

# *VÍTOR SARAIVA RAMOS*

Defesa do Relatório de Estágio Curricular Obrigatório

*Engenharia & Qualidade*

# Sumário

- Introdução
- Normas Técnicas
- Subestação Planalto 69/13.8 kV
  - Medida de Resistividade do Solo e Análise da Malha de Terra;
  - Projeto de Modificações da Malha de Terra e Análise em Novo Solo.
- Conclusão

## A Empresa

- Atua no mercado desde 1995 prestando serviço nas áreas de Cabeamento Estruturado, Instalações Elétricas, Tecnologia da Informação e Aeroespacial;
- Equipe qualificada com projetos executados juntamente a clientes como o supermercado Nordestão, COSERN e o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).



# Estágio

- 6 meses de duração - 10/11/2017– 09/05/2018;
- 6 horas diárias;
- Orientação do professor Jose Luiz da Silva Junior, do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte;
- Atividades desenvolvidas nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Subestações de Energia Elétrica e Cabeamento Estruturado.

# Supervisor do Estágio

- Fábio José Vieira de Sousa;
- Engenheiro Eletricista;
- Sócio Gerente da Gomes & Vieira Ltda;
- Responsável pela orientação nas atividades desenvolvidas e mentoria ao longo do período de realização do estágio.

# Normas Técnicas

- NBR-7117: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo;
- NBR-14565: Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada;
- NBR-15751: Sistemas de aterramento de subestações;
- NBR-15749: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento.

# Subestação Planalto 69/13.8 kV

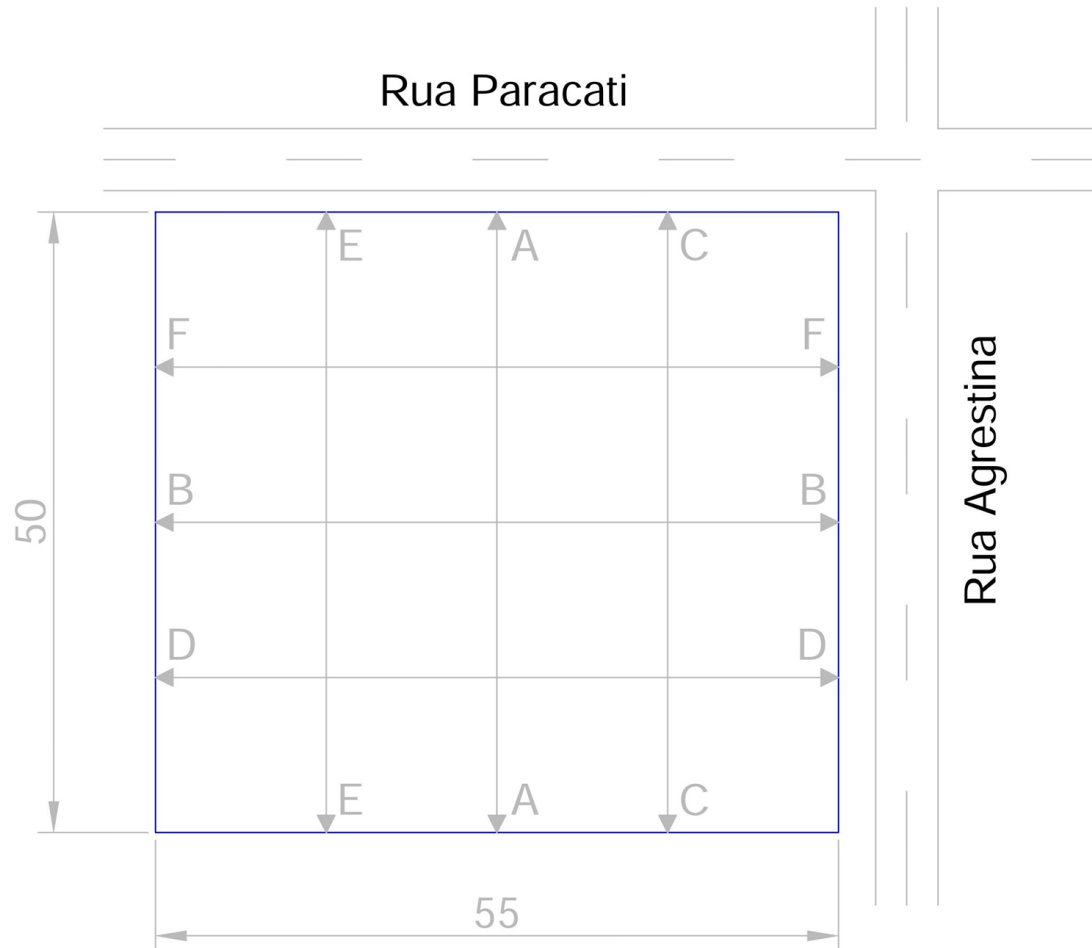
- Principal atividade realizada durante o estágio;
- Medida de resistividade do solo e análise da malha de terra;
- Medida de resistência e resistividade de terreno adjacente (não será detalhado);
- Projeto de modificações da malha de terra e análise em novo solo.

