

JERRY WILLIAMIS LIMA ALVES

**IMPLANTAÇÃO DO CAMPO DE TESTES DA UFPA PARA MEDIDAS
GEOFÍSICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Geofísica.

Área de Concentração: Métodos Elétricos e Eletromagnéticos.

Orientador: Prof. Dr. José Gouvêa Luiz.

BELÉM

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

A474i Alves, Jerry Williamis Lima

Implantação do campo de teste da UFPA para medidas geofísicas / Jerry Williamis Lima Alves; Orientador: José Gouvêa Luiz – 2013
77 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Belém, 2013.

1. Prospecção – Métodos geofísicos. 2. Campo de testes. 3. Magnetometria. 4. GPR. 5. Eletroresistividade. 6. Métodos eletromagnéticos. I. Luiz, José Gouvêa, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22° ed.: 622.15

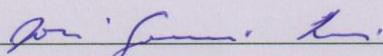
JERRY WILLIAMIS LIMA ALVES

**IMPLANTAÇÃO DO CAMPO DE TESTES DA UFPA PARA MEDIDAS
GEOFÍSICAS**

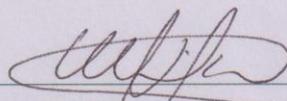
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Geofísica.

Data de aprovação:

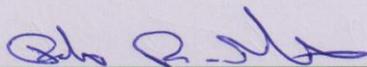
Banca examinadora:



Prof. José Gouvêa Luiz- Orientador
Doutor em Geofísica
Universidade Federal do Pará



Prof. Marcos Welby Correa/Silva
Doutor em Geofísica
Universidade Federal do Pará



Prof. Paulo Roberto de Carvalho
Doutor em Geofísica
Universidade Federal Rural da Amazônia

*A Deus por ter me concedido mais uma vitória em minha vida.
A minha família, pelo exemplo de vida e incentivo em busca da
educação.*

*Aos interessados pela Geofísica de maneira geral, e, em
especial, pela Geofísica Aplicada, para que, de alguma forma,
possam encontrar informações que auxiliem em produções futuras de
conhecimento.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me acompanhado durante toda minha trajetória, dando força e conhecimento para chegar ao fim de mais uma caminhada em minha vida.

Aos meus pais, minha esposa, minhas filhas, meus irmãos e meus familiares que contribuíram com incentivos morais, fortalecendo minha busca pelo conhecimento e pela educação, dando força e motivação nas horas mais necessitadas.

Ao meu orientador prof. Dr. José Gouvêa Luiz e ao prof. MsC. Alberto Leandro de Melo, pela paciência, confiança e contribuições sem as quais este trabalho não poderia ter sido desenvolvido.

Aos meus colegas que me ajudaram nas etapas da construção do campo de teste e na aquisição dos dados de campo, e em especial, ao téc. de campo Paulo Magalhães pelo companheirismo e pelas contribuições dadas ao trabalho.

Finalmente, aos docentes e funcionários da pós-graduação em geofísica pelo aprendizado conquistado e pelas ajudas necessárias para que eu pudesse chegar até aqui. Por tudo e por todos o meu obrigado!

*Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa, por isso aprendemos sempre.
O conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo.
Requer uma ação transformadora sobre a realidade.
Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção.*

Paulo Freire

RESUMO

Apresentamos o trabalho desenvolvido durante a implantação do Campo de Testes para medidas geofísicas da UFPA. O trabalho envolveu três etapas: na primeira etapa foram construídos perfis e executadas medidas para o reconhecimento de estruturas pré-existentes na área; na segunda etapa foram enterrados artefatos para simular anomalias geofísicas nas medidas; e, na terceira etapa, foram realizadas novas medidas para a detecção de anomalias provocadas pelos artefatos enterrados. Foi enterrada na área apenas uma parte dos artefatos programados para enterramento no Campo de Testes. Os artefatos enterrados são tubos metálicos e tambores metálicos e de plástico. As medidas executadas na primeira e terceira etapas envolveram os métodos da Eletrorresistividade, Radar de Penetração no Solo (GPR), Eletromagnético EM-34 e Magnético. As medidas realizadas na terceira etapa acusam a presença dos artefatos na posição real onde foram enterrados, o que torna a área apta a servir como local de treinamento de práticas experimentais geofísicas.

Palavras-chave: Prospecção – Métodos geofísicos. Campo de Testes. Magnetometria. GPR. Eletrorresistividade. Métodos. Eletromagnéticos.

ABSTRACT

We describe the results obtained during the implementation of the Federal University of Pará test site for geophysical measurements. The work was done in three stages. In the first stage, preliminary studies were accomplished to know the physical background of the area. In the second, artifacts were buried to simulate geophysical anomalies in the measurements. In the third one, new measures were performed to detect anomalies caused by the buried artifacts. Only a part of the artifacts that are scheduled for burial was buried in the site. The buried artifacts are metal pipes, metal drums, and plastic drums. The measures implemented in the first and third stages involved the methods of Electrical Resistivity, Ground Penetrating Radar (GPR), Electromagnetic and Magnetic. The measurements performed in the third stage showed the presence of artifacts in the actual position where they were buried, which turns the area suitable to serve as a training site for geophysical experimental practices.

Key words: Prospecting – Geophysical methods. Test site. Magnetometry. GPR. electrical resistivity. electromagnetic methods.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do Campo de Testes.	16
Figura 2 - Vista do Campo de Testes da UFPA.	17
Figura 3 - Vista do Perfil 1 do Campo de Testes.	17
Figura 4 - Ferragens de um poste descartado na área onde foi construído o Campo de Testes.	19
Figura 5 - Material plástico descartado na área onde foi construído o campo de Testes.	19
Figura 6 - Tubo de 12 m de comprimento (duas peças de 6 m) enterrado perpendicular aos perfis no Campo de Testes.	21
Figura 7 - Tubo em “V” (duas peças de 6 m) enterrado transversal aos perfis no Campo de Testes.	21
Figura 8 - Tambor metálico enterrado perpendicular aos perfis no Campo de Testes. .	21
Figura 9 - Tambor plástico enterrado perpendicular aos perfis no Campo de Testes. ..	21
Figura 10 - Localização dos artefatos enterrados no Campo de Testes.	22
Figura 11 - Disposição do Arranjo Dipolo-Dipolo	30
Figura 12 - Arranjo Schulumberger.....	30
Figura 13 - Arranjo Wenner.....	31
Figura 14 - Arranjo Wenner- Schulumberger.....	31
Figura 15 - Princípio de funcionamento de um sistema eletromagnético: A - Posicionamento das bobinas transmissora e receptora sobre um corpo condutor; B – Campo primário H_p induzindo corrente em um condutor do subsolo; C – Campo secundário H_s produzido pelo condutor; D – Interação dos campos primário e secundário gerando o campo resultante.	33
Figura 16 - Equipamento EM-34-3, fabricado pela GEONICS.	36
Figura 17 - Posicionamento das bobinas: (a) Coplanar horizontal (dipolo vertical); (b) Coplanar vertical (dipolo horizontal).....	36
Figura 18 - Magnetômetro G-856 da GEONICS usado nas medidas realizadas no Campo de Testes.	37
Figura 19 - Medidas de Magnetometria no Perfil 2: Sensor a 0,6 m do solo, sensor a 1,2 m do solo e medidas a 1,2 m do solo antes da inserção dos artefatos.	38

