

## Laser na Identificação de Ravinas

Usualmente nos serviços de Mapeamento de Faixas de Dutos, a Esteio realiza a modelagem do terreno a partir de dados LASER. Especificamente no Serviço FEED MARICÁ - COMPERJ, executado para a PETROBRAS, a Esteio realizou adicionalmente levantamento topográfico complementar em algumas áreas suspeitas, com o objetivo de identificar ravinas encobertas pela vegetação.

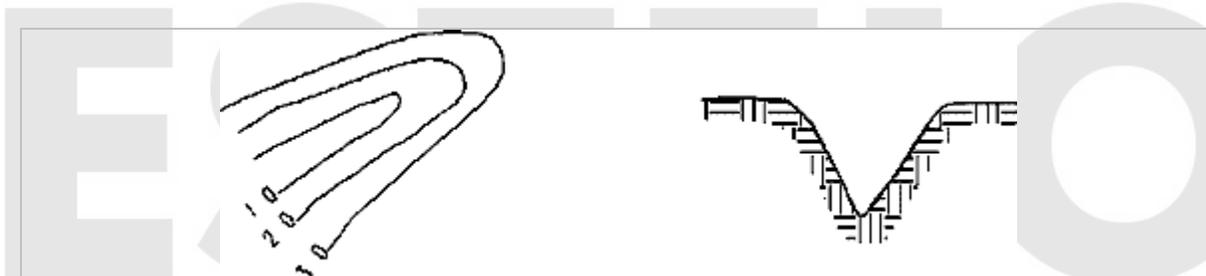
Esse documento técnico tem por o objetivo de apresentar as etapas desenvolvidas e os resultados comparativos entre os distintos métodos de levantamento nas “Áreas de Ravinas” e, mais uma vez, comprovar a eficiência dos dados LASER.

### Ravinas

Embora existam algumas contradições a respeito do termo ravina e suas implicações no significado geomorfológico, o termo geralmente é aplicado para condutores de água e sedimentos. O alargamento e aprofundamento dessas ravinas podem dar origem a voçorocas devido à ação erosiva das águas na base e nas partes laterais das ravinas, chegando a formar grandes buracos na superfície. Os vales estreitos podem se apresentar como ravina e como grotas. Uma ravina forma-se ao longo de uma depressão natural à superfície do solo ou em declives. A ravina avança ao longo da encosta na direção oposta à do escoamento da água. As ravinas são a marca de uma forte erosão.

Apresentam profundidade maior que 0,5 metros, diferenciando-se dos sulcos por não serem obliteradas pelas operações normais de preparo do solo. Ocorrem quando a água do escoamento superficial escava o solo atingindo seus horizontes. Também ocorrem movimentos de massa devido ao abatimento de seus taludes (Proin/Capes & Unesp/IGCE, 1999).

Possuem forma retilínea, alongada e estreita. Raramente se ramificam e não chegam a atingir o nível freático. Apresentam perfil transversal em "V" e geralmente ocorrem entre eixos de drenagens, muitas vezes associadas a estradas, trilhas de gado e carregadores (Proin/Capes & Unesp/IGCE, 1999).



