

# **Relatório de Levantamento**

**Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e  
Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e  
Interferências Subterrâneas**

**CEPEL - Ilha do Fundão – Cidade Universitária**

**Rio de Janeiro /RJ**



**17 de junho de 2021**



## Relatório de Levantamento

Desenho: 01 - CEPEL PLANTA DE SITUAÇÃO - CEPEL  
FUNDÃO\_intgc.dwg

Revisão:  
00

Página:  
2/14



Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

## Sumário

1. Apresentação.....	3
2. Objetivo .....	3
3. Metodologia .....	3
3. 1. Georadar (GPR).....	3
3. 2 Pipe Locator .....	7
4. Levantamento.....	8
4.1 Área levantada.....	8
4.2 Resolução do Levantamento .....	8
4.3 Aspectos Técnicos do Levantamento e Equipamento .....	9
4.4 Processamento dos Sinais .....	9
5.Resultados .....	11



## Relatório de Levantamento

Desenho: 01 - CEPEL PLANTA DE SITUAÇÃO - CEPEL  
FUNDÃO\_intgc.dwg

Revisão:  
00

Página:  
3/14



Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

## 1. Apresentação

O presente relatório contém o conjunto de análises realizadas após o refazimento do levantamento com Georadar (radar de solo ou G.P.R.<sup>1</sup>) e Pipe Locator para mapeamento de interferências subterrâneas em trechos na CEPEL em Rio de Janeiro/RJ.

## 2. Objetivo

O levantamento com Georadar e Pipe Locator teve como objetivo o mapeamento de interferências subterrâneas presentes em região determinada no interior da Cepel Eletrobras.

## 3. Metodologia

### 3. 1. Georadar (GPR)

O levantamento realizado adotou o método geofísico denominado Georadar, também conhecido por sua sigla em inglês GPR (Ground Penetrating Radar) ou mais genericamente radar de penetração no solo. O Georadar é considerado o método de mais alta resolução entre os métodos geofísicos de superfície, sendo recomendado como a primeira opção de escolha para investigação de interferências em áreas urbanas pela **norma brasileira ABNT 15935** publicada em 2011. Da mesma maneira o Georadar está presente em normas e regulamentos de diversos órgãos de regulamentação e definição de tecnologias de investigação em todo o mundo como uma técnica de investigação rasa do subsolo e estruturas de concreto. O método Georadar possui como característica diferencial sua capacidade de detecção e imageamento de infraestruturas metálicas e não metálicas, vazios, umidade e camadas de diferentes tipos de granulometria e litologia presentes no subsolo com resolução centimétrica. O método Georadar baseia-se na medição do tempo de retorno (reflexões) de um pulso eletromagnético direcionado para o subsolo. O pulso eletromagnético é gerado em superfície por uma antena transmissora com frequências que variam entre 12 MHz a 2,5 GHz, escolhidas de acordo com a profundidade de investigação pretendida, e o retorno das reflexões ou ecos é captado por uma antena receptora também localizada na superfície, não sendo necessário que as interferências sejam energizadas ou que estejam expostas em algum ponto.

---

<sup>1</sup> Ground Penetrating Radar



## Relatório de Levantamento

Desenho: 01 - CEPEL PLANTA DE SITUAÇÃO - CEPEL  
FUNDÃO\_intgc.dwg

Revisão:  
00

Página:  
4/14



Título: **Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.**

A velocidade de propagação do pulso eletromagnético utilizado é da ordem de grandeza da velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) é de 300.000 Km/s, o que permite uma grande quantidade de pontos de leitura em pouco tempo, possibilitando uma grande densidade de informações e conseqüentemente uma alta resolução. A velocidade de propagação do pulso eletromagnético em um determinado meio ( $V_m$ ) é determinada pela constante dielétrica ( $K_m$ ) ou permissividade relativa do material. Quanto maior o contraste entre as constantes dielétricas de dois meios contíguos maior a resposta captada pelo Georadar e conseqüentemente a intensidade do sinal captado.