Figura 20 - GPR SIR-3000 da GSSI usado nas medidas realizadas no Campo de Testes.	39
Figura 21 - Resistivímetro RD-1000 da GEOTEST usado no Campo de Testes.	41
Figura 22 - Teste: medidas realizadas com eletrodos espaçados de 2 m.	42
Figura 23 - Teste: medidas realizadas com eletrodos espaçados de 1 m.	42
Figura 24 - EM-34-3 usado nas medidas realizadas no Campo de Testes.	43
Figura 25 - Resultados obtidos no Método Magnético antes da inserção dos artefatos na área do Campo de Testes. As medidas foram realizadas a intervalos de 2 m.	44
Figura 26 - Resultados obtidos no Método Magnético após a inserção dos artefatos na área do Campo de Testes. As medidas foram realizadas a intervalos de 1 m.	45
Figura 27 - Resultados de Magnetometria, Comparação: A) resultados obtidos antes da inserção dos artefatos e B) resultados obtidos após a inserção dos artefatos.	46
Figura 28 - Resultados obtidos de GPR no perfil 1 completo : A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	47
Figura 29 - Resultados obtidos de GPR no perfil 1 detalhado entre as estações 28 e 38: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	48
Figura 30 - Resultados obtidos de GPR no perfil 2 completo : A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	48
Figura 31 - Resultados obtidos de GPR no perfil 2 detalhado entre as estações 34 e 46: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	49
Figura 32 - Resultados obtidos de GPR no perfil 3 completo: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	50
Figura 33 - Resultados obtidos de GPR no perfil 3 detalhado: A) antes da inserção dos artefatos entre as estações 34 e 46 e B) após a inserção dos artefatos entre as estações 32 e 42.	50
Figura 34 - Resultados obtidos de GPR no perfil 4 completo : A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	51
Figura 35 - Resultados obtidos de GPR no perfil 4 detalhado entre as estações 34 e 46: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	51
Figura 36 - Resultados obtidos de GPR no perfil 5 completo : A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	52

Figura 37 - Resultados obtidos de GPR no perfil 5 detalhado entre as estações 28 e 38: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	52
Figura 38 - Resultados obtidos de GPR no perfil 5 detalhado entre as estações 34 e 46: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	53
Figura 39 - Resultados obtidos de GPR no perfil 6 completo: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	54
Figura 40 - Resultado Resistividade Perfil 1.	55
Figura 41 - Resultado Resistividade Perfil 2.	56
Figura 42 - Resultado Resistividade Perfil 3.....	57
Figura 43 - Resultado Resistividade Perfil 4.	57
Figura 44 - Resultado Resistividade Perfil 5.	58
Figura 45 - Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar horizontal (DV) antes da inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.	60
Figura 46 - Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar horizontal (DV) após a inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.	61
Figura 47 - Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar horizontal (DV) comparação: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.	62
Figura 48 - Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar vertical (DH) antes da inserção dos artefatos na área do Campo de Testes. .	63
Figura 49 - Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar vertical (DH) após a inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.	64
Figura 50 - Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar vertical (DH) comparação: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.....	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 CONSTRUÇÃO DO CAMPO DE TESTES DA UFPA	16
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	16
2.1.1 Contexto geológico	18
2.2 CONSTRUÇÃO DO CAMPO	19
2.2.1 Artefatos enterrados	20
3 REVISÃO DE CONCEITOS	23
3.1 MÉTODO MAGNÉTICO	23
3.2 RADAR DE PENETRAÇÃO NO SOLO	25
3.3 MÉTODO DA ELETRORRESISTIVIDADE	29
3.4 MÉTODO ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO	33
4 AQUISIÇÃO DE DADOS	37
4.1 MÉTODO MAGNÉTICO	37
4.2 RADAR DE PENETRAÇÃO NO SOLO	39
4.3 MÉTODO DA ELETRORESISTIVIDADE	41
4.4 MÉTODO ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO	43
5 RESULTADOS	44
5.1 MÉTODO MAGNÉTICO	44
5.2 RADAR DE PENETRAÇÃO NO SOLO	47
5.3 MÉTODO DA ELETRORRESISTIVIDADE	55
5.4 MÉTODO ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO	59
6 CONCLUSÕES	666
REFERÊNCIAS	688
ANEXO	71
ANEXO A - TERMO DE CESSÃO	72

1 INTRODUÇÃO

Entender as origens e o funcionamento de nosso planeta é apenas alguns dos muitos questionamentos que a humanidade se faz desde suas mais remotas eras. Neste sentido, encontramos na Geofísica uma grande arma de investigação que auxilia a encontrarmos evidências que possam servir de base para uma melhor compreensão a respeito da dinâmica terrestre.

Neste contexto, a Geofísica busca estudar a Terra a partir de medições de grandezas físicas ligadas aos fenômenos da eletricidade, magnetismo, ondas mecânicas, temperatura e da radioatividade dos corpos, o que nos possibilita conhecer com melhor precisão as regiões estudadas e em especial o subsolo.

Quando buscamos investigar a crosta rasa terrestre (até 5 km de profundidade) usamos a Prospecção Geofísica. Nessa especialidade, técnicas geofísicas são aplicadas visando à detecção de distorções (anomalias) nas grandezas físicas, que podem ter sido causadas por feições geológicas ou por materiais artificiais enterrados no subsolo.

O aprendizado da Geofísica de Prospecção requer tanto o conhecimento da metodologia aplicada na aquisição de dados sobre os campos físicos, quanto o sucesso em sua interpretação, visando obter informações detalhadas sobre a causa das distorções detectadas.

Desta forma, uma maneira bastante positiva no que diz respeito à construção deste conhecimento é a realização de treinamentos em um ambiente onde se conheçam previamente as características físicas e geométricas da subsuperfície e das fontes causadoras das distorções.

Um campo de teste consiste na construção de uma área onde serão enterrados artefatos bem localizados, com a finalidade de possibilitar o treinamento de alunos e professores em executar a aquisição de dados dos métodos geofísicos, uma vez que as propriedades físicas e geológicas da área e dos materiais enterrados serão bem conhecidas. Tais materiais devem simular fontes causadoras das distorções dos campos físicos, visando uma representação real dos objetos de estudo da Geofísica de Prospecção.

Neste sentido, a criação de uma área de testes geofísicos controlados é importante para os estudantes, tanto da graduação quanto da pós-graduação, pois possibilitará a eles o manuseio e calibração de equipamentos sob condições similares às de campo, além de proporcionar auxílio para a compreensão do processamento e interpretação dos dados adquiridos.

Os registros existentes sobre áreas de testes controlados de geofísica mostram que sua presença é constante em alguns países. Listamos a seguir alguns destes:

Em 1996, na França, pesquisadores do *Laboratoire Central des Ponts et Chaussées* construíram uma trincheira, com paredes impermeabilizadas por cimento, de tamanho 26 m x 20 m x 4 m, dividida em cinco compartimentos contendo silte, areia e brita, onde foram enterrados tubos PVC, blocos de concreto, calcário e rochas, para realização de estudos de tomografias sísmicas e GPR (GRANDJEAN et al., 2000).

Ainda em 1996, em Illinois nos Estados Unidos, foi criado um sítio controlado para Arqueologia, o *Controlled Archaeological Teste Site* (CATS) pelo Laboratório de Pesquisa de Engenharia de Construção da Companhia Armada de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACERL). O sítio está contido em uma área de 50 x 50 m onde foram enterrados objetos que encontramos em sítios arqueológicos a uma profundidade máxima de três metros. Dentre os objetos destacamos: tijolos, pedaços de parede, fundações e esqueletos de animais domésticos. Além destes, foram enterrados materiais não arqueológicos para simular armamentos bélicos, como cápsulas de munição e minas explosivas, possibilitando o treinamento de militares em técnicas geofísicas e testes dos novos equipamentos desenvolvidos pelo Departamento de Defesa de Illinois (ISSACSON et al., 1999).

