
 COMPANHIA DE GÁS DE SANTA CATARINA	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA Nº	ET-40.300.SCG.124	REVISÃO: 2
	USUÁRIO:	SCGÁS - CIA. DE GÁS DE SANTA CATARINA	FOLHA: 1 de 10
	EMPREENDIMENTO:	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL	
	UNIDADE:	GERAL	
DTC-GEREN	LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)		

## ÍNDICE DE REVISÕES

Rev.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	EMISSÃO INICIAL PARA APROVAÇÃO								
1	REVISADO REQUISITO DE MULTIFREQUENCIA								
2	INCLUSÃO DE MODELO DE RELATÓRIO DE SONDAAGEM GEOFÍSICA								
	Rev. 0	Rev. 1	Rev. 2	Rev.3	Rev.4	Rev.5	Rev.6	Rev.7	Rev.8
DATA:	12/04/2022	12/04/2022	27/02/2023						
EXECUÇÃO:	BRACIAL	BRACIAL	BRACIAL						
VERIFICAÇÃO:	FERNANDO	FERNANDO							
APROVAÇÃO:	SAMUEL	SAMUEL	FERNANDO						

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>2 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

**ÍNDICE**


**1. INTRODUÇÃO**

**2. METODOLOGIA DE ESTUDO**

**3. EQUIPAMENTO**

**4. DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO GPR E PROCESSAMENTO DE DADOS**

**5. MODELO DE RELATÓRIO DE SONDAGEM GEOFÍSICA**

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>3 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

## 1- INTRODUÇÃO

Estudos geofísicos, através do método eletromagnético do Georadar (GPR), foram realizados para identificação de interferências.


O GPR (Ground-Penetrating Radar) ou Georadar é uma técnica geofísica que usa reflexão de ondas eletromagnéticas na interface entre as camadas do subsolo para gerar imagens de alta resolução chamadas de Radargramas.

O objetivo do uso de GPR antes do início dos serviços de implantação das redes de gás é para detectar as interferências em subsuperfícies presentes no subsolo existentes de outras infraestruturas e tubulações, cabos elétricos, telefonia, água, esgoto sanitário, outras tubulações de gás, fibra ótica, entre outras, que podem gerar prejuízos, sinistros, paradas de produção, transtornos e acidentes, quando danificadas.

O GPR permite também identificar as camadas de pavimento de vias, transição entre solos impenetráveis, rochas, infiltrações de líquidos, materiais metálicos, cavidades e uma grande variedade de anomalias próprias do meio que está sendo investigado que possam interferir na instalação dos dutos de gás, sem danificar ou mesmo interferir nessa implantação e/ou danificar os equipamentos do método executivo por perfuração direcional ou escavações para implantação das redes de gás, ou quaisquer outros obstáculos que possam prejudicar a produtividade dos serviços de implantação das mesmas.

O equipamento de Georadar tem que ter resolução para identificar quaisquer interferências na diretriz projetada de implantação das redes de gás. Deve permitir a visualização direta dos vários problemas estruturais que possam interferir com a diretriz e através da variabilidade do nível de resolução do equipamento.

A análise dos Radargramas permitirá traçar a continuidade lateral dos horizontes estratigráficos constitutivos e avaliar a regularidade de sua estrutura quanto à espessura e

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>4 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		


definir segmentos portadores de grande número de estruturas refletoras pontuais identificadas pelas feições hiperbólicas nos radargramas, assim como das estruturas contínuas interferentes na diretriz projetada proposta inicialmente para correção e definição da melhor diretriz sem interferências existentes.

A extensão do levantamento geofísico deverá ser feito em todos os cruzamentos de ruas pertencentes ao trecho e abranger a área de implantação englobando todas as interferências possíveis e já observadas no levantamento topográfico e/ou mesmo visuais de válvulas, registros, caixas, bocas de lobo, poços de visitas, tubulações aparentes para as suas transições para enterradas, marcas de cortes nos pavimentos, ligações de bocas de lobo em poços de visita, ligações entre poços de visitas, entre outros.