# Estratificação do Solo Análise de Malha de Terra SE Planalto 69/13,8 kV

*Engenharia & Qualidade*



# Planta de Situação e Linhas de Medição



# Resultado da Estratificação do Solo

Modelo: Wenner  
Fórmula: Completa  
Prof. med.: 0,3  
Esp. mín.: 0,55  
Aparelho: Fluke 1625

Medições:

espaçamento  
[m]

linhas de medição:  
[Ohm]

| a     | A       | B       | C      | D      | E      | F      |
|-------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1,00  | 1814,00 | 1690,00 | 333,00 | 396,00 | 491,00 | 497,00 |
| 2,00  | 549,00  | 622,00  | 190,30 | 149,10 | 359,00 | 261,80 |
| 4,00  | 141,20  | 122,00  | 88,30  | 80,30  | 149,90 | 108,00 |
| 8,00  | 40,30   |         | 39,00  | 15,20  | 46,20  | 28,20  |
| 14,00 | 14,60   |         |        |        | 16,10  |        |
| 16,00 |         | 12,60   |        |        |        | 9,80   |

# Resultado da Estratificação do Solo

Resultado:

Nº de camadas: 2

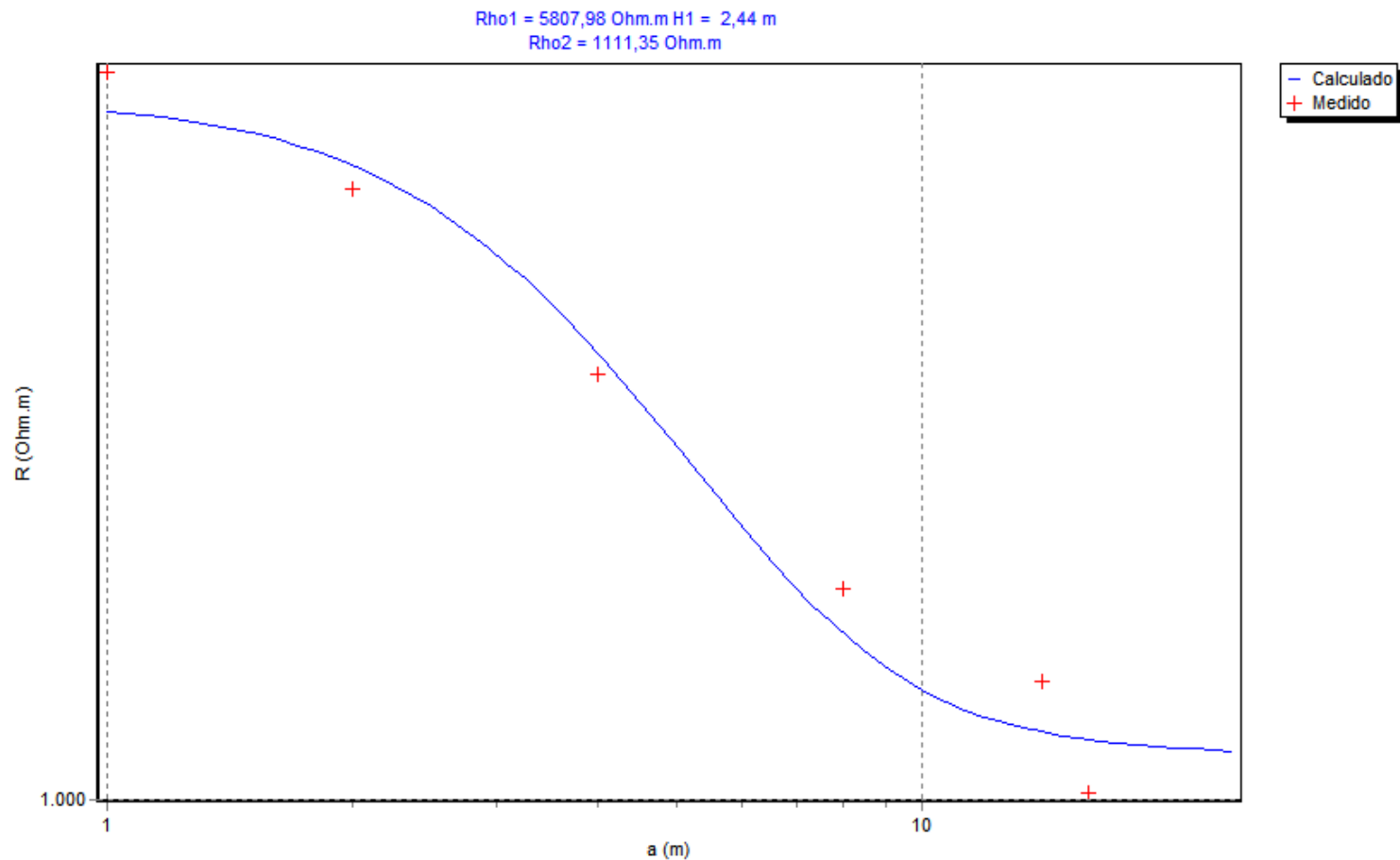
camada #1: 5807,98 [Ohm.m] x 2,44 [m]

camada #2: 1111,35 [Ohm.m] x

Diagrama:

|             |  |             |  |
|-------------|--|-------------|--|
| <hr/>       |  |             |  |
| R1= 5807.98 |  | H1= 2.44    |  |
| <hr/>       |  |             |  |
|             |  | R2= 1111.35 |  |
|             |  | H2= Inf.    |  |

# Gráfico Resultante da Estratificação



Projeto: SE Planalto

# Estudo da Malha de Terra

## Considerações:

1. Malha em cabo de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>;
2. Camada de aterro sobre a malha de 60 cm (previsão);
3. Camada de pó de brita (aplicada sobre o aterro) de 5 cm;
4. Camada de brita (aplicada sobre o pó de brita) de 10 cm;
5. Execução da malha de aterramento através de solda exotérmica;
6. Hastes tipo Copperweld 16×2400 mm;
7. Instalação de hastes de aterramento conforme apresentada em projeto;
8. Tempo de atuação da proteção 1 s;
9. Valor de falta 15 kA.