Em 1997, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da universidade de São Paulo (USP) inaugurou a primeira área de testes controlados de Geofísica do Brasil (MENDONÇA et al., 1999). Localizado na Cidade Universitária em frente ao IAG, o local serve como laboratório prático de disciplinas da área de geofísica aplicada. De acordo com Borges (2002), nesta área foram enterrados objetos tais como tubos, manilhas de concreto e tambores entre outros, para simulação de um contexto geológico-urbano (diferente de outros sítios controlados instalados em outros países) permitindo a aquisição de dados por métodos magnéticos, elétricos, sísmicos e eletromagnéticos de alta frequência (Radar de Penetração no Solo) e baixa frequência (indutivo).

Recentemente em Belém-PA, foi criada uma área de testes geofísicos voltada a aplicações ambientais e forenses da Geofísica (COSTA, 2008). O campo de testes denominado como FORAMB (Forense/Ambiental) foi construído em 2007 e consiste em um perfil de 13 m onde foram enterradas três caixas: uma caixa vazia representando um túnel de fuga ou área de soterramento, outra caixa contendo metais para representar armamentos e uma caixa contendo um cadáver humano cedido pelos órgãos competentes para estudo.

No FORAMB é estudado além de aplicações forenses como a descoberta de túneis e armamento escondidos ou o achado de corpos soterrados, o comportamento e migração do

necro-chorume a partir da decomposição do cadáver, o que auxilia trabalhos e pesquisas ligadas à contaminação de lençóis freáticos (DAMASCENO, 2001).

Neste trabalho, estaremos expondo como sucedeu a instalação do campo de testes geofísicos da UFPA, mostrando suas várias etapas desde a construção até os resultados obtidos antes e após a colocação de artefatos na área. Os métodos geofísicos escolhidos para o estudo do local foram: Magnetometria, Eletromagnético (EM-34), Resistividade e Radar de Penetração no Solo (GPR). O objetivo do trabalho foi criar um ambiente controlado onde os alunos da Universidade Federal do Pará pudessem realizar treinamento e, assim, adquirir uma maior familiarização com as práticas de campo e de coleta de dados em prospecção geofísica.

2 CONTRUÇÃO DO CAMPO DE TESTES DA UFPA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Campo de Testes da Faculdade de Geofísica da UFPA foi construído no interior do campus da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizado ao lado do campus da UFPA, em Belém, no bairro da Terra Firme (Figura 1). O Campo encontra-se ao redor das coordenadas geográficas $1^{\circ} 26' 59''$ Sul e $48^{\circ} 26' 3,3''$ Oeste (LUIZ et al., 2007). A área do campo mede 100 x 100 m (um hectare) e foi gentilmente cedida pela direção da UFRA, que emitiu um documento oficializando a cessão (Anexo A).

Figura 1: Localização do Campo de Testes

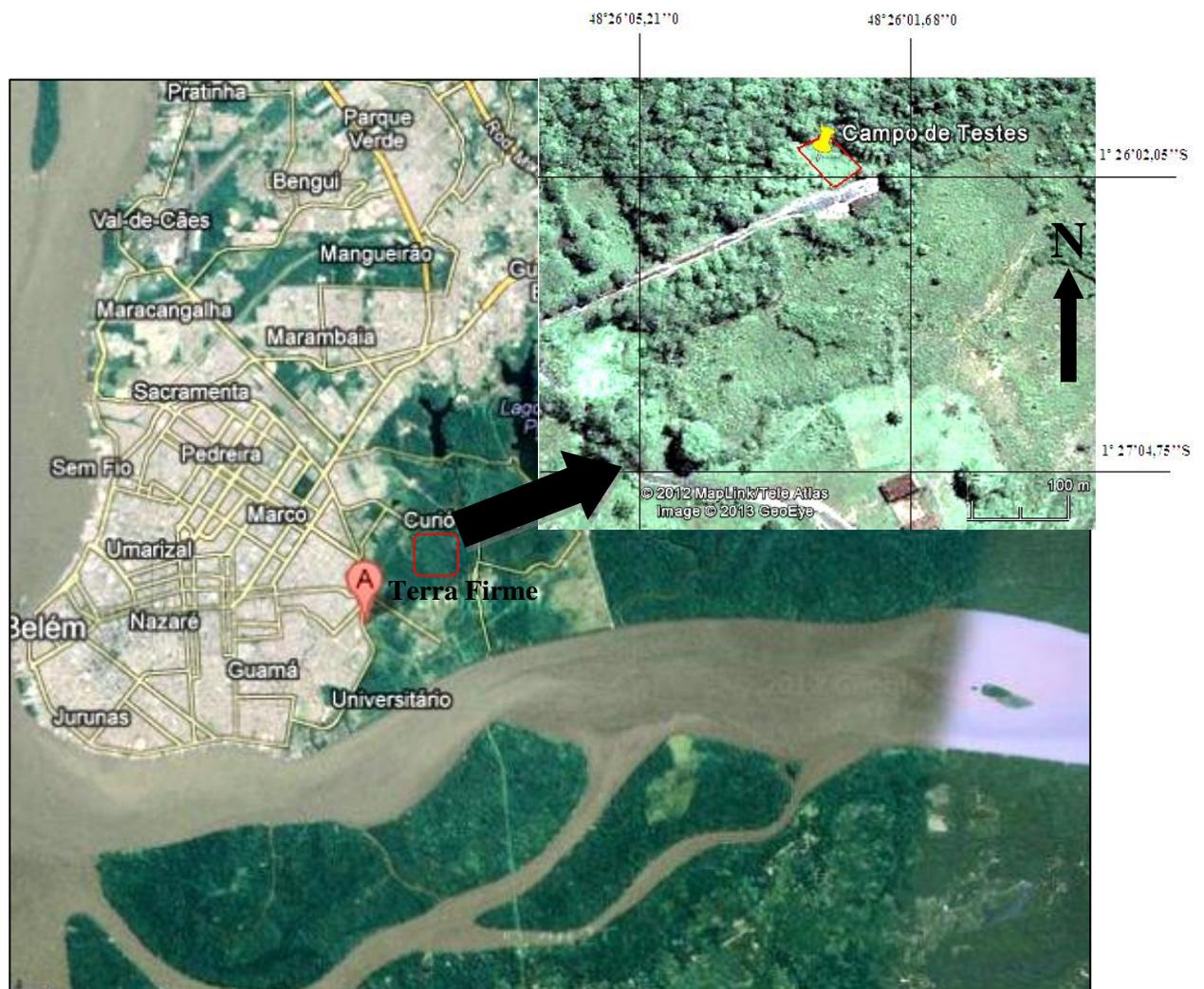
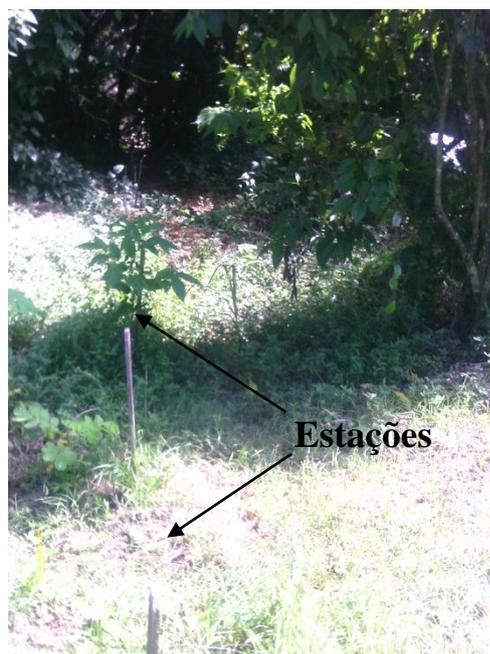


Figura 2- Vista do Campo de Testes da UFPA.