*Ravinas*

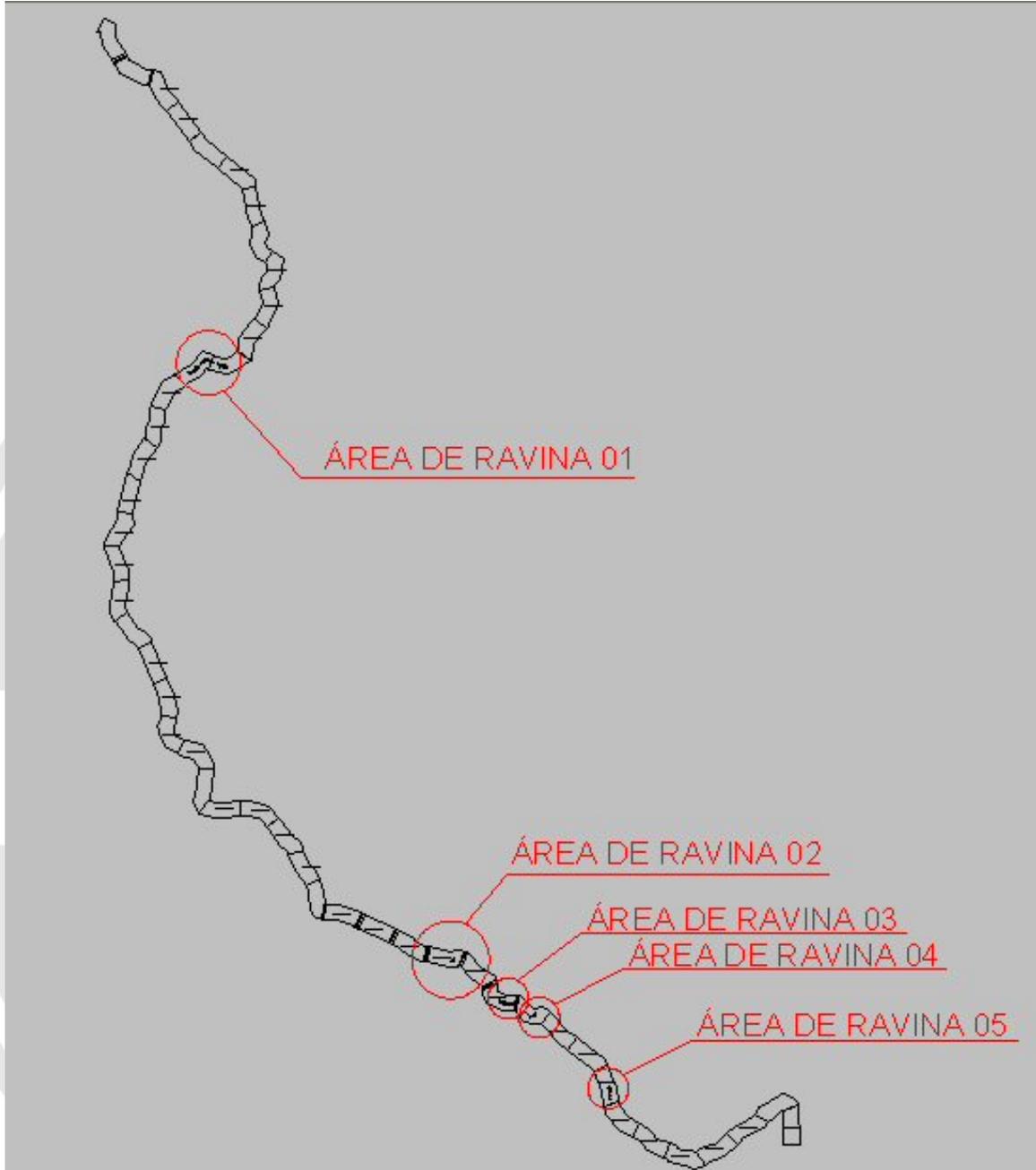


*Ravinas*

### **Etapas desenvolvidas**

A seguir são apresentadas as etapas desenvolvidas, com o objetivo de identificar possíveis ravinas em 5 áreas suspeitas, identificadas pela equipe da Esteio:

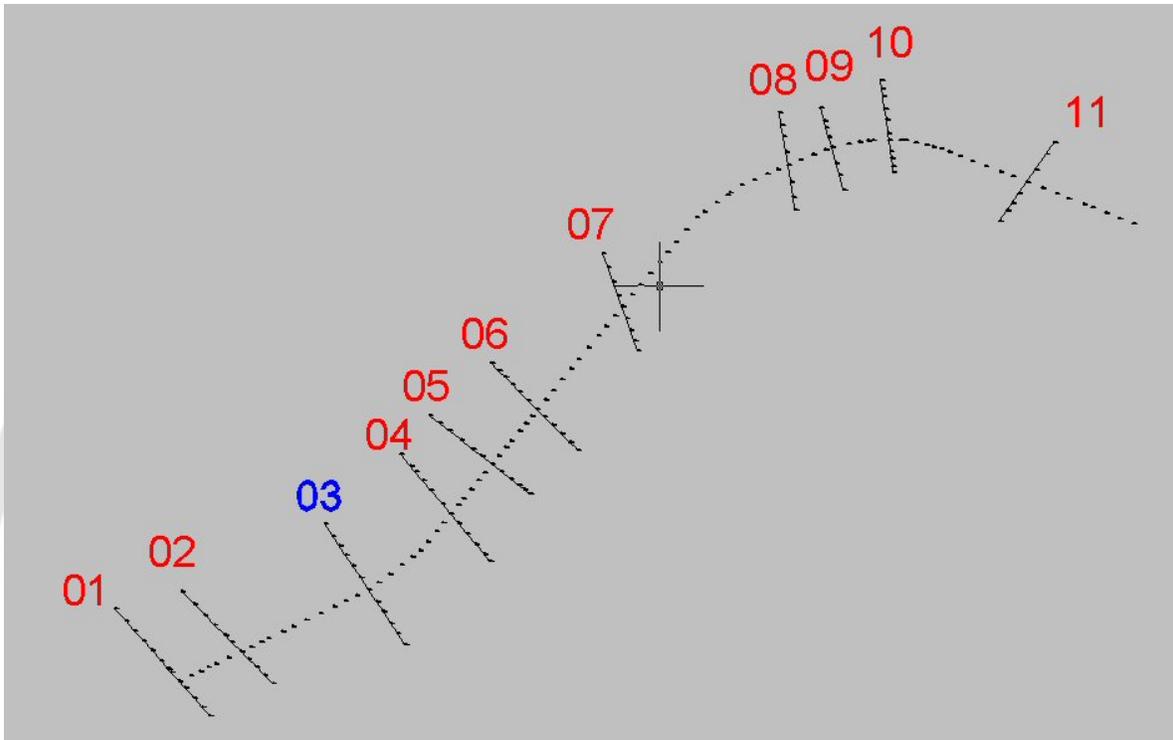
# ESTEIO



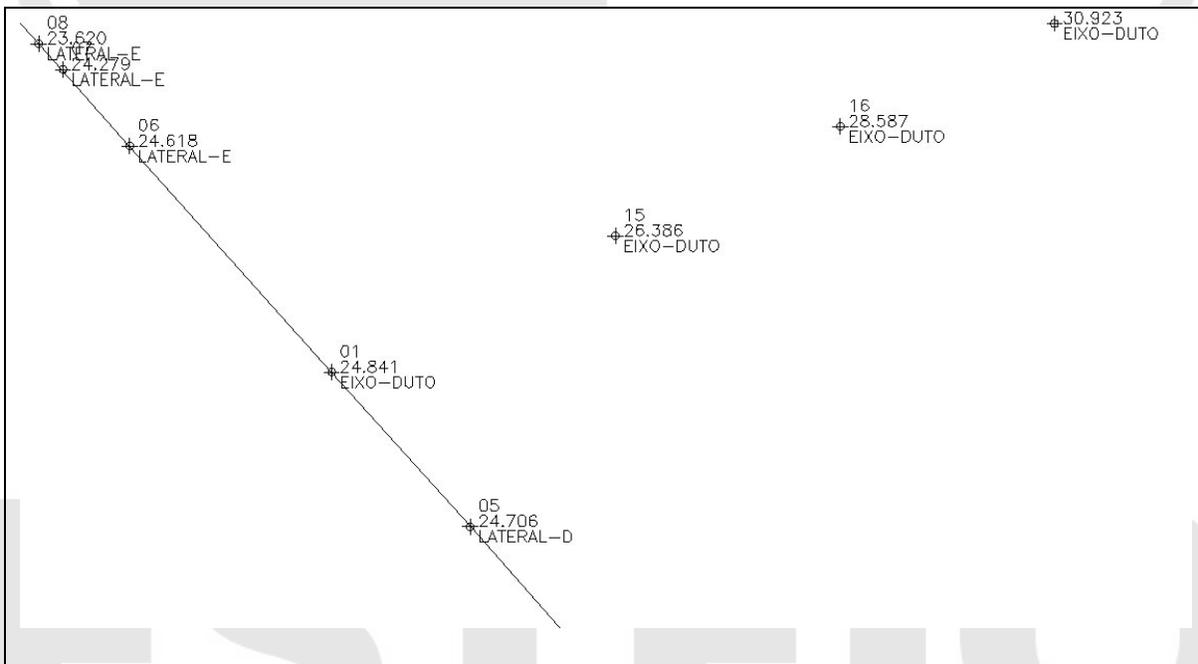
*Articulação de folhas referentes ao trecho Maricá-COMPERJ com a indicação dos locais de investigação, denominados Área de Ravina 01 a 05.*

1- Realizadas seções topográficas nas 5 áreas de estudo. As seções foram realizadas na diretriz da faixa de duto, no trecho que abrange a área de interesse, e transversalmente ao eixo da faixa.

# ESTEIO



Seções Topográficas realizadas na Área de Ravina 1, ao longo da faixa de duto e transversalmente a faixa.



Detalhe de Seção Topográfica realizada na Área de Ravina 1, também com a indicação de pontos levantados na a Diretriz da Faixa, denominados como "Eixo\_Duto".

2- Comparação dos resultados da topografia com os resultados do LASER para cada seção levantada nas Áreas 01 a 05.