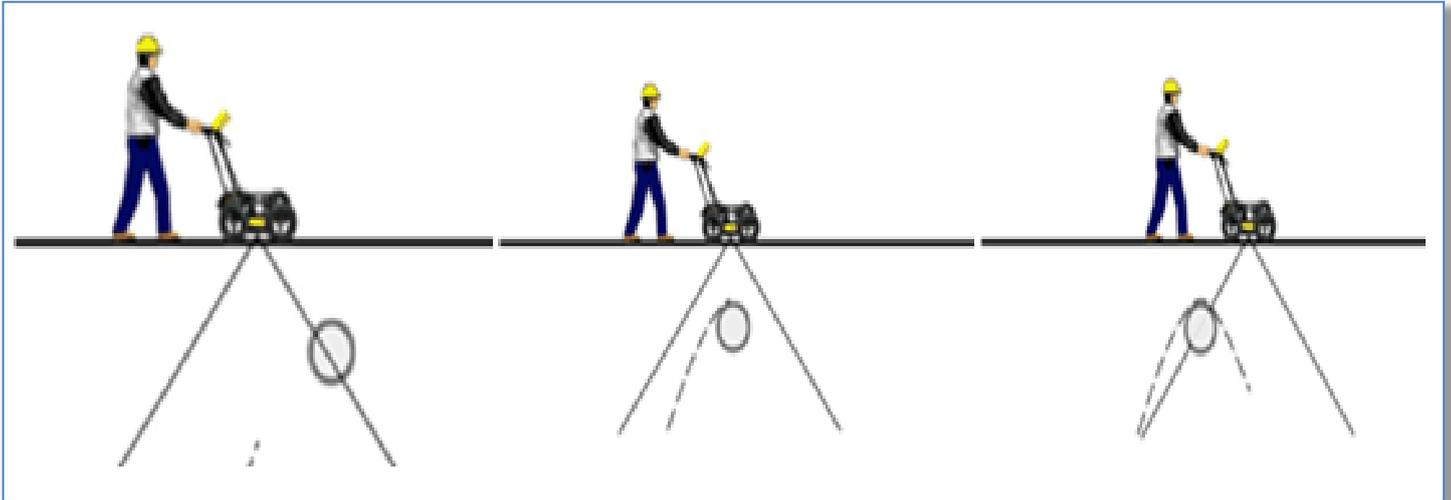
A determinação dos parâmetros de aquisição, incluindo a escolha correta da frequência a ser utilizada pelo equipamento, requer grande experiência por parte do operador do radar de penetração no solo, bem como a etapa posterior de processamento dos dados, que visa obter a melhor e mais confiável imagem eletromagnética possível do subsolo. A limitação do emprego do radar de penetração no solo consiste principalmente na presença no subsolo de materiais argilosos eletricamente condutivos, relativamente raros no Brasil, presença de água salobra ou salgada no lençol freático, e em áreas urbanas a presença de pisos reforçados por barras de reforço ou chapas metálicas. Embora o Georadar seja capaz de produzir resultados preliminares durante os levantamentos, é recomendável a realização de um processamento adicional dos dados em escritório para que o máximo de informações possa ser obtido com confiabilidade, notadamente daquelas interferências mais profundas e menos nítidas.

As interferências lineares, como tubulações e envelopes de concreto, são detectadas pelo Georadar sob a forma de uma hipérbole cujas profundidades e dimensões indicam as características das interferências, permitindo sua individualização. A hipérbole é formada pelo fato da interferência ser detectada lateralmente em vários pontos do caminhamento com o radar de solo (figura 1). O Georadar pode ser empregado sobre solos, aterros, pisos de concreto ou de pedra e corpos hídricos de água doce.

**Nota: Embora a energia emitida pelo Georadar seja predominantemente direcionada para o subsolo, parte da energia acaba sendo emitida para a superfície, o que acarreta que interferências como postes, fios aéreos e prédios sejam detectados pelo Georadar. Partes desses ruídos são eliminados no processamento, enquanto outra parte é descartada durante a interpretação.**

Os melhores retornos proporcionados pelos métodos de investigação como o Georadar são obtidos quando de sua aplicação nas etapas de pré-projeto e projeto de um empreendimento, pois nessa fase pode-se evitar onerosas conseqüências futuras decorrentes da necessidade de modificação de projetos em obras já em andamento.

**Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.**



*Figura 01 – Processo da formação do sinal em forma de hipérbole quando da passagem do Georadar sobre uma interferência enterrada.*

Por tratar-se de um método de imageamento eletromagnético o Georadar possui uma grande capacidade de distinção e identificação dos diferentes formatos de alvos detectados no subsolo. A figura 02 mostra o exemplo de uma imagem obtida pelo Georadar de uma galeria de águas pluviais de grande porte.

Ao longo de uma linha de sondagem as interferências melhor detectadas são aquelas alinhadas perpendicularmente à direção da linha de sondagem, por esse motivo normalmente os levantamentos com o Georadar são realizados na forma de uma malha, com linhas de sondagem perpendiculares entre si. Esse procedimento busca detectar interferência alinhada em qualquer direção.

Estruturas de concreto, corpos rochosos e pavimentos em geral podem ter sua integridade investigada através do Georadar devido à sua grande capacidade de detecção de fluidos (ar e água) no interior dessas estruturas devido ao bom contraste entre os fluidos e o material encaixante. A detecção da presença de contaminantes no subsolo pode ser realizada com o Georadar, desde que o fluido contaminante tenha um contraste suficiente sob o ponto de vista das propriedades elétricas.