O local para a instalação do Campo foi escolhido por não apresentar efeitos culturais causadores de anomalias magnéticas e eletromagnéticas como cercas, fios elétricos e tubulações, e por conter árvores, o que o torna similar ao ambiente onde se desenvolvem os trabalhos de prospecção geofísica (Figura 2). Antes a área servia de depósito de material inservível e lixo da UFRA. O Campo é atualmente constituído por seis perfis espaçados de 4 m e de comprimento 50 m, totalizando uma área de 1200 m². Em cada perfil encontram-se piquetes de madeira, colocados a intervalos de 2 m para marcar a posição das estações de medidas (Figura 3).

Figura 3: Vista do Perfil 1 do Campo de Testes



2.1.1 Contexto Geológico

Em termos geológicos, na Região Metropolitana de Belém predominam na superfície e na subsuperfície rasa sedimentos do Quaternário, representados pela Unidade Pós-Barreiras e sedimentos holocênicos (FARIAS et. al, 1992; SANTOS, 1982).

De acordo com Farias et. al, (1992), os sedimentos Pós-Barreiras são inconsolidados, normalmente arenosos com alguma argila, de coloração creme-amarelada e amarelo-alaranjada a totalmente branca. Sua granulometria varia de fina a média, apresentando também seixos milimétricos de quartzo leitoso dispostos ao acaso e concreções ferruginizadas. Nos locais de coloração branca são observadas estruturas de dissipação de dunas. Compõe também essa unidade, blocos de arenito ferruginizado de granulação fina a grossa em matriz areno-argilosa incoesa. Esta unidade corresponde à sequência C descrita por Rossetti et al. (2001).

Os sedimentos holocênicos são aluvionares e localizam-se principalmente na faixa litorânea e vales de rios e igarapés. Eles são constituídos por areias, siltes e argilas. As areias são finas a médias, de cor marrom, com siltes e argilas intercaladas. As argilas geralmente apresentam cor cinza escura a cinza clara e restos de vegetais (FARIAS et. al, 1992). Esses sedimentos geralmente originam solos arenosos com baixos teores de elementos nutritivos e alta porcentagem de ferro total (SANTOS, 1982).

Na área do campus da UFRA predominam os solos do tipo latosolo amarelo, concrecionário laterítico e gley pouco húmico (SANTOS, 1982). O solo do Campo de Testes apresenta características de solo concrecionário, sendo possível observar na superfície do terreno blocos de arenito ferruginoso (grés do Pará).

2.2 CONSTRUÇÃO DO CAMPO

O Campo de Testes da UFPA teve sua construção iniciada em 2007, com a abertura de seis perfis de medidas espaçados de 4 m. Cada perfil tinha a extensão de 40 m e recebeu marcação a cada 2 m, para posicionar as estações de medida. Após a abertura dos perfis, foram executadas medidas geofísicas com os métodos magnético, eletromagnético indutivo, elétrico e radiométrico, visando obter os valores dos campos físicos no ambiente natural antes do enterramento dos materiais que iriam simular as fontes de anomalias. Os resultados dessa fase da construção do campo são relatados por Luiz et al. (2007) e por Moreira (2007). Posteriormente, devido a obras realizadas na área de acesso ao Campo de Testes, que destruíram os primeiros metros dos perfis, foram abertos novos perfis sobre os antigos, porém cada um com extensão de 50 m.

Antes da construção, a área teve que passar por um processo de limpeza e desobstrução ao longo de cada perfil a fim de possibilitar as medições sem que, ao mesmo tempo, a natureza fosse agredida. Uma grande parcela dos dejetos depositados no local, como os mostrados nas Figuras 4 e 5, pôde ser retirada durante a limpeza, porém, uma pequena quantidade ainda permanece na área, o que acaba criando algumas zonas de interferência (ruído).

Figura 4: Ferragens de um poste descartado na área onde foi construído o Campo de Testes.

Figura 5: Material plástico descartado na área onde foi construído o Campo de Testes.



A reconstrução do Campo de Teste se deu após a realização de três etapas. A primeira etapa consistiu na abertura de picadas (perfis) e aquisição de dados geofísicos utilizando os métodos: Magnético, eletromagnético Radar de Penetração no Solo (GPR), Eletrorresistividade e Eletromagnético Indutivo (EM-34), para se conhecer o ambiente natural.

A segunda etapa consistiu em enterrar artefatos que simularão as fontes de anomalias geofísicas. A escolha dos objetos enterrados e locais onde estes objetos seriam colocados se deu em função da análise das respostas magnéticas, elétricas e eletromagnéticas obtidas após a execução da primeira etapa. A segunda etapa ainda não está concluída, pois foi enterrada somente uma parte dos artefatos programados para enterramento no Campo de Testes.

Na terceira etapa foram realizadas novas medições, a fim de localizar as distorções dos campos físicos criadas pelos artefatos já enterrados, relativas às medidas realizadas na primeira etapa.

2.1.1 - Artefatos enterrados

Neste primeiro momento da segunda etapa de construção do Campo de Testes foram enterrados dois tubos de ferro com 12 cm de diâmetro e 6 m de comprimento conectados entre si, perfazendo 12 m de comprimento (Figura 6) e dois tubos de ferro com 12 cm de diâmetro e 6 m de comprimento, conectados entre si formando um “V” com 6 m em cada metade (Figura 7). Também foram enterrados dois tambores metálicos de 60 cm de diâmetro por 96 cm de comprimento, que foram conectados pelas bases (Figura 8) e dois tambores de plástico medindo 60 cm de diâmetro por 96 cm de comprimento, também conectados pela base (Figura 9). Os tubos de ferro foram enterrados a 0,20 m da superfície do terreno, enquanto os tambores foram enterrados a 0,30 m da superfície, todos na posição horizontal. A localização dos artefatos enterrados é mostrada na Figura 10. Futuramente, serão enterrados no Campo outros artefatos ligados à arqueologia e à área ambiental e forense, enriquecendo ainda mais o projeto.

Figura 6: Tubo de 12 m de comprimento (duas peças de 6 m) enterrado perpendicular aos perfis no Campo de Testes.



Figura 7: Tubo em “V” (duas peças de 6 m) enterrado transversal aos perfis no Campo de Testes.