Nova pasta\TOPOGRAFIA01.TXT					
Number	Easting	Northing	Known Z	LASER Z	Dz
02-LATERAL-D	723422.274	7481357.160	23.221	23.490	+0.269
03-LATERAL-D	723417.276	7481362.824	23.568	23.660	+0.092
04-LATERAL-D	723411.830	7481368.942	24.005	24.330	+0.325
05-LATERAL-D	723405.915	7481375.669	24.706	24.730	+0.024
21-LATEAL-D	723463.389	7481378.265	43.992	44.040	+0.048
01-EIXO-DUTO	723402.303	7481379.706	24.841	24.900	+0.059
15-EIXO-DUTO	723409.690	7481383.271	26.386	26.590	+0.204
22-LATEAL-D	723457.903	7481383.803	44.173	44.080	-0.093
06-LATERAL-E	723397.053	7481385.618	24.618	24.580	-0.038
16-EIXO-DUTO	723415.547	7481386.132	28.587	29.030	+0.443
07-LATERAL-E	723395.311	7481387.626	24.279	23.850	-0.429
08-LATERAL-E	723394.682	7481388.301	23.620	23.530	-0.090
17-EIXO-DUTO	723421.121	7481388.827	30.923	31.180	+0.257
23-LATEAL-D	723452.405	7481389.273	44.169	44.070	-0.099
18-EIXO-DUTO	723425.830	7481391.062	33.093	33.310	+0.217
09-LATERAL-E	723390.287	7481393.262	22.258	22.140	-0.118
24-LATEAL-D	723447.361	7481394.338	43.533	43.660	+0.127
19-EIXO-DUTO	723433.980	7481395.029	38.021	38.100	+0.079
20-EIXO-DUTO	723442.575	7481399.109	43.270	43.130	-0.140
10-LATERAL-E	723384.386	7481399.924	21.572	21.500	-0.072
31-EIXO-DUTO	723448.768	7481402.194	47.484	47.970	+0.486
46-LATERAL-D	723549.419	7481403.682	96.803	96.850	+0.047
25-LATEAL-E	723436.488	7481405.238	42.926	42.920	-0.006
32-EIXO-DUTO	723455.487	7481405.466	51.729	51.770	+0.041
11-LATERAL-E	723378.850	7481406.220	21.259	21.230	-0.029
33-EIXO-DUTO	723459.975	7481407.591	54.921	55.650	+0.729
26-LATEAL-E	723432.131	7481409.628	42.218	42.350	+0.132
45-LATERAL-D	723544.500	7481411.091	98.805	99.680	+0.875
34-EIXO-DUTO	723469.206	7481412.108	61.890	62.780	+0.890
12-LATERAL-E	723373.239	7481412.516	21.292	21.210	-0.082
35-EIXO-DUTO	723476.181	7481415.443	67.152	67.380	+0.228
27-LATEAL-E	723425.382	7481416.366	41.515	41.480	-0.035

*Exemplo de apresentação dos valores altimétricos obtidos pelo método topográfico (Coluna Known Z) e pelo método LASER (LASER Z), com as respectivas diferenças (Coluna Dz).*

Average dz	+0.142
Minimum dz	-0.429
Maximum dz	+1.242
Average magnitude	0.199
Root mean square	0.301
Std deviation	0.266

*Resultado estatístico da comparação dos métodos, realizado para a Área 1.*

A precisão altimétrica, segundo o PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica é de ½ eqüidistância de curva de nível. Para área de vegetação alta é de ½ da altura da vegetação, ou seja, para curvas de m em m, a precisão é de 0,5m e para áreas com vegetação de 3m de altura, por exemplo, a precisão é de 1,5m.

Embora os resultados estatísticos das 5 áreas de estudo se encontrem dentro da precisão esperada, todos os pontos que apresentaram diferença altimétrica superior a 0,5m foram analisados individualmente.

Estão indicados na tabela, em vermelho, os pontos que apresentam diferenças altimétricas, entre os distintos métodos, superiores a 0,50m. Na análise dessas diferenças constatou-se que 2 dos pontos situam-se em área de terraplanagem (**T**), e o outro está situado fora da faixa de trabalho (**FFT**).