Normalmente os maiores contrastes ocorrem quando é a água o fluido substituído pelo fluido contaminante. Quando da existência de contrastes relevantes a amplitude da resposta (ou imagem) obtida pelo Georadar é verificada. Através da utilização de processamentos especiais de imagem e de escalas de cores que ressaltem as chamadas “anomalias de amplitude” é possível o mapeamento da presença de contaminação com o Georadar.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

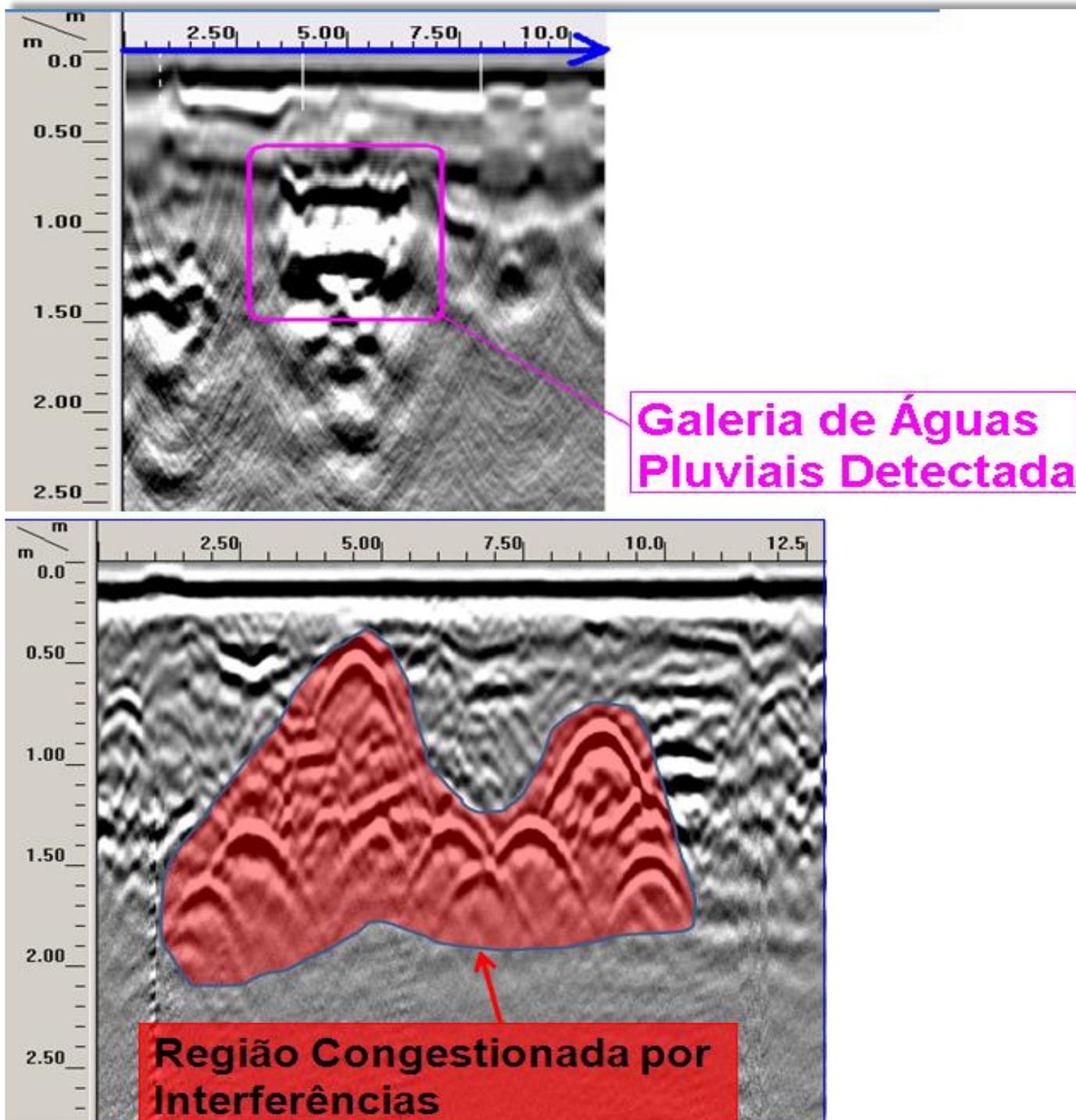


Figura 02 – Exemplos de imagens obtidas pelo Georadar, indicando a presença de interferências subterrâneas usualmente encontradas em áreas urbanas densamente povoadas.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

### 3. 2 Pipe Locator

O método Pipe Locator utiliza a captação de campos eletromagnéticos gerados por um meio condutor de eletricidade, como cabos e tubulações metálicas, para a detecção de interferências presentes no subsolo. O método guarda semelhança com os princípios básicos presentes em detectores de metal (figura 03), entretanto o Pipe Locator utiliza várias frequências de captação selecionáveis para a identificação de cada tipo de interferência, como cabos elétricos (frequência 50 Hz), tubulações metálicas de gás (frequência CPS de proteção catódica), Telecom (frequências de rádio), etc. O Pipe Locator é atualmente empregado como um método adicional ao Georadar, permitindo uma melhor assertividade de resultados obtidos em levantamentos de interferências presentes no subsolo.