# Estudo da Malha de Terra

Abrangência:

1. Resistência da malha;
2. Máximo potencial da malha;
3. Potencial de toque;
4. Potencial de passo;
5. Potencial de superfície.

# Malha de Terra a 0,1 m

N° de camadas: 2

camada #1: 5807,98 [Ohm.m] x 2,44 [m]

camada #2: 1111,35 [Ohm.m] x

Resistência da Malha [Ohm] = 16,66

Máximo potencial da Malha [V] = 244862,55

Potenciais admissíveis [V]:

Toque: 745,75

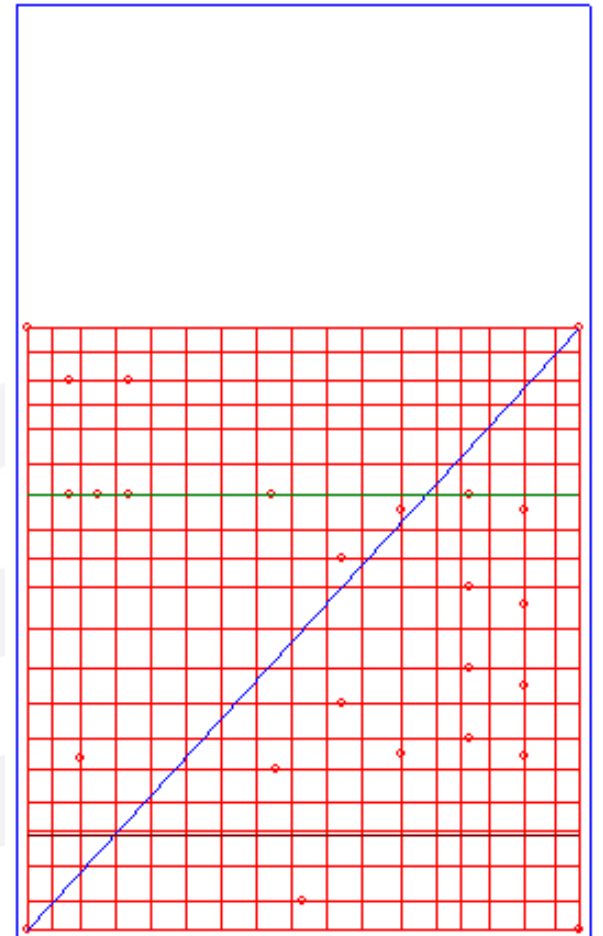
Passo: 2512,00

# Layout e Linhas de Plotagem

P1 (azul): perfil diagonal da malha

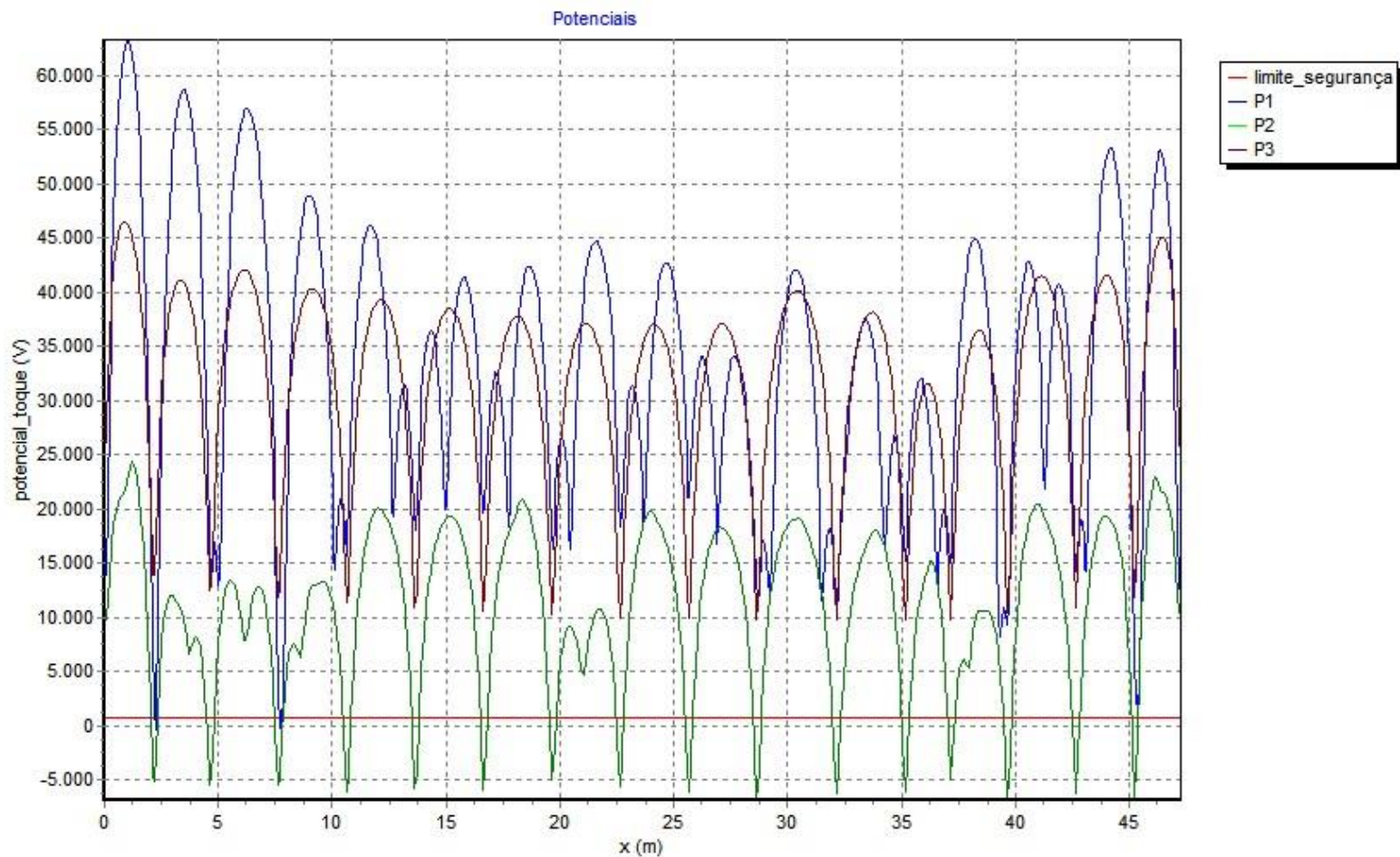
P2 (verde): região com alta densidade de hastes