## **2 - METODOLOGIA DE ESTUDO**

O Georadar é um método eletromagnético que emprega ondas de rádio em frequências altas, normalmente entre 10 e 2500 MHz, para localizar estruturas e feições geológicas rasas de subsuperfície ou localizar objetos enterrados pelo homem. Este método consiste na emissão de ondas eletromagnéticas (EM) e a recepção das ondas refletidas em interfaces no subsolo, produzindo como resultado uma imagem de alta resolução da subsuperfície.

Os principais fatores que controlam o sinal do Georadar são: a frequência e a velocidade da onda EM no meio, o coeficiente de reflexão (contraste de permissividade dielétrica entre os meios) e atenuação do meio. A atenuação é proporcional à condutividade elétrica do meio, de forma que quanto maior a condutividade maior a atenuação. O Georadar possibilita a identificação das camadas construtivas do terreno e de quaisquer objetos enterrados, sempre baseados no princípio da propagação de ondas eletromagnéticas (EM), e no suficiente contraste de impedância elétrica entre os materiais.

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>5 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR</b> <b>(GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

As ondas eletromagnéticas percorrem o meio e, quando atingem uma interface com contraste entre as propriedades físicas, parte do sinal é refletido e registrado por uma antena receptora em função do tempo duplo, ou seja, devido ao percurso de ida e volta da onda EM. A figura a seguir ilustra um esquema de transmissão e reflexão da onda no meio caracterizado por duas camadas com propriedades física distintas.

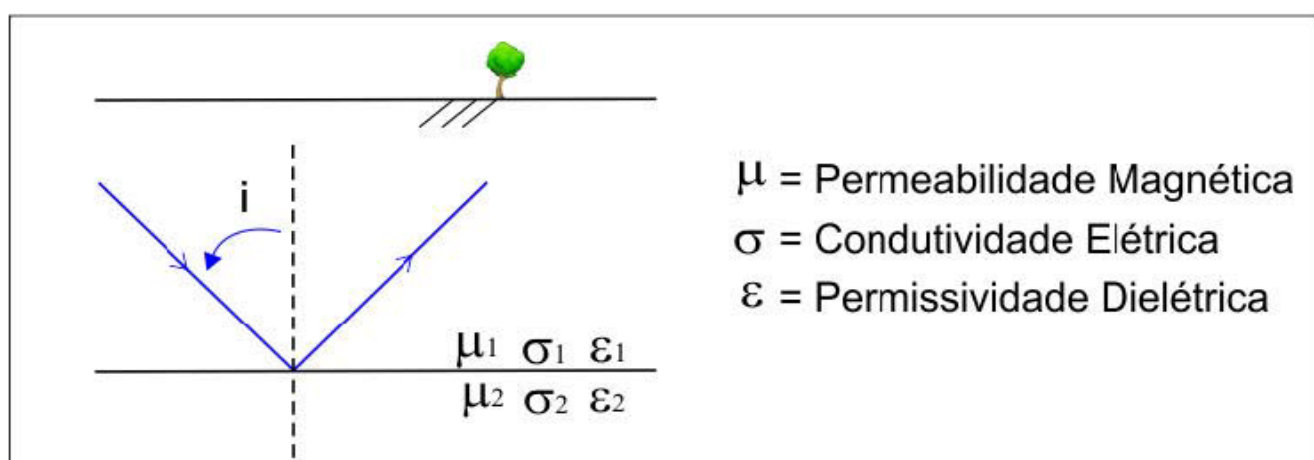



Figura – Esquema da transmissão e reflexão de onda eletromagnética num meio composto por duas camadas com diferentes propriedades físicas.

A pesquisa para detecção de objetos enterrados, deve possibilitar pequenos pulsos de energia EM emitidos e captados por antenas que operam em várias frequências; a onda EM é transmitida, penetrará nas distintas camadas do solo sendo refletida nas interfaces entre estruturas com diferentes propriedades dielétricas. Assim, a onda percorrerá as estruturas até encontrar uma descontinuidade dielétrica, como ocorre quando há mudança de material constitutivo, mudança nas características estruturais da rocha ou solo, presença de camadas compostas por diferentes materiais e/ou diferentes quantidades de água, presença de materiais metálicos, presença de blocos de rocha remanescentes do intemperismo e outros materiais que resultem em diferença de densidade.