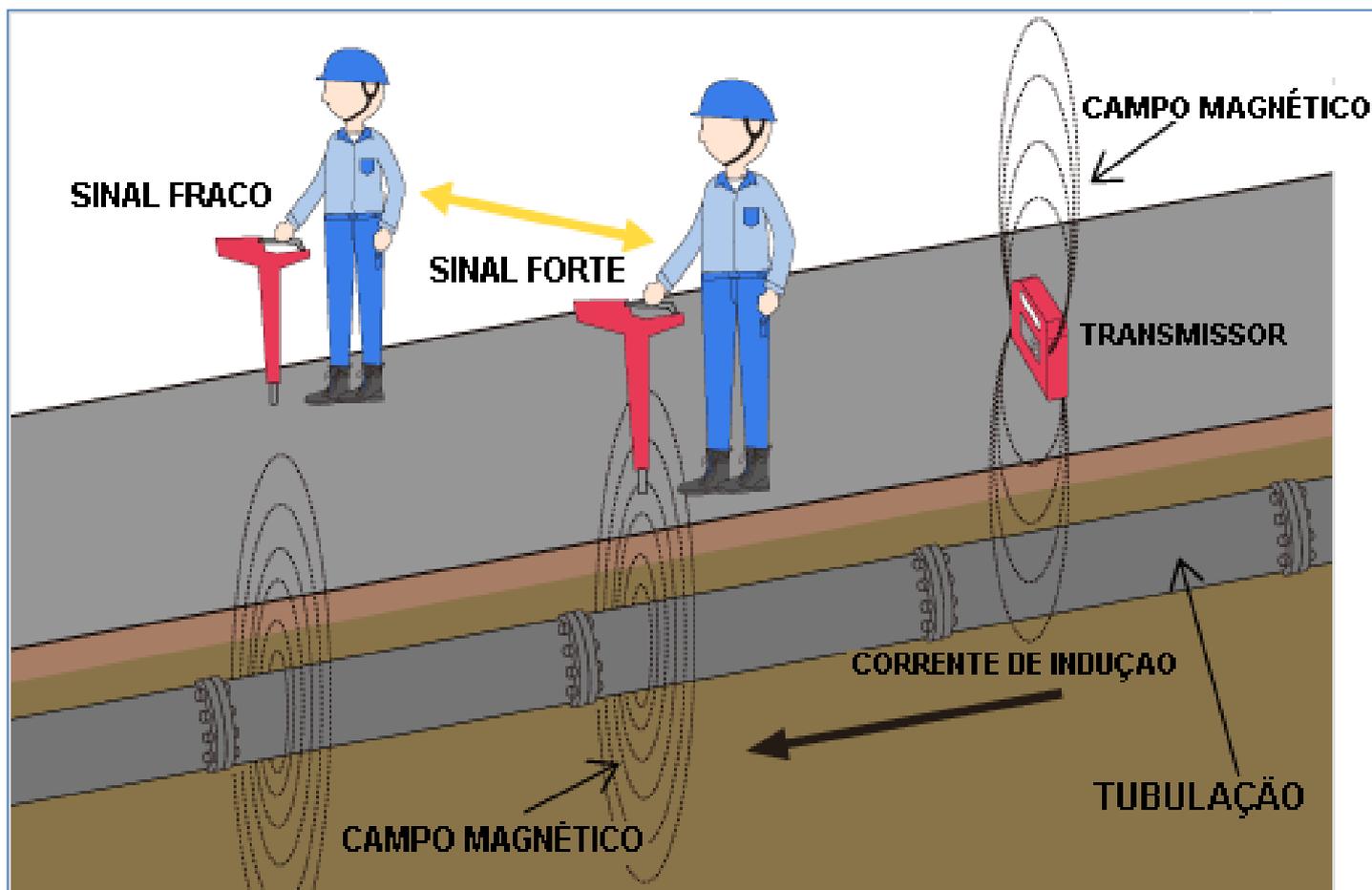


Figura 03 – Esquema de funcionamento do Pipe Locator na localização de tubulações.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

## 4. Levantamento

### 4.1 Área levantada

O levantamento foi realizado ao longo de trecho externo do CEPEL no Rio de Janeiro /RJ. Foram executadas linhas de sondagem Georadar e Pipe Locator em forma de malha cobrindo a área solicitada (figura 04), conforme as melhores práticas preconizadas pela **norma brasileira ABNT 15935** publicada em 2011. As imagens obtidas pelo Georadar podem ser recuperadas e reavaliadas a qualquer tempo caso considere-se necessária uma reinterpretação.