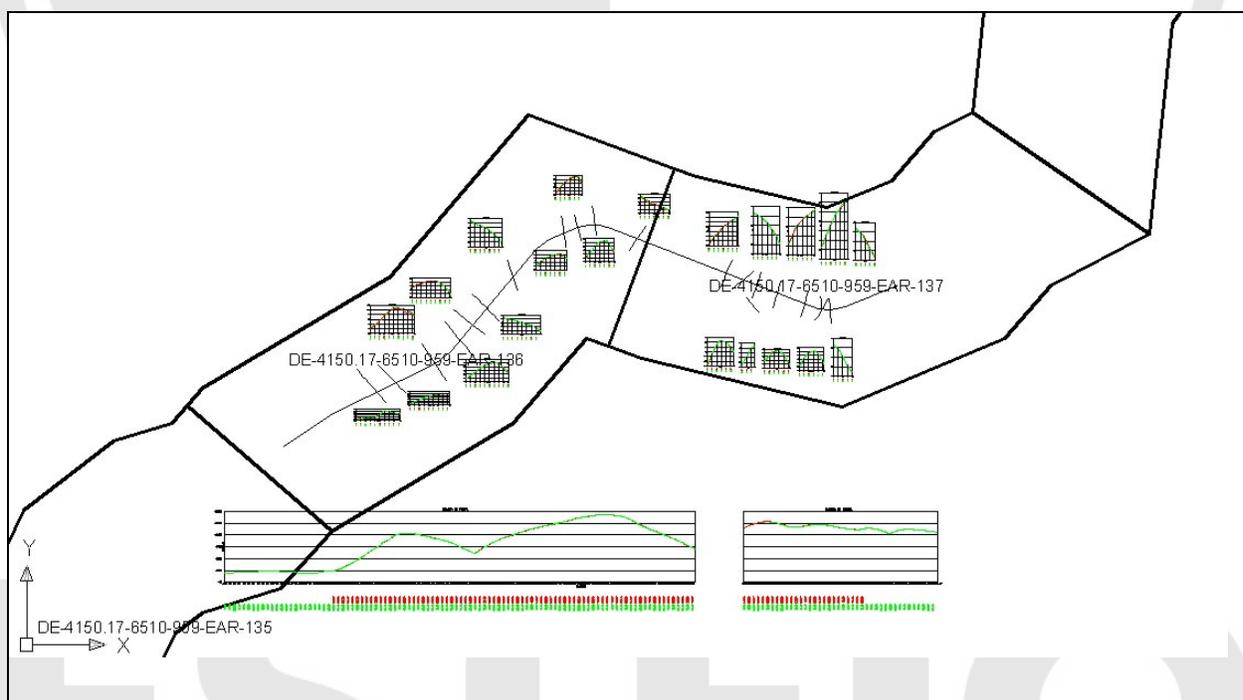
Nova pasta\TOPOGRAFIA01.TXT					
Number	Easting	Northing	Known Z	LASER Z	Dz
02-LATERAL-D	723422.274	7481357.160	23.221	23.490	+0.269
03-LATERAL-D	723417.276	7481362.824	23.568	23.660	+0.092
04-LATERAL-D	723411.830	7481368.942	24.005	24.330	+0.325
05-LATERAL-D	723405.915	7481375.669	24.706	24.730	+0.024
21-LATEAL-D	723463.389	7481378.265	43.992	44.040	+0.048
01-EIXO-DUTO	723402.303	7481379.706	24.841	24.900	+0.059
15-EIXO-DUTO	723409.690	7481383.271	26.386	26.590	+0.204
22-LATEAL-D	723457.903	7481383.803	44.173	44.080	-0.093
06-LATERAL-E	723397.053	7481385.618	24.618	24.580	-0.038
16-EIXO-DUTO	723415.547	7481386.132	28.587	29.030	+0.443
07-LATERAL-E	723395.311	7481387.626	24.279	23.850	-0.429
08-LATERAL-E	723394.682	7481388.301	23.620	23.530	-0.090
17-EIXO-DUTO	723421.121	7481388.827	30.923	31.180	+0.257
23-LATEAL-D	723452.405	7481389.273	44.169	44.070	-0.099
18-EIXO-DUTO	723425.830	7481391.062	33.093	33.310	+0.217
09-LATERAL-E	723390.287	7481393.262	22.258	22.140	-0.118
24-LATEAL-D	723447.361	7481394.338	43.533	43.660	+0.127
19-EIXO-DUTO	723433.980	7481395.029	38.021	38.100	+0.079
20-EIXO-DUTO	723442.575	7481399.109	43.270	43.130	-0.140
10-LATERAL-E	723384.386	7481399.924	21.572	21.500	-0.072
31-EIXO-DUTO	723448.768	7481402.194	47.484	47.970	+0.486

46-LATERAL-D	723549.419	7481403.682	96.803	96.850	+0.047
25-LATEAL-E	723436.488	7481405.238	42.926	42.920	-0.006
32-EIXO-DUTO	723455.487	7481405.466	51.729	51.770	+0.041
11-LATERAL-E	723378.850	7481406.220	21.259	21.230	-0.029
<b>33-EIXO-DUTO</b>	<b>723459.975</b>	<b>7481407.591</b>	<b>54.921</b>	<b>55.650</b>	<b>+0.729 - T</b>
26-LATEAL-E	723432.131	7481409.628	42.218	42.350	+0.132
<b>45-LATERAL-D</b>	<b>723544.500</b>	<b>7481411.091</b>	<b>98.805</b>	<b>99.680</b>	<b>+0.875 - FFT</b>
<b>34-EIXO-DUTO</b>	<b>723469.206</b>	<b>7481412.108</b>	<b>61.890</b>	<b>62.780</b>	<b>+0.890 - T</b>
12-LATERAL-E	723373.239	7481412.516	21.292	21.210	-0.082
35-EIXO-DUTO	723476.181	7481415.443	67.152	67.380	+0.228
27-LATEAL-E	723425.382	7481416.366	41.515	41.480	-0.035