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>6 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		


A análise dos perfis contínuos de Georadar fornece subsídios adequados para o melhor planejamento das investigações por métodos diretos e, conseqüentemente, da presença dos materiais em subsuperfície.

As imagens de Georadar obtidas irão permitir a continuidade lateral dos horizontes estratigráficos constitutivos e avaliação da regularidade de sua estrutura quanto à espessura e a definição dos segmentos portadores de grande número de estruturas refletoras pontuais, dutos, tanques, entre outros. Estas estruturas indicam a presença de tubulações diversas em subsuperfície e são identificadas nos radargramas através de feições hiperbólicas, formadas pela difração das ondas eletromagnéticas nestes materiais.



Figura . – Equipamento GPR (*DetectorDuo*) utilizado nos levantamentos, com antenas blindadas de frequências distintas (250 e 700 MHz).



 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>7 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR</b> <b>(GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

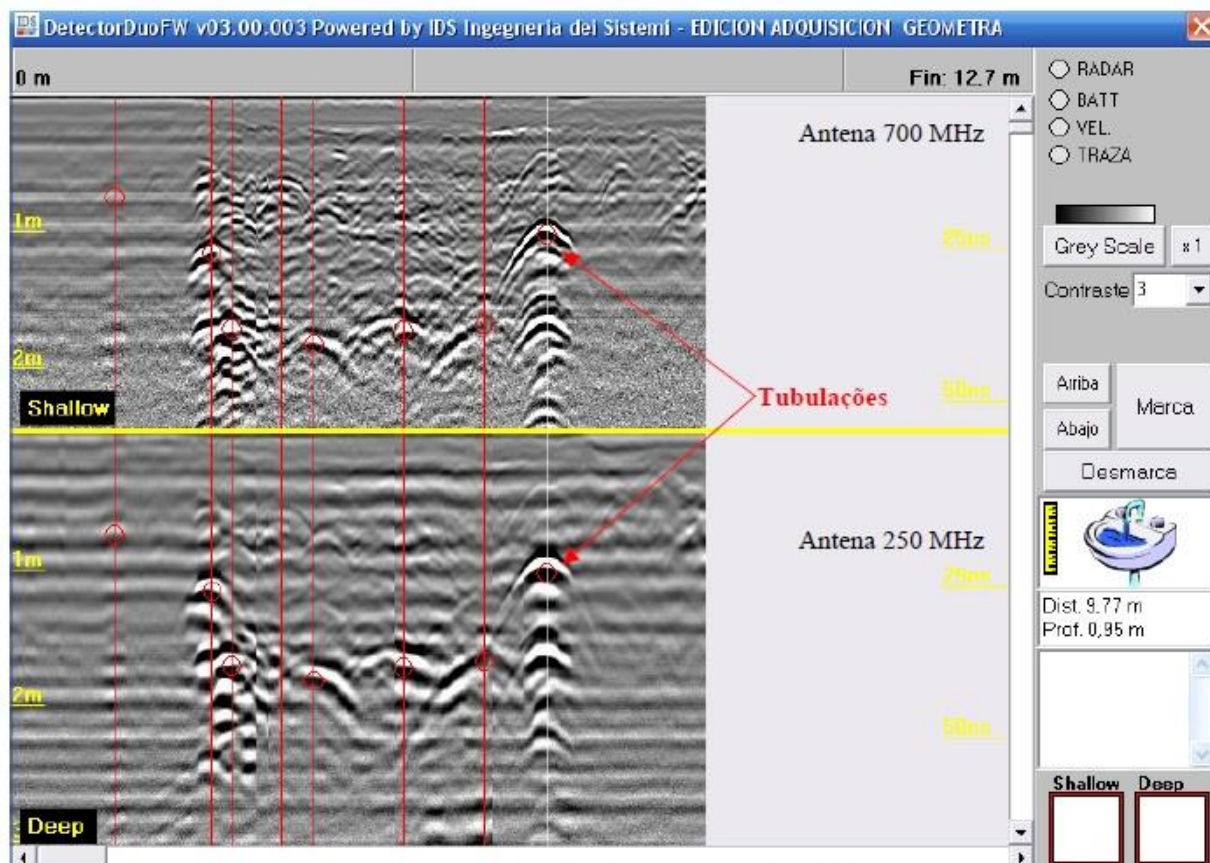



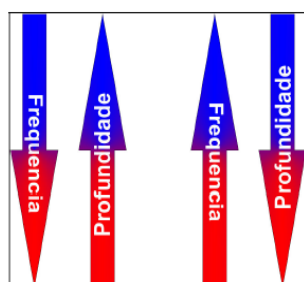
Figura - Exemplo de radargrama, com hipérboles de difração indicando a presença de tubulações em subsuperfície. A linha branca do cursor indica a localização do centro da tubulação e que é marcada no campo no momento da aquisição com a respectiva profundidade e correlação com a rede existente.