P3 (preto): região com baixa densidade de hastes

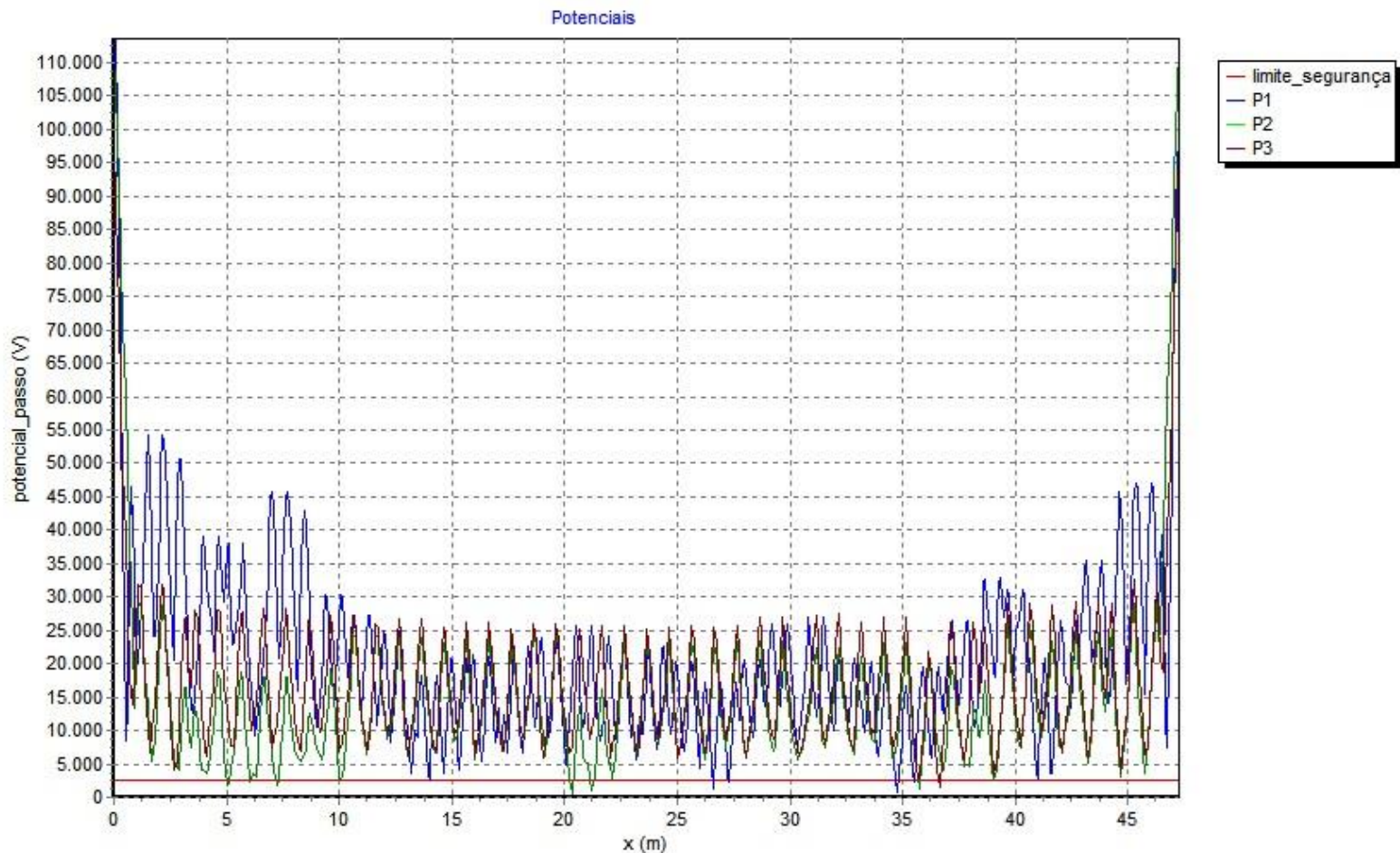




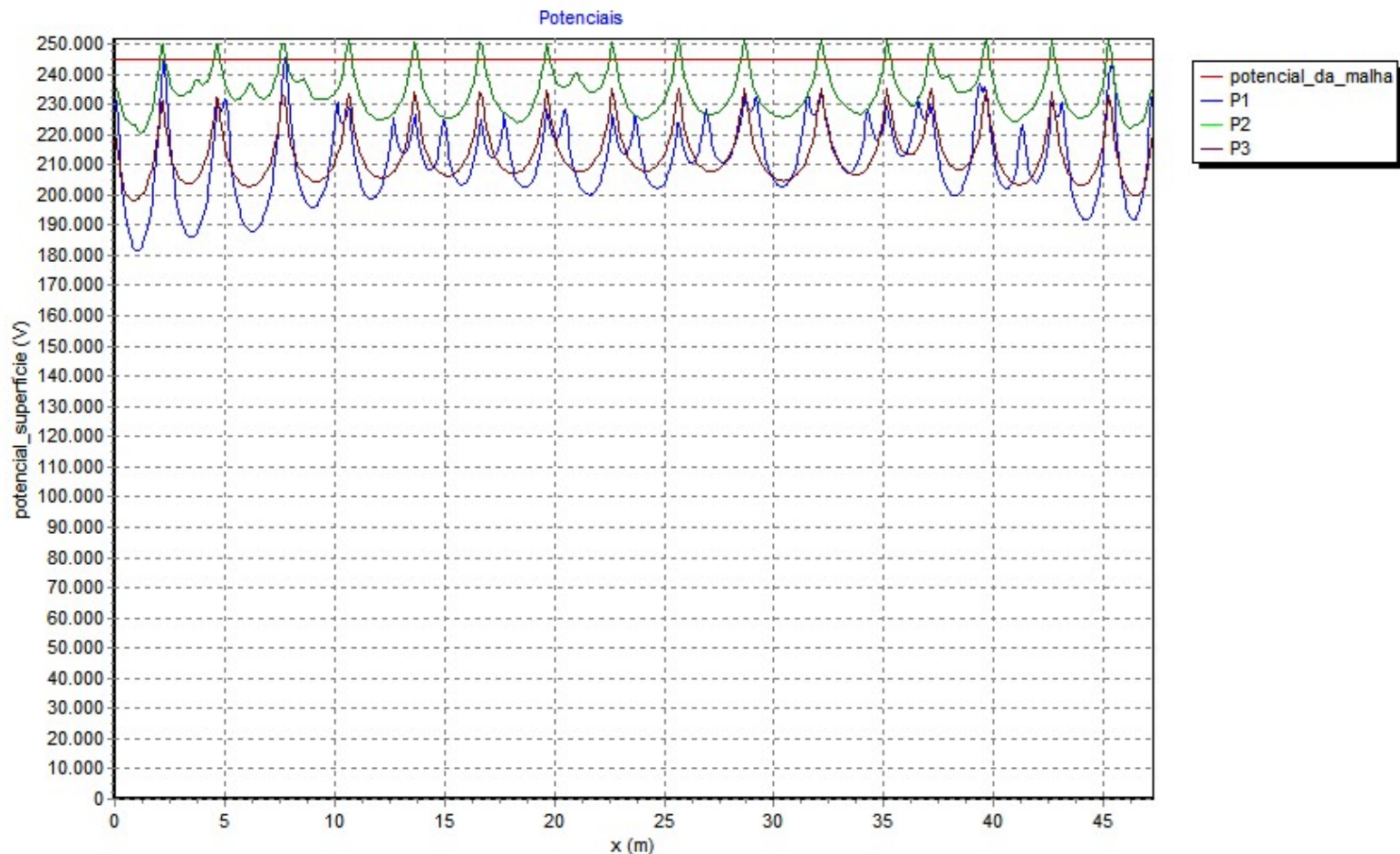
# Potencial de Toque



# Potencial de Passo



# Potencial de Superfície



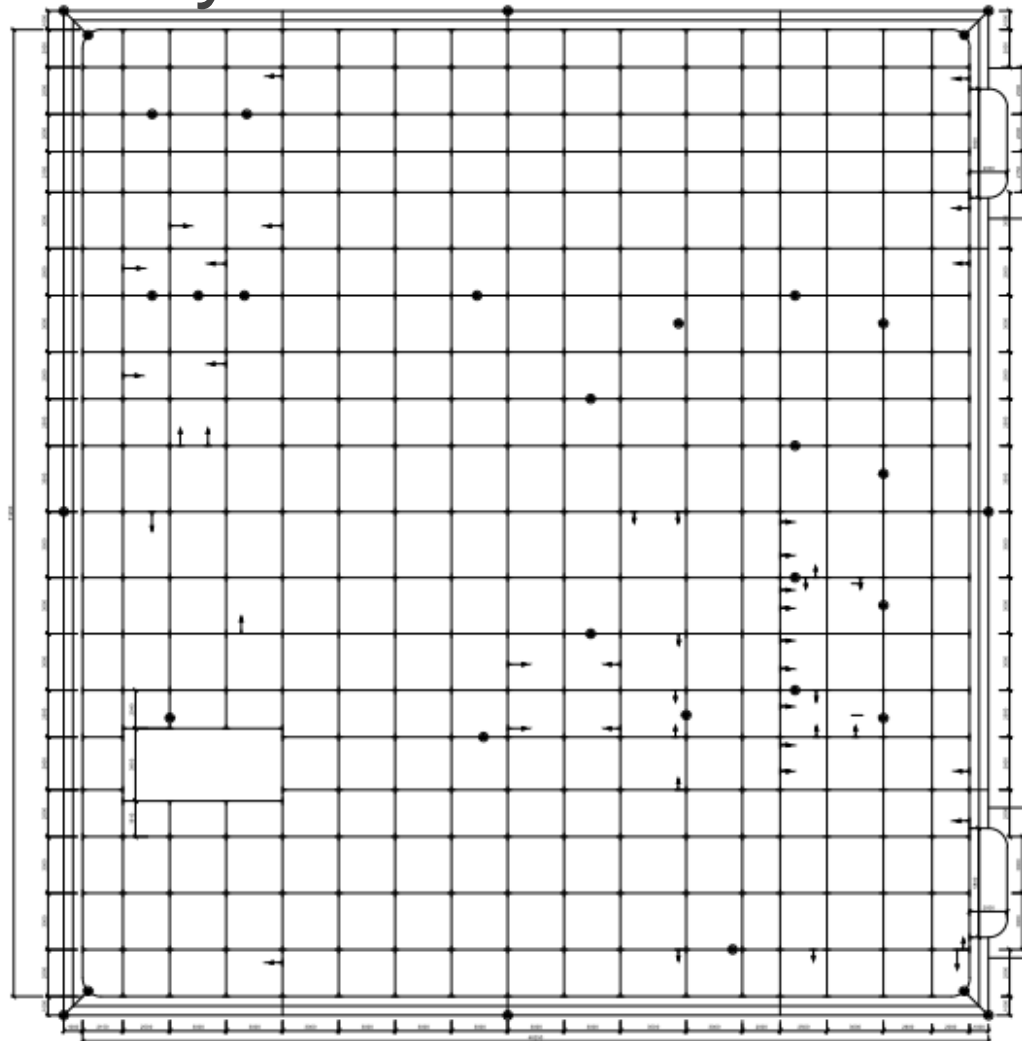
# SE Planalto 69/13,8 kV

## Modificação da Malha de Terra

## Análise da Malha de Terra

*Engenharia & Qualidade*

## Layout Malha de Terra





# Estudo da Malha de Terra

## Considerações:

1. Malha em cabo de cobre nu 70 mm<sup>2</sup> a 0,6 m do nível do solo segundo layout;