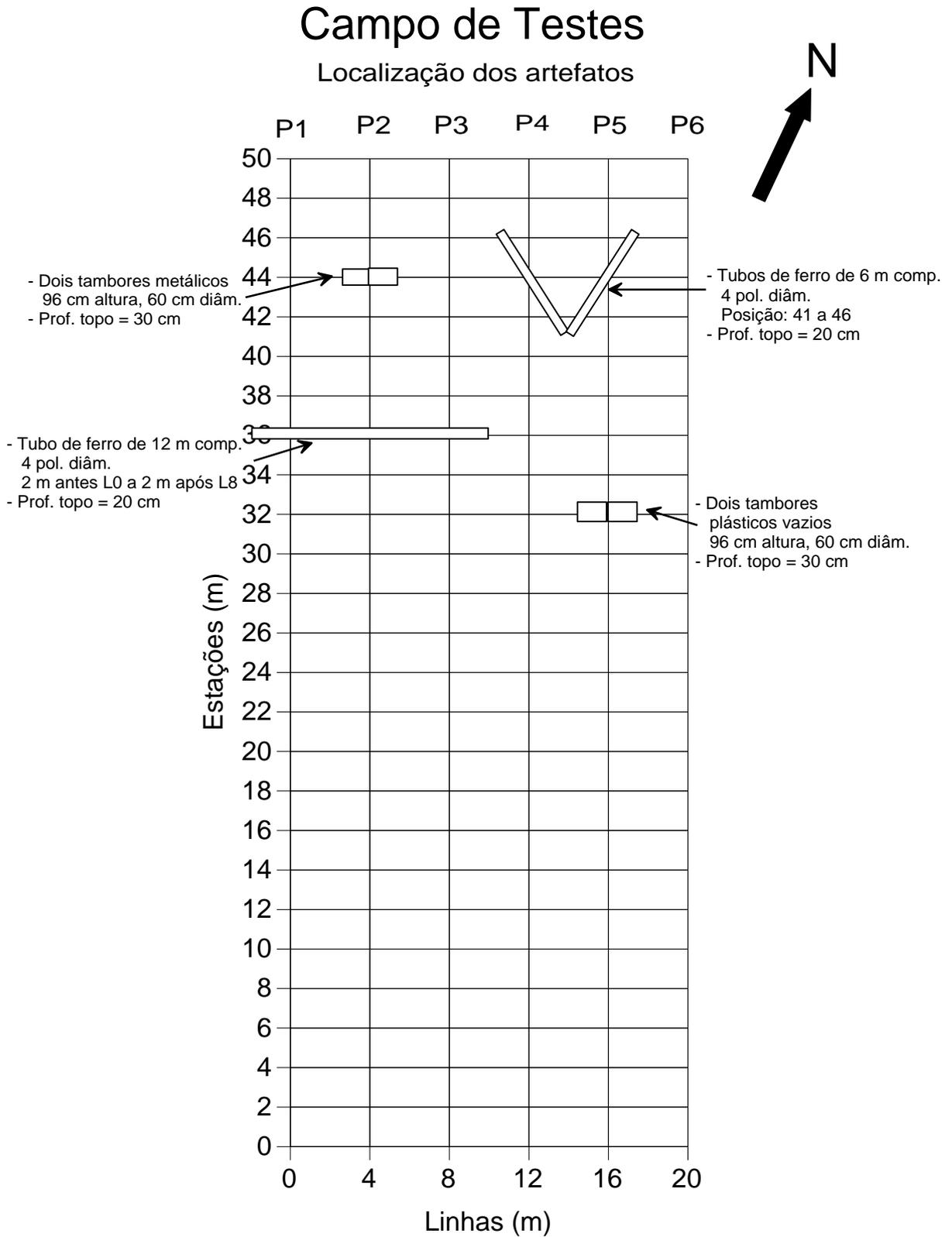
Figura 8: Tambor metálico de 96 cm de comprimento por 60 cm de diâmetro enterrado perpendicular aos perfis no Campo de Testes.



Figura 9: Tambor plástico de 96 cm de comprimento por 60 cm de diâmetro enterrado perpendicular aos perfis no Campo de Testes.



Figura 10: Localização dos artefatos enterrados no Campo de Testes.



3 REVISÃO DE CONCEITOS

3.1 MÉTODO MAGNÉTICO

Os primeiros indícios históricos do magnetismo nos remetem a Tales de Mileto no século VI a.C., pioneiro em observar a propriedade de certos minérios (magnetita) em atrair pequenos pedaços de ferro, na pequena província Asiática de Magnésia.

Posteriormente por volta de 1600, William Gilbert através de sua publicação “De Magnete”, pode dar um melhor entendimento ao fenômeno magnético sugerindo que as bússolas usadas na navegação da época se orientavam pelo campo magnético terrestre. Mais tarde, com os trabalhos de Oersted, a unificação do eletromagnetismo e os trabalhos de Maxwell sobre ondas eletromagnéticas é que se pode conhecer plenamente o fenômeno magnético, associando sua presença aos movimentos de partículas subatômicas (GASPAR, 2003).

Embora existam relatos do uso de técnicas envolvendo o magnetismo para prospecção já no século XIV (LUIZ & SILVA, 1995), apenas no século XX é que as técnicas se tornaram mais consistentes. O método magnético é um dos métodos geofísicos mais utilizados devido ao baixo custo do equipamento e a praticidade em realizar levantamentos. Neste sentido, podemos realizar levantamentos em áreas planas, alagadas, montanhosas e com os mais adversos obstáculos, cobrindo áreas grandes ou de tamanho bastante reduzido, o que permite usar o método na arqueologia, prospecção mineral e de hidrocarbonetos, entre outros.

Corpos ferromagnéticos ou magnetizados por influência do campo \vec{H} da terra adquirem intensidade de magnetização \vec{M} , proporcionalmente ao campo, definida como:

$$\vec{M} = X_m \vec{H}, \quad (1)$$

sendo X_m a susceptibilidade magnética. O sentido de \vec{M} é controlado por valores positivos ou negativos de X_m .

A magnetização induzida é o tipo de magnetização que um material sofre devido à ação de um campo magnético externo devido ao alinhamento do dipolo interno, criando uma adição ao campo natural chamada de indução magnética \vec{B} , que pode ser relacionado ao campo magnético \vec{H} através da equação:

$$\vec{B} = \mu \vec{H}. \quad (2)$$

No CGS, susceptibilidade magnética X_m está relacionada à permeabilidade magnética (μ) através de:

$$\mu = 1 + 4\pi X_m. \quad (3)$$

Substituindo a equação 3 na 2 temos então:

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{M}. \quad (4)$$

A equação 4 mostra que a indução magnética é diretamente proporcional ao campo magnético terrestre e à intensidade de magnetização adquirida (SILVA, 1986).

Para observarem-se as distorções causadas por materiais ferromagnéticos no campo magnético terrestre são empregados instrumentos denominados de magnetômetros.

3.2 RADAR DE PENETRAÇÃO NO SOLO

O princípio de funcionamento do Radar de Penetração no Solo (*Ground Penetrating Radar* ou GPR) consiste na radiação de ondas eletromagnéticas a partir de uma antena transmissora colocada às proximidades da superfície do terreno, as quais se propagam nos materiais da subsuperfície, sofrendo reflexão, refração e difração. As ondas refletidas que retornam à superfície são detectadas na mesma antena transmissora ou em outra antena colocada próximo (LUIZ, 1998).

O tempo decorrido entre o início da radiação e a detecção da onda refletida é registrado (à semelhança do que é feito nos levantamentos com o Método Sísmico de Reflexão) e permite que se estimem as profundidades das interfaces de reflexão, desde que seja conhecida a velocidade de propagação da onda (LUIZ, 1998).

A maioria dos sistemas GPR pode ser operada em diferentes frequências, onde, a escolha da frequência de operação influencia na penetração e na resolução do levantamento (AGUIAR, 2005).

As principais técnicas de aquisição são: a técnica do afastamento constante, onde as antenas são deslocadas e mantidas a uma separação constante; técnica do ponto médio em comum (*Common Mid Point-CMP*), em que as antenas são deslocadas simetricamente a um ponto central; e a técnica WARR (*wide angle reflection and refraction*), em que uma antena permanece fixa enquanto a outra é deslocada. As técnicas CMP e WARR são normalmente usadas para estimar a velocidade da onda.

A seguir é apresentado um sumário sobre o método GPR compilado de Luiz (1998).

