam os pontos objecto, ao longo do aterro, e na Figura 6 a localização dos mesmos, após a colocação do asfalto.



Figura 5 – Colocação dos pontos objecto. **Figura 6** – Localização dos pontos objecto.

3 – Metodologia Operativa

Para a determinação das cotas dos pontos objecto da linha de nivelamento geométrico, foram observados os desníveis entre pontos consecutivos, numa operação de nivelamento e contra-nivelamento, com início e fim no ponto considerado fixo (PF). Utilizou-se para o efeito um nível automático Wild NA2 com micrómetro óptico GPM3 e miras de apoio inferior com escala de 2m em invar. Na Figura 7 podemos observar a medição do desnível entre o ponto 6 e o ponto 5, durante a primeira campanha e na Figura 8 a medição do mesmo desnível na segunda campanha.

A tolerância utilizada como critério de aceitação do erro de fecho do nivelamento foi: $\pm 0,18 \sqrt{nd}$ (mm) sendo nd o número de desníveis observados no nivelamento e contra-nivelamento. A tolerância para uma linha composta por 12 desníveis é de 0,62 mm, valor muito superior ao obtido nas duas campanhas, respectivamente 0,15 mm e 0,47 mm.

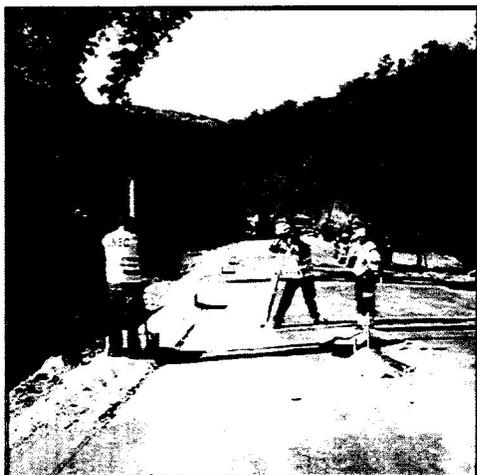


Figura 7 – Medições na primeira campanha. **Figura 8** – Medições na segunda Campanha.

4 – Resultados

Para o ajustamento dos desníveis observados nas duas campanhas foi utilizado o programa de cálculo automático AID, baseado no método de variação de coordenadas, desenvolvido no NGA.

No Quadro 1 estão representadas as cotas dos pontos, obtidas nas duas campanhas e os respectivos deslocamentos verticais relativos ao ponto de referência PF. Os deslocamentos referem-se a eixos com a direcção da vertical em cada ponto, com sentido positivo dirigido para o Zénite, pelo que deslocamentos negativos correspondem a assentamentos dos pontos correspondentes.

Foi solicitado, na última campanha, o nivelamento de dois pregos colocados sobre o asfalto na faixa de rodagem. O primeiro prego, que designámos por Ldt1, está localizado em frente do ponto objecto 6 e o segundo, que designámos por Ldt2, está localizado em frente ao ponto 2/1 (Figura 9). As cotas desses pontos são também apresentadas no Quadro 1. Deve notar-se que estes pontos estão sujeitos à acção do tráfego de viaturas.

Quadro 1 – Cotas e deslocamentos verticais

Ponto	Cotas (mm)		Desl. Verticais (dH) (mm)
	Out-2007	Jan-2008	
PF	10000.0	10000.0	0.0
P1	8696.6	8696.4	-0.2
P2	7903.5	7902.9	-0.6
6	6630.2	6629.3	-0.9
5	6323.6	6322.5	-1.1
3/2	5596.7	5595.0	-1.7
2/1	5304.1	5304.0	-0.1
Ldt1	*	6696.9	*
Ldt2	*	5622.5	*



Figura 9 – Localização do prego Ldt2

5 – Nota Final

As duas campanhas de nivelamento foram realizadas por uma equipa do LNEC constituída pelos engenheiros técnicos Henrique Candeias e Fernando Catrau, pelo técnico profissional Aires Moita e pelo auxiliar técnico Inácio Gonçalves.

Lisboa, Janeiro de 2008

VISTOS

O Chefe do Núcleo de
Geodesia Aplicada



ENG.º João M. Martins Casaca

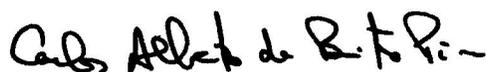
AUTORIA



Henrique M. A. Candeias

Técnico Principal

O Director do Departamento de
Barragens de Betão



ENG.º Carlos Alberto de Brito Pina