*Indicação dos pontos que apresentam diferenças altimétricas superiores a 0,50 m.*

3- Geração dos Perfis: Adicionalmente, a partir dos resultados obtidos, foram gerados os perfis de cada seção, apresentando as diferenças altimétricas resultantes, bem como o perfil da diretriz da faixa nos trechos de estudo.

Os perfis do eixo da faixa do duto e de cada seção indicam em **vermelho** o resultado da **topografia** e em **verde** o **MDT**, a partir dos dados **LASER**.



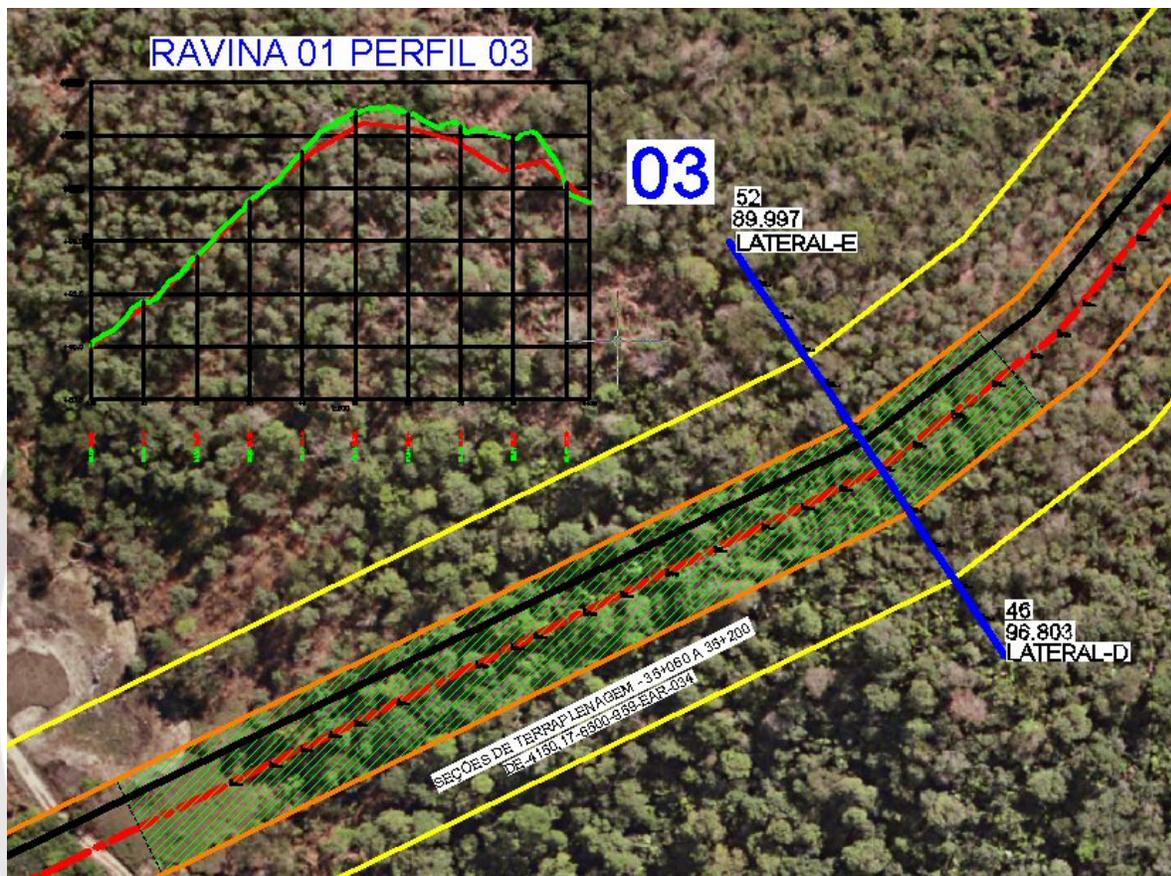
*Articulação de folhas com a diretriz referente a Área de Ravina 01, com a apresentação dos perfis da diretriz da faixa e das seções.*



Perfis da Seção 03, referente à Área de Ravina 1, considerada crítica. Em **vermelho** o resultado da **topografia** em **verde** os dados **LASER**.