As interfaces de reflexão são definidas sempre que há variações nas propriedades eletromagnéticas do meio (resistividade, constante dielétrica e permeabilidade ou susceptibilidade magnética). A velocidade de propagação das ondas é basicamente controlada pela constante dielétrica dos materiais e pode ser estimada, em um meio não magnético, através da expressão:

$$V = \frac{c}{\sqrt{K}}, \quad (5)$$

em que C é a velocidade da luz no vácuo (em m/s) e K é a constante dielétrica (razão entre as permissividades elétricas do material e do vácuo).

A profundidade de penetração da onda é controlada, tanto pela frequência, como pela resistividade elétrica do meio onde ela se propaga. Resistividades baixas e/ou frequências

elevadas contribuem para uma maior absorção da energia da onda e, conseqüentemente, para uma menor penetração. Altas frequências, entretanto, contribuem para que haja uma melhor resolução do material investigado, permitem que alvos pequenos possam ser identificados, uma vez que, para uma dada velocidade, à medida que a frequência aumenta, o comprimento de onda diminui, conforme explicitado na relação:

$$V = \lambda \cdot f, \quad (6)$$

sendo λ o comprimento de onda (m) e f a frequência da onda (Hz).

As frequências usadas no Método do Georadar normalmente variam de 15 a 2500 MHz. Nas aplicações do método a problemas geológicos, a profundidade de penetração pode variar de menos de 1m, em áreas onde a cobertura geológica é eletricamente muito condutora (argilas), até profundidades superiores a 25m, em áreas de cobertura pouco condutora (areias sem argila e cascalho).

A transferência de energia eletromagnética para a subsuperfície pode ser feita através de difusão de uma onda, para frequências baixas (menores que 10^4 Hz) ou de propagação de uma onda, quando as frequências são muito elevadas (da ordem do MHz). No Método do Georadar, a transferência é feita por propagação devido à existência de frequências elevadas. A equação da onda para o campo elétrico é dada por:

$$\nabla^2 \vec{E} = i\omega\mu\sigma\vec{E} - \omega^2\mu\epsilon\vec{E}, \quad (7)$$

Sendo ω a frequência angular, que é igual a $2\pi f$, μ a permeabilidade magnética (H/m), σ a condutividade elétrica (inverso da resistividade em S/m) e ϵ a permissividade elétrica (em F/m).

A solução geral para a equação da onda acima é representada por:

$$E = E_0 e^{i(\omega t - \alpha z)} e^{-\beta z}, \quad (8)$$

em que E_0 é a máxima amplitude da onda, z é a profundidade e α e β são parâmetros que contêm as propriedades eletromagnéticas do meio

Definidos α e β por:

$$\alpha = \omega \left\{ \frac{\mu\epsilon}{2} [1 + (\text{tg}(\delta))^2]^{1/2} + 1 \right\}^{1/2}, \quad (9)$$

e

$$\beta = \omega \left\{ \frac{\mu\varepsilon}{2} [1 + (\text{tg}\delta)^2]^{1/2} - 1 \right\}^{1/2}. \quad (10)$$

Sendo $\text{tg}\delta$ denominado de tangente de perda e definido por:

$$\text{tg}\delta = \sigma/\omega\varepsilon. \quad (11)$$

A primeira exponencial da expressão (8) controla a propagação, enquanto a segunda exponencial controla a atenuação. Observa-se, também, que a radiação de energia eletromagnética através de um meio depende de suas propriedades eletromagnéticas.

Ao se propagar na subsuperfície a energia da onda eletromagnética do radar sofre reflexões e refrações sempre que encontra variações nas propriedades eletromagnéticas do meio. Essas propriedades são normalmente acopladas em um parâmetro denominado de impedância intrínseca definida por:

$$Z = \frac{\sqrt{i\omega\mu}}{\sqrt{\sigma+i\omega\varepsilon}}, \quad (12)$$

A quantidade de energia refletida depende do contraste entre as propriedades eletromagnéticas ou do contraste entre as impedâncias intrínsecas dos meios. Essa quantidade pode ser avaliada através do coeficiente de reflexão definido por:

$$CR = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}, \quad (13)$$

onde os índices 1 e 2 referem-se a dois meios distintos, separados por uma interface que separa as propriedades.

A impedância intrínseca (Z em ohm) é também frequentemente aproximada por $\sqrt{\mu/\varepsilon}$, essa expressão é válida quando a condutividade (σ) é pequena (menor que 10^{-3} S/m). Nesse caso, o coeficiente de reflexão pode ser estimado por:

$$CR = \frac{\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}. \quad (14)$$

As propriedades eletromagnéticas do meio influenciam a propagação da onda de radar basicamente do seguinte modo:

- Condutividade elétrica: Grande influência na atenuação da onda. Quanto maior a condutividade, maior é a atenuação. Camadas argilosas (que são muito condutivas) podem facilmente impedir a penetração da onda.
- Permissividade elétrica: Grande influência na velocidade da onda. Quanto maior o seu valor, mais reduzida é a velocidade. A água tem um valor relativamente elevado e, portanto, reduz bastante o valor da velocidade.
- Permeabilidade magnética: Sua influência pode ser observada tanto na atenuação da onda como na sua velocidade. Elevados valores produzem maior atenuação e menor velocidade. Na prática sua influencia é pequena, a menos que haja uma grande concentração de magnetita na subsuperfície.

Quando a onda eletromagnética encontra corpos de dimensões similares ao seu comprimento de onda, ela se espalha (difrata). A Resolução ou capacidade de discriminação de corpos ou interfaces da subsuperfície pode ser estimada tomando-se $1/4$ do comprimento de onda. Desse modo, para uma onda de 100 MHz e 0,08 m/ηs de velocidade, é possível reconhecer corpos de dimensões superiores a 20 cm; enquanto que para uma onda de 400 MHz, e mesma velocidade, é possível identificarem-se corpos de dimensões superiores a 5 cm (LUIZ, 1998).

3.3 MÉTODO DA ELETRORRESISTIVIDADE

O método da eletrorresistividade consiste na injeção de uma corrente elétrica no solo através de contatos com eletrodos metálicos. Essa corrente flui pelos diferentes estratos e materiais no subsolo, gerando diferenças de potencial elétrico, que são registradas junto com valores de corrente, permitindo que se calculem valores de resistividade do meio (ORELLANA, 1982).

Valores de resistividade elétrica medidos durante um levantamento de eletrorresistividade sofrem influência de uma série de fatores como: natureza dos constituintes sólidos do solo, porosidade, grau de saturação, resistividade do fluido nos poros, temperatura, composição da camada catiônica dos argilo-minerais, etc. (FUKUE et al., 1999).

Em eletrorresistividade as técnicas para a obtenção de dados de campo são: O imageamento (investigação lateral e vertical), o caminhamento elétrico (investigação lateral) e as sondagens elétricas (investigação vertical). Com relação às disposições das posições de injeção de corrente e de medida do potencial por meio de eletrodos, os seguintes arranjos são os mais empregados: dipolo-dipolo, Schlumberger, Wenner e Wenner-Schlumberger.