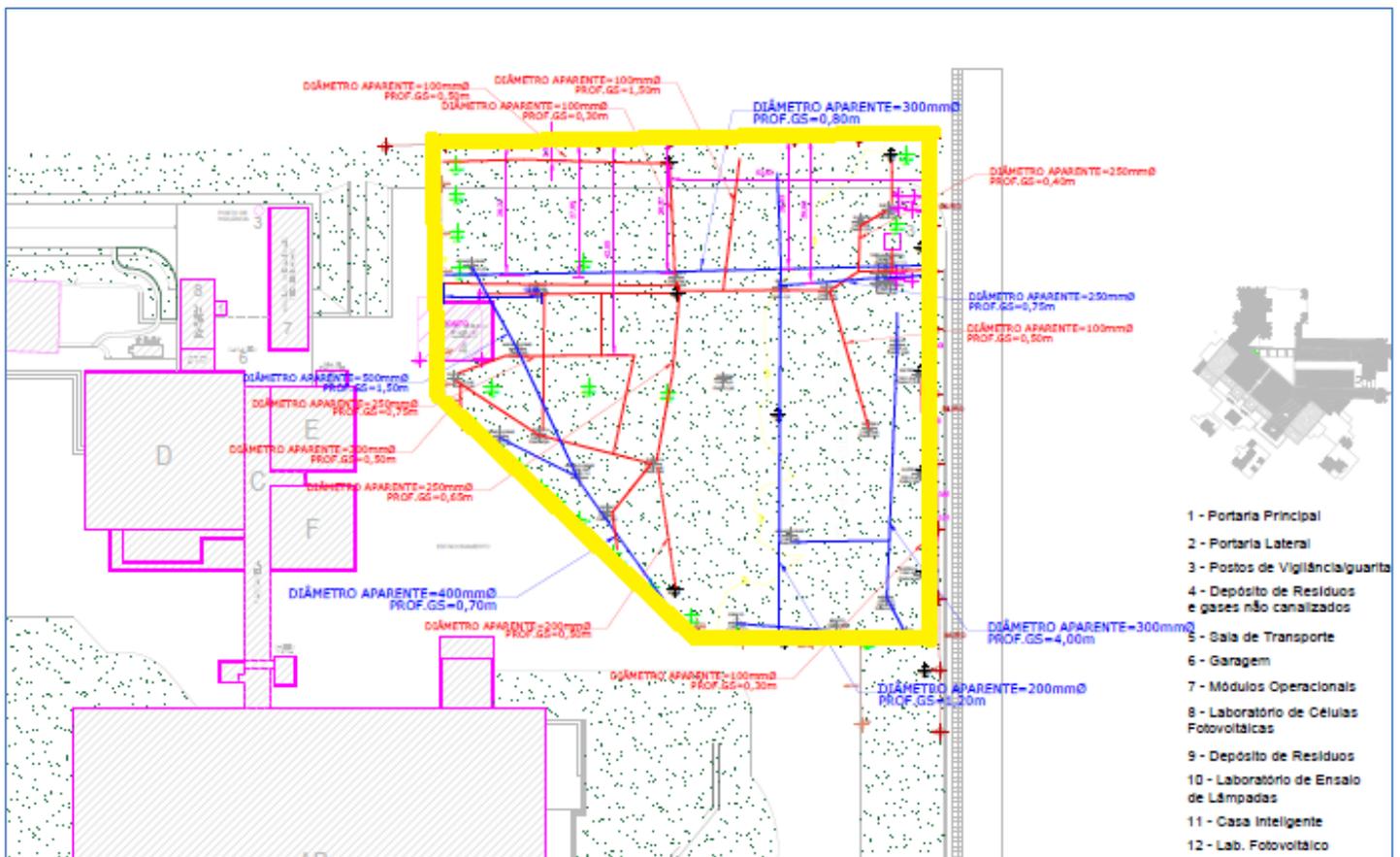


Figura 04 - Malha de sondagens realizada em campo, destacada em amarelo.

	<b>Relatório de Levantamento</b>			
	<b>Desenho: 01 - CEPEL PLANTA DE SITUAÇÃO - CEPEL</b> <b>FUNDÃO_intgc.dwg</b>	<b>Revisão:</b> <b>00</b>	<b>Página:</b> <b>9/14</b>	
<b>Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.</b>				

## 4.2 Resolução do Levantamento

As leituras do radar de solo foram realizadas com um espaçamento de 0,04m entre pontos de leitura, controlado automaticamente por uma roda disparadora (Survey-wheel), de modo a obter a melhor definição possível dos alvos. As linhas de sondagem com o Georadar e Pipe Locator foram executadas em forma de malhas com linhas paralelas entre si, de forma a produzir um adensamento de leituras adequado à posterior interpretação dos dados. As imagens foram armazenadas e podem ser recuperadas a qualquer momento para uma reinterpretação.

## 4.3 Aspectos Técnicos do Levantamento e Equipamento

Quanto aos aspectos técnicos relativos ao levantamento, foi utilizada uma antena Geophysical Survey Systems, Inc. (GSSI) 270 Mhz (figura 05) com capacidades de leitura variando até 4,0 metros, dependendo das condições do solo/local. A área foi também escaneada utilizando o Pipe Locator (figura 05) para detecção de tubulações emissoras de sinais de radiofrequência.

## 4.4 Processamento dos Sinais

Sobre os dados brutos foram aplicados filtros no domínio da frequência para supressão de ruídos, deconvolução do tipo spike, filtros passa-banda, ajustes nos ganhos e por último a migração dos dados para determinação dos tamanhos e formas reais dos alvos detectados.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.