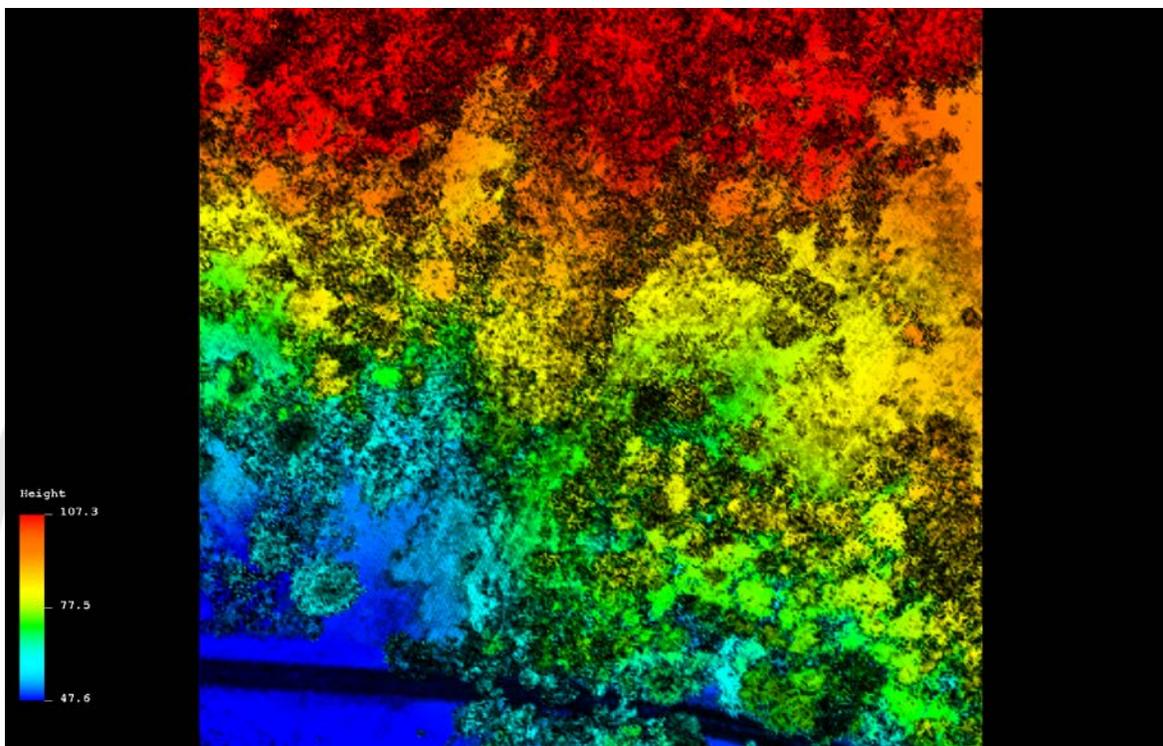
4- A análise pontual de cada diferença altimétrica superior a 0,5m, indicadas em vermelho na tabela apresentada mais acima, teve como base a imagem ortorretificada e as informações de projeto, tais como limites de faixa de trabalho, limite da faixa de servidão, terraplenos, corte/aterro, entre outros, bem como o respectivo perfil, além das imagens LASER.

A imagem abaixo apresenta a seção número 3. A hachura verde indica a área de terraplenagem (T), em vermelho o eixo da diretriz da faixa (FD), em laranja as laterais da faixa de trabalho (FT) e em amarelo as laterais da faixa de servidão (FS).