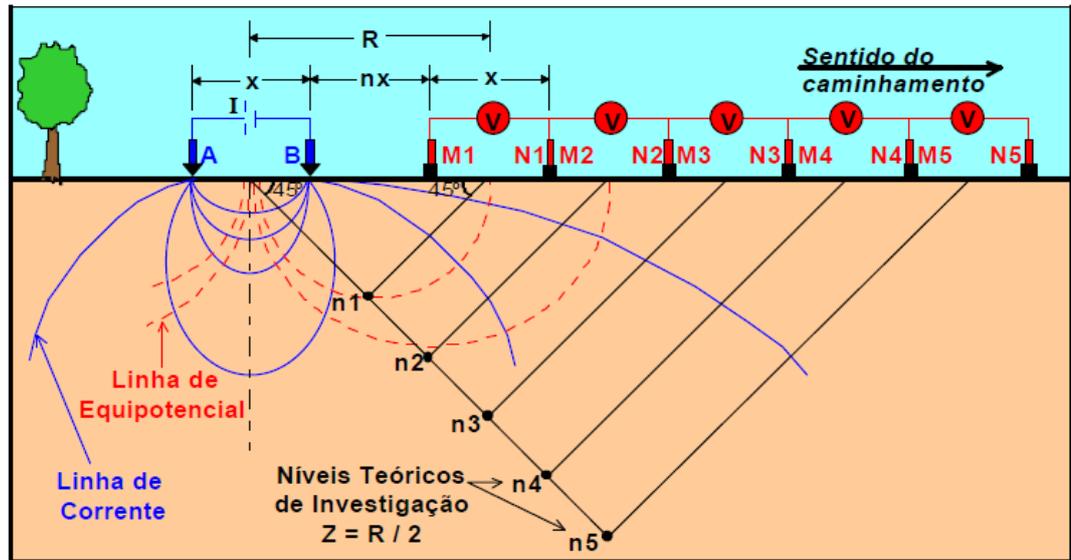
Arranjo Dipolo-Dipolo (Figura 11)

Neste arranjo os eletrodos são dispostos ao longo de uma mesma linha, de modo a formarem dois pares “*AB*” (eletrodos de corrente elétrica) e “*MN*” (eletrodos de potencial elétrico). A separação entre os eletrodos *AB* e entre os eletrodos *MN* é normalmente a mesma (chamada *x* na Figura 11), ficando esses dois pares de eletrodos separados por uma distância igual a um número inteiro multiplicado por essa separação *nx* (na Figura 11, com $n = 1, 2, 3, \dots$) (ORELLANA, 1982; BRAGA, 1997).

Durante as medidas, a separação “*nx*” corresponde ao nível de investigação em profundidade: quanto maior for esta distância, maior será a profundidade alcançada.

O arranjo dipolo-dipolo é usado principalmente na técnica de imageamento.

Figura 11: Disposição do Arranjo Dipolo- Dipolo

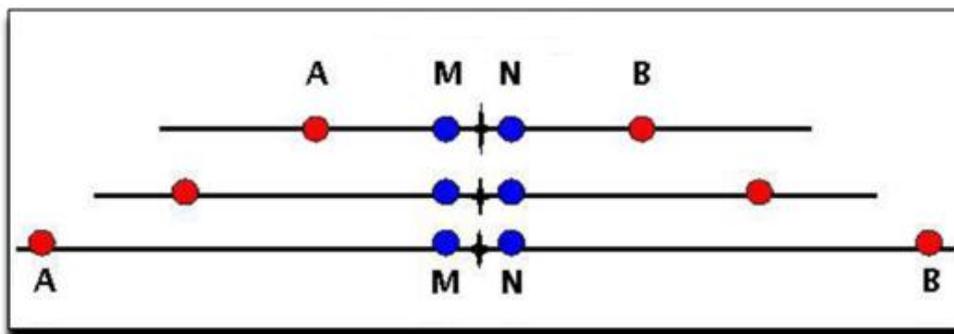


Fonte: adaptado de Braga(2008)

Arranjo Schlumberger (Figura 12)

Neste arranjo os quatro eletrodos são dispostos em linha, com a distância entre os eletrodos de corrente (A e B) bem maior do que a distância entre os eletrodos de potencial (M e N). A configuração é mais utilizada em sondagens, mas pode também ser empregada em caminhamentos.

Figura 12: Arranjo Schulumberger



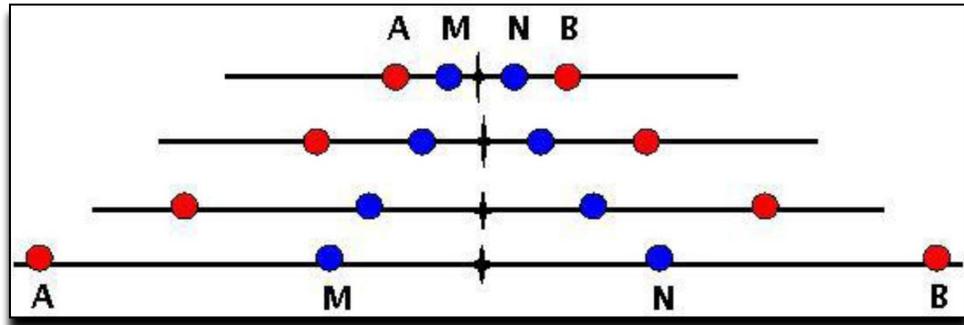
Fonte: Modificado de DIAS, 2011

Arranjo Wenner (Figura 13)

Nesta configuração, os eletrodos de potencial e de corrente (A e B) são colocados em linha de forma equidistante. A configuração é mais empregada em caminhamentos e

sondagens, mas pode também ser usada em imageamento. Tanto no arranjo Wenner como no Schulumberger os eletrodos de potencial (M e N) são internos aos eletrodos de corrente.

Figura 13: Arranjo Wenner

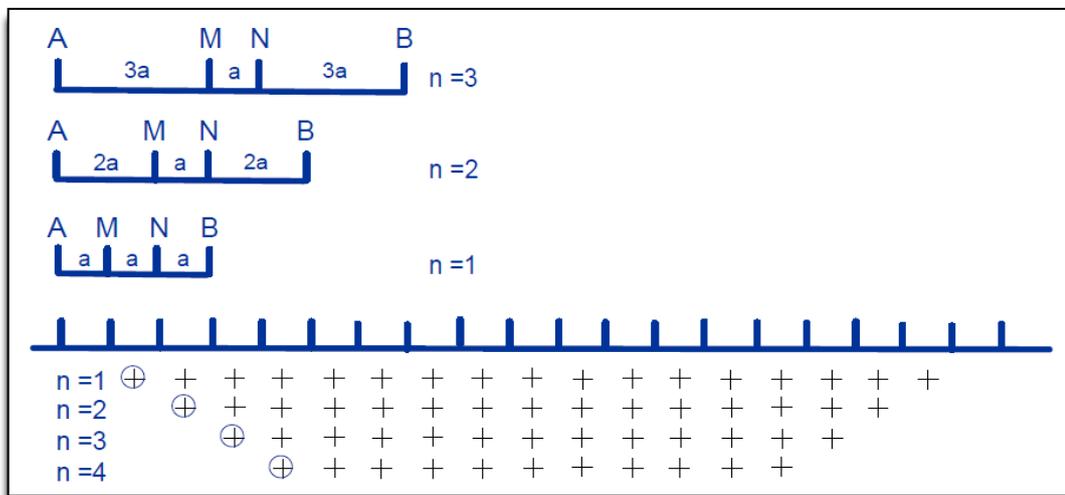


Fonte: (DIAS, 2011)

Arranjo Wenner-Schulumberger (Figura 14)

Esta configuração é empregada somente em imageamentos. O primeiro nível do imageamento é obtido com os eletrodos de medida de potencial percorrendo todo o perfil da mesma forma como no arranjo Wenner. Na sequência, é feita a repetição com maiores espaçamentos entre os eletrodos de potencial e corrente, de forma que no terceiro nível a configuração torna-se um arranjo Schulumberger (a separação entre os eletrodos de corrente é maior do que a distância entre os eletrodos de potencial). A figura 14 apresenta o arranjo operando até o quarto nível de investigação,

Figura14: ArranjoWenner-Schulumberger



Fonte: (COSTA, 2008)

Neste trabalho, foi empregado o arranjo dipolo-dipolo com a técnica de imageamento, para avaliar a resistividade do meio tanto em profundidade quanto lateralmente.