Figura 05– Equipamentos Georadar e Pipe Locator utilizados no levantamento.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

## 5. Resultados

Passaremos à descrição dos resultados obtidos no refazimento do ensaio não destrutivo utilizando o Georadar (GPR) e o Pipe Locator na área do levantamento. **O alcance obtido no levantamento com o Georadar foi de 3,00 metros e diversas interferências foram localizadas.** As imagens do Georadar em geral apresentaram qualidade intermediária devido ao tipo de solo e subsolo predominante na área do levantamento. A presença de algumas tubulações mais profundas só foi possível pela utilização de indução eletromagnética com o Pipe Locator. Exemplos das imagens obtidas com o Georadar no trecho sondado são mostrados nas figuras 06 e 07.

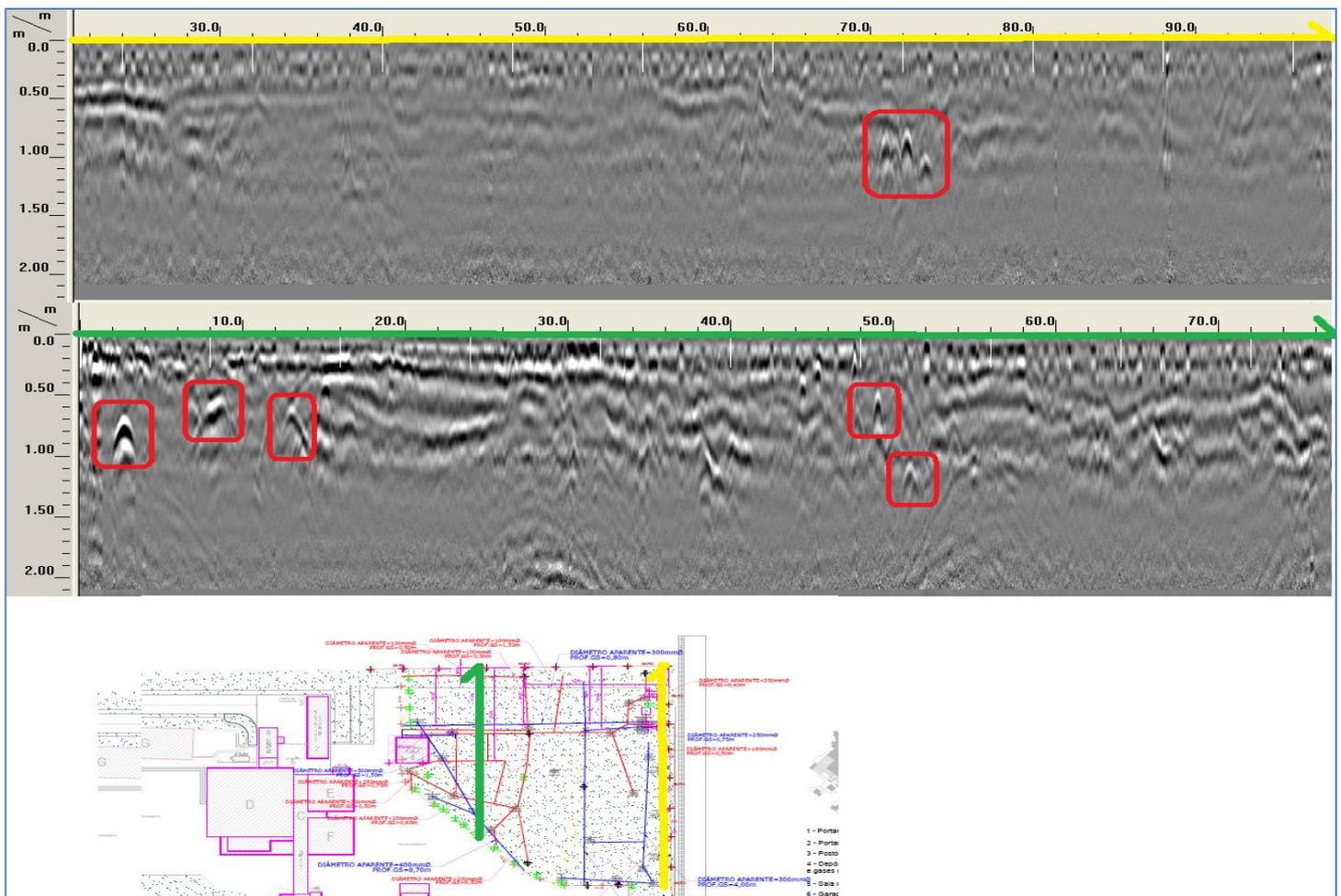


Figura 06 – Imagem do Georadar obtida na área do levantamento. As interferências subterrâneas são assinaladas em vermelho. A posição das imagens é mostrada pelas setas em cores.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