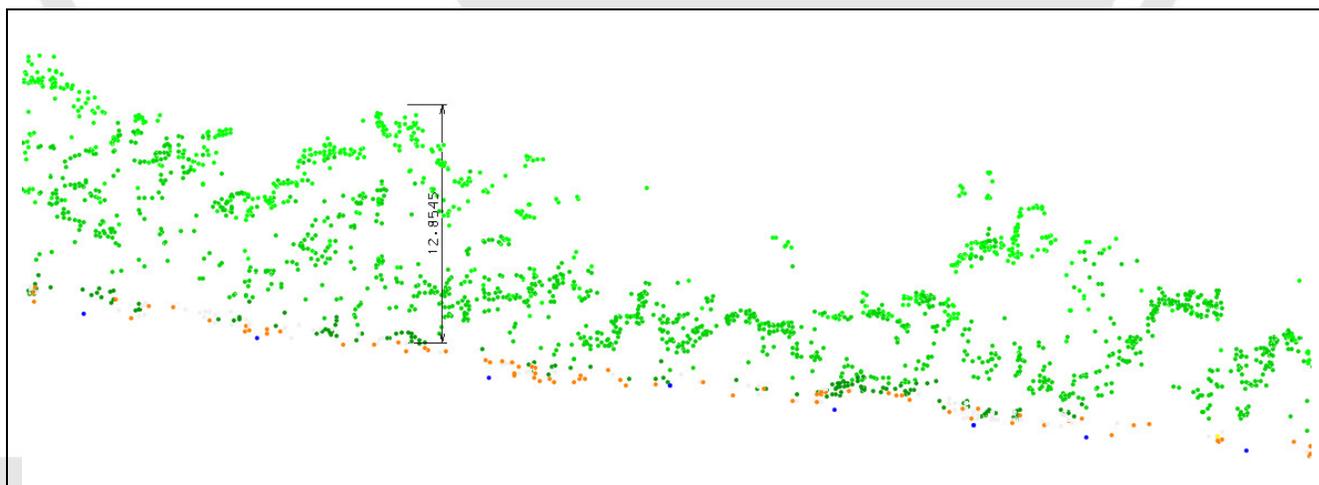


*Exemplo da base utilizada para avaliação dos pontos com diferença altimétrica superior a 0,5m.*

# ESTEIO



*Imagem de Composição gerada a partir dos dados LASER, recobrando o perfil 03 da Área de Ravina 01. A escala altimétrica da imagem, representada no lado esquerdo da imagem, varia entre 47,6 m a 107,3 m.*



*Perfil dos pontos LASER referente à Área de Ravina 1- Seção 11.*

Como pode ser verificado na imagem acima, a vegetação referente à Seção apresentada é densa, com altura de 12,85 m no ponto indicado.

5- Compilação dos Resultados. O quadro abaixo apresenta o resultado da avaliação das 5 Áreas:

	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Total de pontos Levantados	298	40	145	39	78
Área de Terraplino (T)	22	4			1
Fora da faixa de Servidão (amarelo) (FFS)	4	3			1
Fora da faixa de trabalho (FFT)	2	5	1		1
Área de corte/Aterro	0	1			
Pontos situados na área de interesse, que não se enquadram nas classes anteriores.	4				

*Quadro Resumo.*

Estrutura do quadro:

Na Primeira linha do quadro é indicada a quantidade de pontos medidos topograficamente.

Na segunda linha é indicada a quantidade de pontos que apresentam diferença altimétrica superior a 0,5m, que se situam em área de terraplino (T).

Na terceira linha é indicada a quantidade de pontos que apresentam diferença altimétrica superior a 0,5m, que se situam fora da faixa de servidão (FFS).

Na quarta linha é indicada a quantidade de pontos que apresentam diferença altimétrica superior a 0,5m, que se situam além da faixa de trabalho (FFT), dentro da faixa de servidão, mas fora da área de interesse.

Na quinta linha é indicada a quantidade de pontos que apresentam diferença altimétrica superior a 0,5m, que se situam na área prevista para corte/aterro (C/A).

Na sexta linha é indicada a quantidade de pontos situados na faixa de trabalho que não se enquadram nas demais classes e requerem melhor avaliação.

## Conclusão

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

Na faixa de servidão dos dutos Maricá – Comperj não foram identificadas ravinas. As diferenças altimétricas superiores a 0,5m, que teoricamente poderiam sinalizar a existência de ravina, não confirmaram esse fenômeno geológico numa avaliação geral, e nem nas avaliações pontuais.

Considerando que as diferenças superiores a 0,5m são pontuais e que os resultados estatísticos se encontram dentro da precisão, as curvas de nível foram mantidas. A configuração das curvas nas áreas de estudo era uma das preocupações quanto ao projeto.

Os resultados comparativos entre os distintos métodos de levantamento comprovam a precisão do método LASER. Nas áreas mais limpas a diferença altimétrica é inexpressiva. As maiores diferenças observadas são em regiões de mata mais densa, onde foram identificadas pela topografia algumas depressões, contudo essas depressões estão situadas em áreas de terraplano (conforme projeto), fora da faixa de trabalho ou até fora da faixa de servidão, não requerendo qualquer ação quanto à alteração do traçado ou mesmo do projeto do duto.

Embora as maiores diferenças altimétricas observadas tenham ocorrido em mata densa, na maior parte destas áreas a diferença altimétrica não foi expressiva. O LASER configurou a superfície de forma adequada, superando a expectativa.

Para a apresentação dos resultados LASER x Topografia em região de mata densa, a partir dos mesmos dados já levantados, recomenda-se o desenvolvimento de documento técnico específico.

---

Denise Rodbard Falat - Engenheira Cartógrafa, responsável pelo Departamento de Edição Gráfica da empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.

# ESTEIO