2. Camada de piçarra de 70 cm;
3. Camada de pó de brita (aplicada sobre o aterro) de 5 cm;
4. Camada de brita (aplicada sobre o pó de brita) de 10 cm;
5. Execução da malha de aterramento através de solda exotérmica;
6. Hastes tipo Copperweld 16×2400 mm;
7. Instalação de hastes de aterramento conforme apresentada em projeto;
8. Tempo de atuação da proteção 1 s;
9. Valor de falta 15 kA;
10. Utilizada a estratificação do solo obtida na primeira medição, com exclusão de pontos fora da média de modo a compatibilizar com os resultados da segunda medição.

# Estudo da Malha de Terra

Abrangência:

1. Resistência da malha;
2. Máximo potencial da malha;
3. Potencial de toque;
4. Potencial de passo;
5. Potencial de superfície.

# Estudo 1: Malha de Terra a 0,6 m

N° de camadas: 3

camada #1: 100 [Ohm.m] x 0,7 [m]

camada #2: 3556,54 [Ohm.m] x 3,7 [m]

camada #3: 971,12 [Ohm.m] x

Resistência da Malha [Ohm] = 7,76

Máximo potencial da Malha [V] = 116329,09

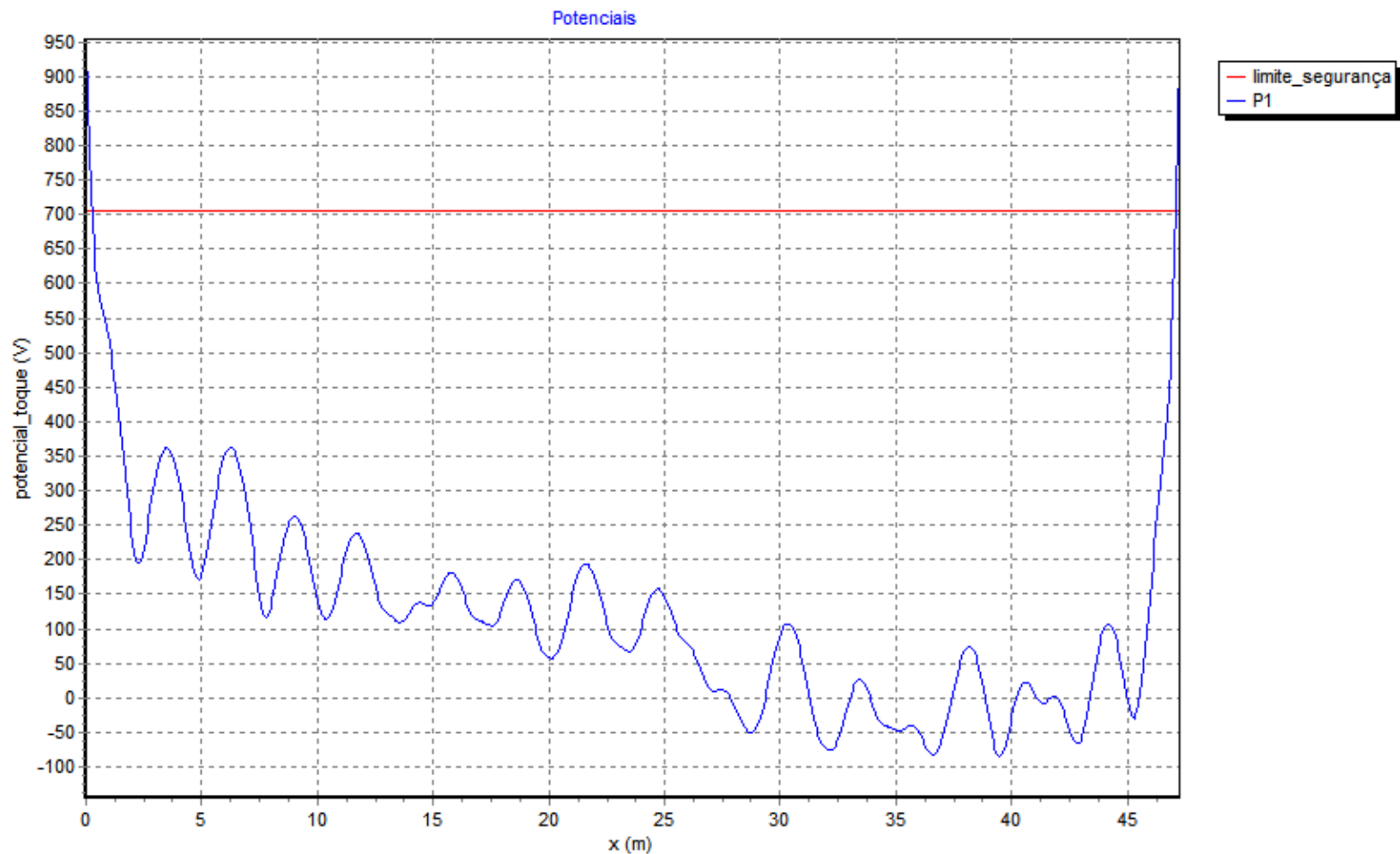
Potenciais admissíveis [V]:

Toque: 706,20

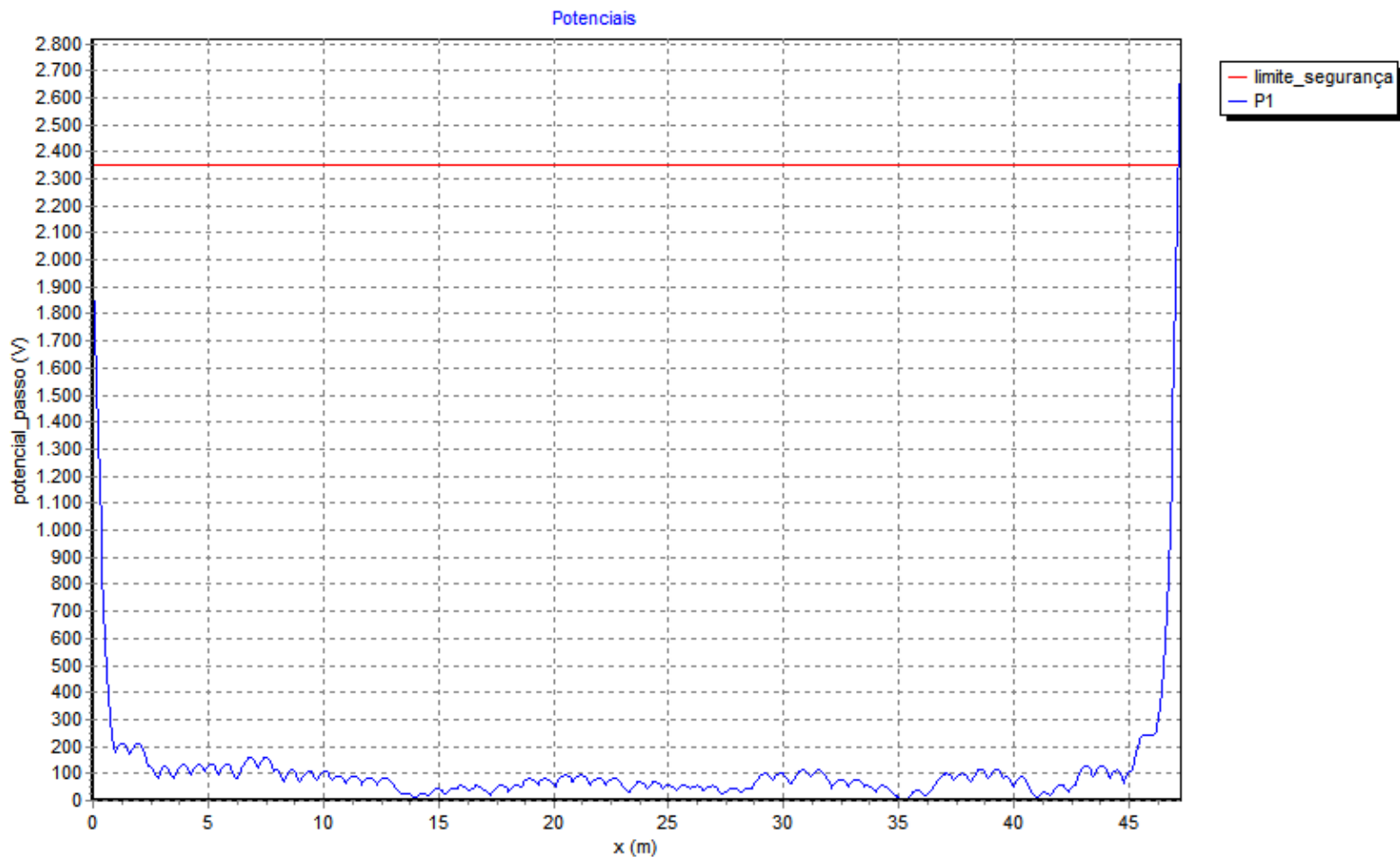
Passo: 2353,81



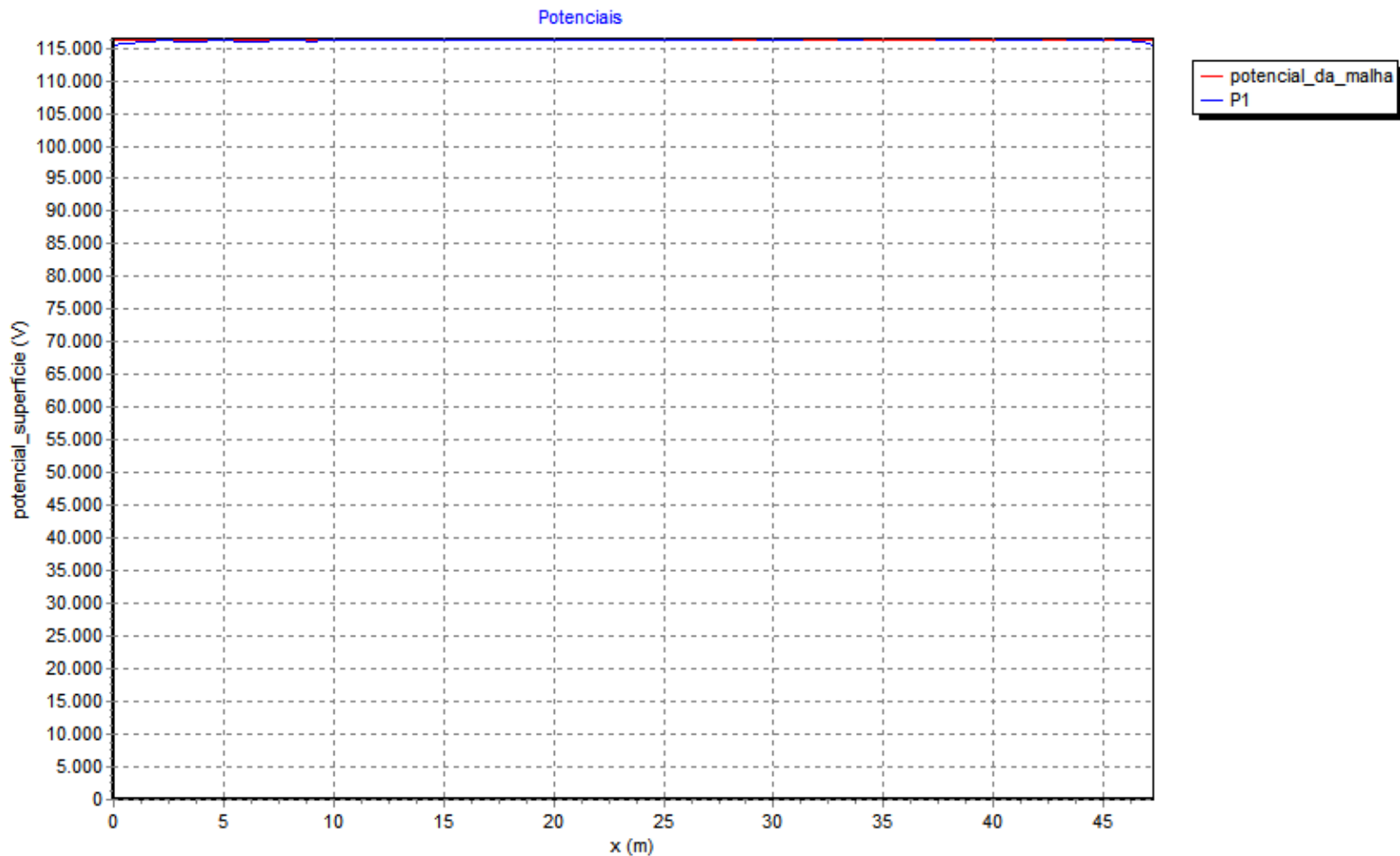
# Estudo 1: Potencial de Toque



# Estudo 1: Potencial de Passo



# Estudo 1: Potencial de Superfície



## Conclusão

- Mesmo com a melhoria dos resultados, a E&Q alerta para os potenciais perigosos altos no que concerne os limites externos da malha (além da mesma) em que se encontram edificações residenciais e passeio público;
- A análise proposta corresponde a uma situação de pior caso em que a estratificação do solo se mantém (camada de 70 cm de barro). Aconselha-se fortemente quando da instalação das modificações à malha o acréscimo de valas que contenham solo com excelente condutividade (maior camada e tratamento com compostos químicos e.g. Terra Gel);
- Recomenda-se ainda a instalação de uma malha satélite auxiliar para diminuição da resistência da malha de terra para maior conformidade. A instalação de uma malha secundária auxilia igualmente na diminuição dos perfis dos potenciais perigosos de modo geral;
- Sugere-se a remediação imediata dos potenciais perigosos seguida de uma nova avaliação da resistência de malha para mensuração do impacto da modificação na malha antes do projeto de uma possível malha satélite.

# Conclusão

- O estágio acarretou em um aprofundamento dos conhecimentos teóricos obtidos em sala de aula;
- Atividades multidisciplinares;
- A Engenharia & Qualidade oferece ao estagiário uma experiência completa para o preparar para atuar com segurança no mercado de trabalho.