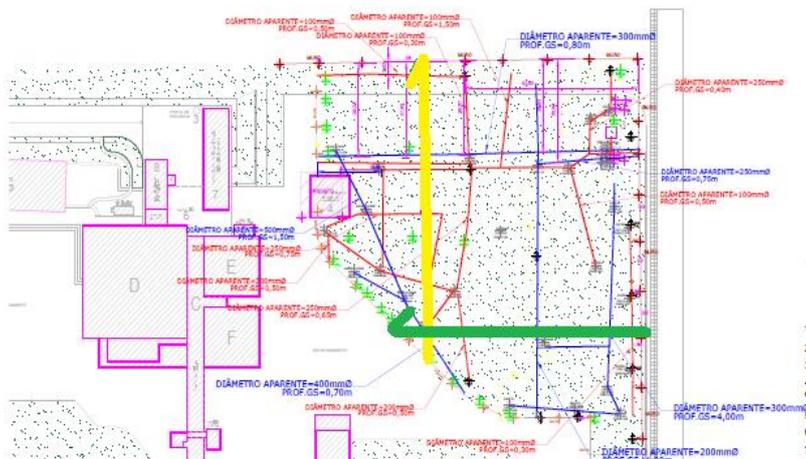
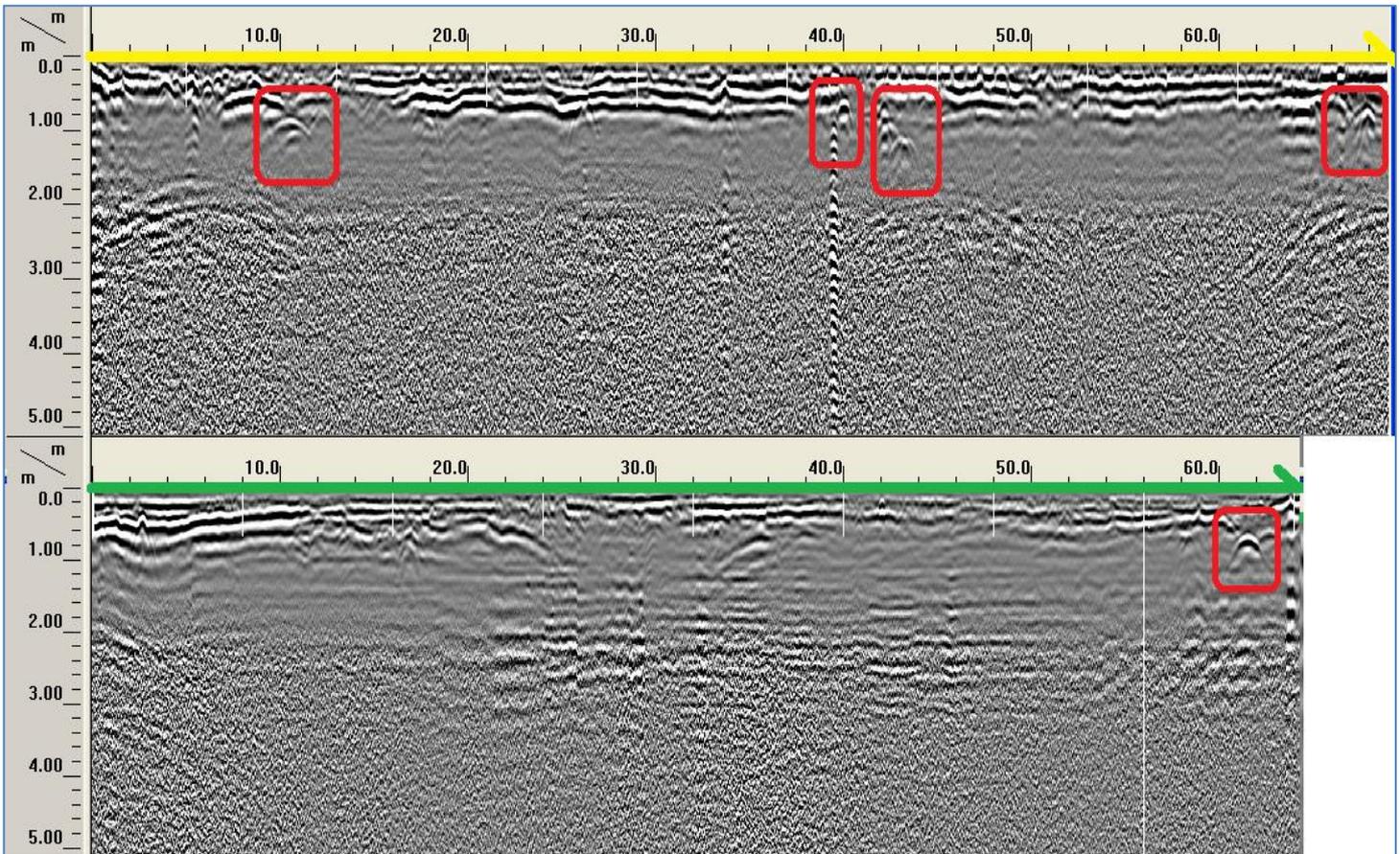


Figura 07 – Imagem do Georadar obtida na área do levantamento. As interferências subterrâneas são assinaladas em vermelho. A posição das imagens é mostrada pelas setas em cores.