### 3 – EQUIPAMENTO

O equipamento utilizado na investigação deve ser multifrequencial para permitir a varredura simultânea de alta resolução de áreas rasas e profundas, permite investigar em dois níveis de resolução distintos, alta frequência para profundidades menores e alta resolução, e a de menor frequência para atingir as profundidades maiores.

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>8 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

O equipamento deve possibilitar leituras mais precisas tanto para profundidades baixas e frequência mais alta, próxima aos 700 MHz, como para profundidades mais altas, com frequência mais baixa, próxima aos 250 MHz, conforme mostrado na tabela abaixo.




Frequência Central (MHz)	Profundidade Máxima de Penetração (m)	Resolução Espacial (m)
800	1,5	0,015 – 0,03
700	2	0,02 – 0,10
500	4	0,05 – 0,125
250	6	0,20 – 0,30
100	20	0,25 – 0,50
50	40	0,5 – 1



**Figura – Levantamento GPR em progresso.**



 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>9 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

#### **4 – DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO GPR E PROCESSAMENTO DE DADOS**


O levantamento deve ser realizado através de caminhamento em perfis longitudinal e transversais de acordo com a necessidade de detalhamento apresentado no campo e de acordo com a quantidade de interferências detectadas na área de implantação da rede de gás.


Essa área de abrangência deverá ter apresentação gráfica de localização das interferências ou “radargramas”, apresentados em no mínimo um perfil transversal a cada 5 metros de diretriz longitudinal, e radargramas das interferências e cruzamentos ao longo da diretriz longitudinal da tubulação, para garantir varredura de uma área de abrangência ao longo da diretriz que terá como eixo a diretriz longitudinal da tubulação projetada e com largura de um metro, sendo meio metro para cada lado do eixo da diretriz longitudinal da tubulação projetada de gás.

As interferências serão apresentadas em Relatório e também nos desenhos planta e perfil dos projetos.


Nos perfis os dados são obtidos através de deslocamento das antenas em contato com a superfície do terreno através do reboque manual (caminho), e quando detectada a interferência no campo, esta é identificada e locada no radargrama para posterior processamento e interpretação.

Os dados obtidos em campo devem ter o processamento após o trabalho de campo e proporcionar identificação de interferências não detectadas quando do levantamento em campo, assim serão tratados com relação a problemas de drift, ruídos e filtrados e invertidos nos softwares, com rotinas de processamento para avaliação desde a análise do traço até a análise média do espectro de sinais; os dados devem ser pós-processados e com

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR (GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		
<p>interpretação dos programas de imagens para as tomadas de decisão da melhor diretriz da rede de gás a ser implantada.</p> <p>Os dados topográficos das outras infraestruturas em suas partes aparentes devem nortear os trabalhos de campo do Georadar.</p> <p>O levantamento por Georadar é medido por diretriz da rede a ser implantada, mas a sua varredura deve corresponder à área de possíveis interferências laterais e de cruzamentos, conforme área de abrangência especificada acima de levantamento mínimo.</p> <p>O Critério de Medição será medido por extensão da tubulação projetada em metros, através do levantamento da área mínima correspondente a largura de um metro e pelo comprimento da tubulação projetada em metros.</p>			

 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>11 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR</b> <b>(GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

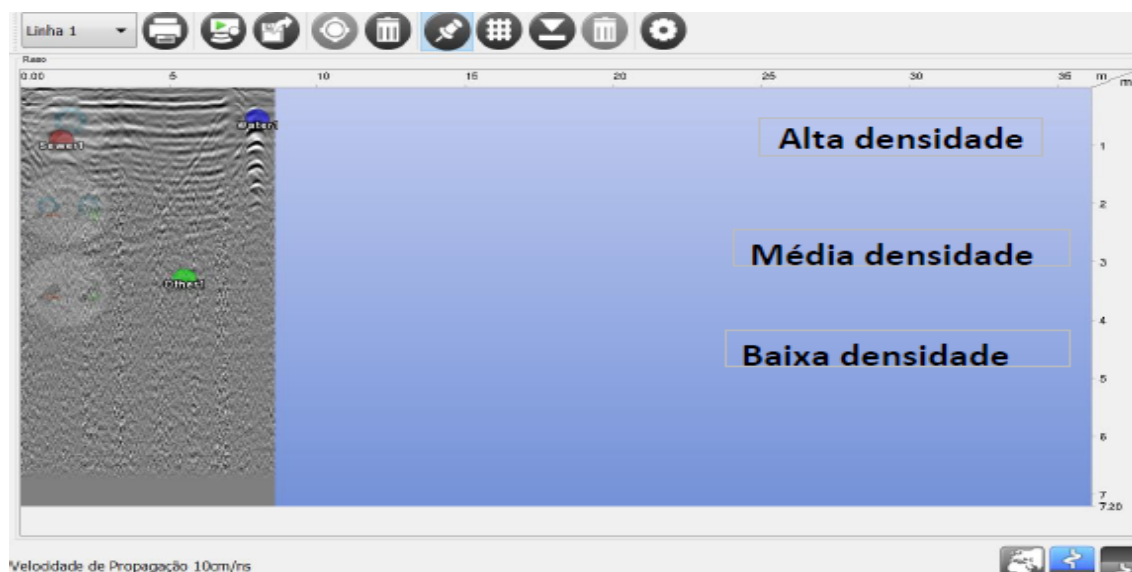
## 5 .MODELO DE RELATÓRIO DE SONDAGEM GEOFÍSICA

	RELATÓRIO		DE-4X.XXX.SCG.XXX		Nº 1	
	CLIENTE			FOLHA 1 de 2		
	TÍTULO					
	RELATÓRIO SONDAGEM GEOFÍSICA - IMAGEM					
LOGOMARCA CONTRATADA	OBRA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DO GASODUTO EM NA CIDADE DE XXXX PEAD			DATA DA SONDAGEM 27/02/2023		
LOGOMARCA SUBCONTRATADA	REGIÃO: -					
	PROCEDIMENTO(S)	ESTAQUEAMENTO (INICIAL/FINAL)		EXTENSÃO	REGISTRO/REVISÃO	SENTIDO
	NM -012	0 : 25		500,00	: 0	


**Descrição da atividade: SONDAGEM GEOFÍSICA PARA IDENTIFICAÇÃO DO SUBSOLO**


### TELA DE IDENTIFICAÇÃO DO GEORADAR

Localização : Rua XXXX



<b>Apresentação:</b>	Nossos serviços consistem na localização e marcação de redes subterrâneas mediante rastreamento/varredura eletromagnético para realização de obras de gasoduto.
<b>Metodologia:</b>	Metodologia: obter uma imagem de alta resolução da subsuperfície, através da transmissão e reflexão de ondas eletromagnéticas de altas frequências (10 - 2,5 GHz).
<b>Equipamentos:</b>	GPR IDS DETECTOR DUO
<b>Conclusão:</b>	<p>Conclusão: Encontrado Variação de camadas de solo com alta, média e baixa resistividade:</p> <p>Solo alta Densidade:Asfalto, Concreto, Paralelepipedo, Argila e Areia ( camada compactada com alto indice de dureza);</p> <p>Solo Média Densidade:Reaterro, argila e terra; (Camada com baixa compactação, indicada para perfuração)</p> <p>Solo Baixa Densidade: Virgem (Camada com baixa compactação, indicada para perfuração).</p> <p>Não localizamos formação rochosa.</p>