Título: Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.

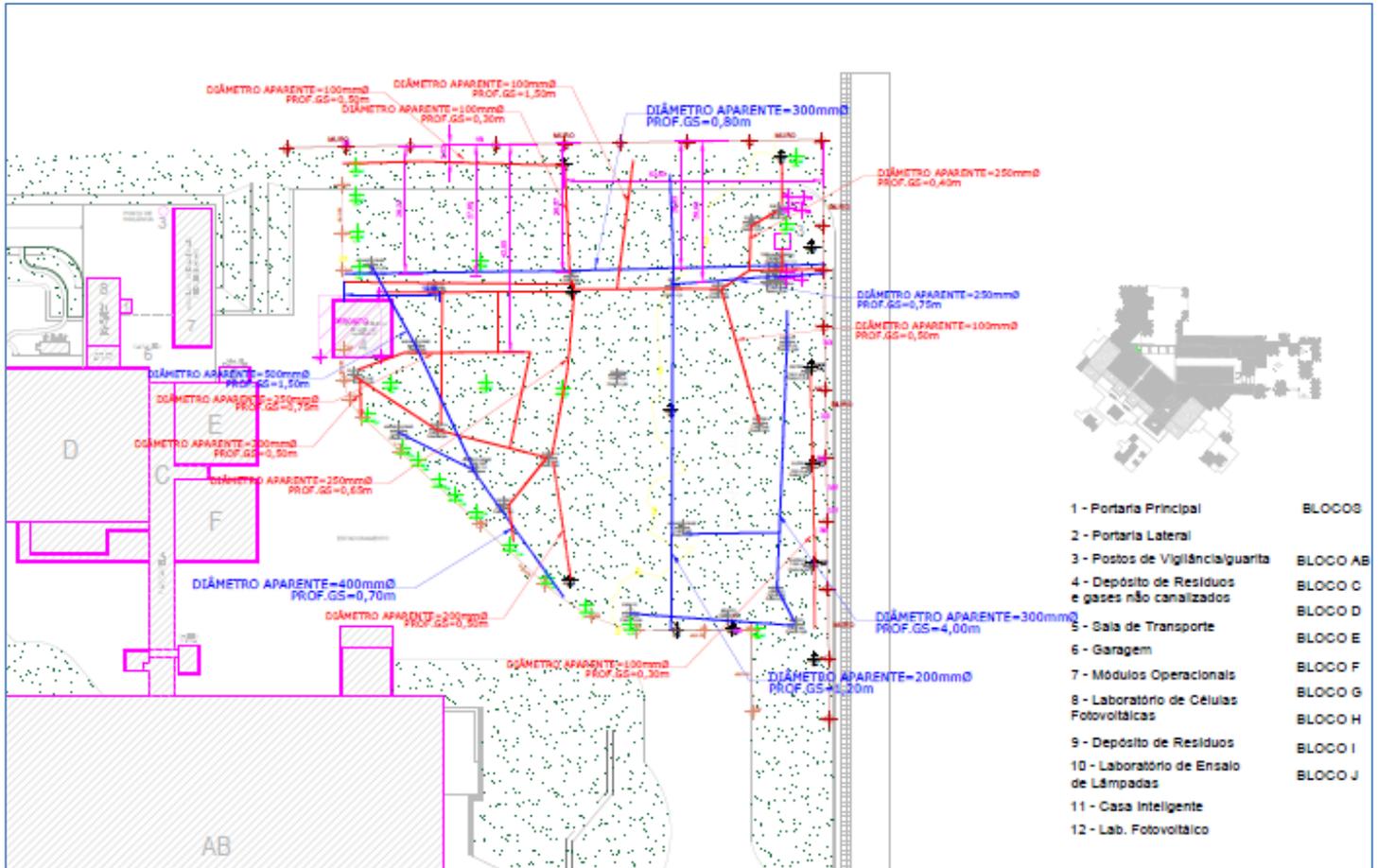


Figura 08 – Planta CAD com as interferências subterrâneas assinaladas.

As interferências marcadas em **vermelho** são aparentemente elétricas e azul não-elétricas (figura 08).



## Relatório de Levantamento

Desenho: 01 - CEPEL PLANTA DE SITUAÇÃO - CEPEL  
FUNDÃO\_intgc.dwg

Revisão:  
00

Página:  
14/14



Título: **Levantamento Geofísico com Georadar (GPR) e Pipe Locator, para Mapeamento de Estruturas e Interferências Subterrâneas na CEPEL, Cidade universitária no Rio de Janeiro/RJ.**

As informações obtidas com a interpretação das imagens do Georadar e das leituras do Pipe Locator foram compiladas em arquivo em formato CAD anexo ao presente relatório, com a profundidade da geratriz superior e diâmetro aparente de cada interferência detectada anotadas em um layer próprio.

### *ANEXO I – PLANTA CAD COM INTERFERÊNCIAS SUBTERRÂNEAS*

*Colocamo-nos a vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais,*

Atenciosamente,