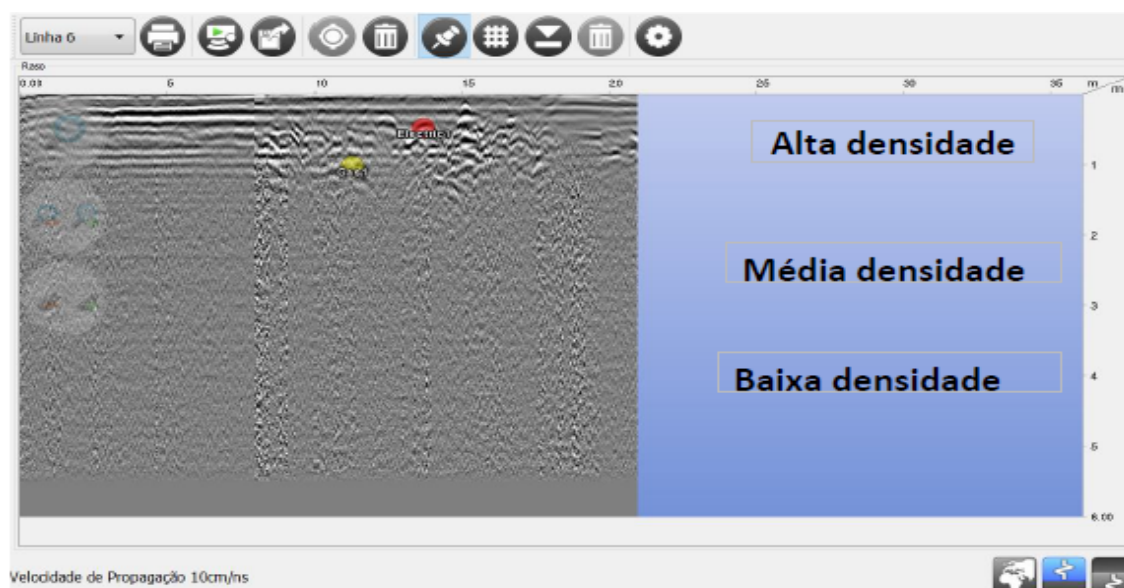
 <b>DTC - GEREN</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-40.300.SCG.124</b>	REVISÃO: <b>2</b>
	UNIDADE	<b>GERAL</b>	FOLHA: <b>12 de 12</b>
	<b>LEVANTAMENTO GEOFÍSICO POR MEIO DE IMAGEAMENTO GEORADAR</b> <b>(GPR – GROUND PENETRATING RADAR)</b>		

	RELATÓRIO		DE-4X.XXX.SCG.XXX		Nº 1	
	CLIENTE			FOLHA 2 de 2		
	TÍTULO					
	RELATÓRIO SONDAGEM GEOFÍSICA - IMAGEM					
LOGOMARCA CONTRATADA	OBRA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DO GASODUTO EM NA CIDADE DE XXXX PEAD				DATA DA SONDAGEM 27/02/2023	
LOGOMARCA SUBCONTRATADA	REGIÃO: -					
	PROCEDIMENTO(S)	ESTAQUEAMENTO (INICIAL/FINAL)		EXTENSÃO	REGISTRO/REVISÃO	SENTIDO
	NM -012	0 : 25		500,00	: 0	

**Descrição da atividade: SONDAGEM GEOFÍSICA PARA IDENTIFICAÇÃO DO SUBSOLO**

#### TELA DE IDENTIFICAÇÃO DO GEORADAR

Localização : Rua XXX / XXX/XXX



<b>Apresentação:</b>	Nossos serviços consistem na localização e marcação de redes subterrâneas mediante rastreamento/varredura eletromagnético para realização de obras de gasoduto.
<b>Metodologia:</b>	Metodologia: obter uma imagem de alta resolução da subsuperfície, através da transmissão e reflexão de ondas eletromagnéticas de altas frequências (10 - 2,5 GHz).
<b>Equipamentos:</b>	GPR IDS DETECTOR DUO
<b>Conclusão:</b>	Conclusão: Encontrado Variação de camadas de solo com alta, média e baixa resistividade: Solo alta Densidade:Asfalto, Concreto, Paralelepipedo, Argila e Areia ( camada compactada com alto indice de dureza); Solo Média Densidade:Reaterro, argila e terra; (Camada com baixa compactação, indicada para perfuração) Solo Baixa Densidade: Virgem (Camada com baixa compactação, indicada para perfuração). Não localizamos formação rochosa.