Sendo a água contida nos poros das rochas existentes no solo a principal responsável pelo transporte da corrente elétrica, medir a resistividade elétrica do solo contido em uma região torna-se de certo modo, um estudo sobre a porosidade e fraturas das rochas contidas no meio.

Como mencionado acima, no método da eletrorresistividade injetamos uma corrente elétrica (contínua ou de baixa frequência) no solo por meio de eletrodos em pontos conhecidos como A e B, e em seguida medimos a diferença de potencial causada em outros pontos conhecidos com M e N. Com o valor da corrente, da voltagem e das posições relativas A, B, M e N, podemos estimar o valor da resistividade a partir de

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} \cdot K , \quad (15)$$

em que, ρ_a é a resistividade aparente (em ohm), ΔV é a diferença de potencial (em V) medida entre os eletrodos MN, I é o valor da corrente injetada (em A) e K o fator geométrico que contém as distâncias relativas entre os eletrodos.

O fator geométrico K pode ser obtido, por meio da relação:

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM}\right) - \left(\frac{1}{AN}\right) - \left(\frac{1}{BN}\right) + \left(\frac{1}{BM}\right)} , \quad (16)$$

sendo \overline{AM} , \overline{AN} , \overline{BN} e \overline{BM} , as distâncias entre os eletrodos de corrente e de potencial.

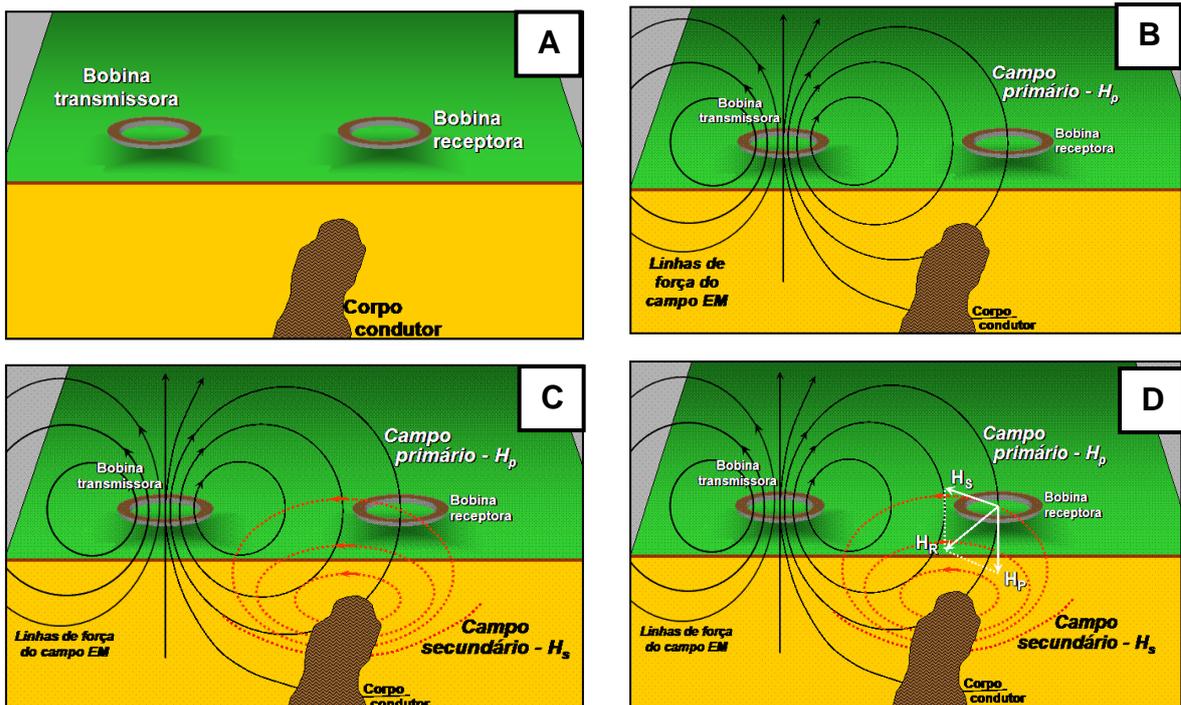
3.4 MÉTODO ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO

Os métodos eletromagnéticos indutivos de superfície normalmente operam na faixa de frequência 10 a 30000 Hz e se utilizam de um dipolo transmissor (bobina transmissora) e um dipolo receptor (bobina receptora), onde são medidas as componentes em fase e quadratura do campo magnético secundário.

As bobinas podem ser dispostas com diversas orientações em relação à superfície do terreno (RIJO, 2004), sendo as mais empregadas a coplanar horizontal (a bobina transmissora e a receptora se comportam como dipolos magnéticos orientados na vertical) e a coplanar vertical (a bobina transmissora e a receptora se comportam como dipolos magnéticos orientados na horizontal como mostrado na Figura 17).

O sistema funciona da seguinte forma (Figura 15): ao passar uma corrente elétrica pela bobina transmissora, esta cria um campo magnético primário que, por sua vez, induz corrente elétrica em corpos condutores no subsolo. Ao adquirirem a corrente elétrica induzida, os corpos geram campos magnéticos secundários que poderão ser detectados pelas bobinas receptoras na forma de uma voltagem.

Figura 15 – Princípio de funcionamento de um sistema eletromagnético: **A** - Posicionamento das bobinas transmissora e receptora sobre um corpo condutor; **B** – Campo primário H_p induzindo corrente em um condutor do subsolo; **C** – Campo secundário H_s produzido pelo condutor; **D** – Interação dos campos primário e secundário gerando o campo resultante H_R



Fonte: (XAVIER, 2006).

Durante a operação, as medidas do campo secundário são tomadas como percentagem do campo primário gerado no transmissor, o qual é transmitido ao receptor via cabo.

As principais aplicações dos métodos indutivos são: a localização de corpos condutores; mapeamento de estruturas geológicas; localização de fraturas com água subterrânea e a construção de secções geolétricas (PALACKY, 1991).

A teoria dos métodos eletromagnéticos é regida pelas equações de Maxwell, cuja combinação permite o estabelecimento das equações da onda eletromagnética

$$\nabla^2 \vec{E} + k^2 \vec{E} = 0 \quad (17)$$

$$\nabla^2 \vec{H} + k^2 \vec{H} = 0, \quad (18)$$

em que E é o campo elétrico (em V/m), H o campo magnético (em T), $k = [-i\omega\mu(\sigma + i\omega\epsilon)]$ o número de onda, sendo $i = \sqrt{-1}$, ω a frequência angular = $2\pi f$, μ a permeabilidade magnética, σ a condutividade elétrica e ϵ a permissividade elétrica.

No ambiente geológico, normalmente a condutividade elétrica é maior que 10^{-4} S/m, ϵ é da ordem da permissividade do ar ($\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m) e μ da ordem da permeabilidade do ar ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m). Com esses valores e o uso das frequências empregadas na maioria dos métodos indutivos tem-se $\sigma \gg \omega\epsilon_0$ e k pode ser aproximado por (LUIZ, 1999):

$$k \approx (-i\omega\mu_0\sigma)^{1/2} = \frac{(1-i)}{\delta}, \quad (19)$$

em que $\delta = \left(\frac{2}{\omega\mu_0\sigma}\right)^{1/2}$, denominado profundidade pelicular (*skin depth*), é o fator que controla atenuação da onda e, conseqüentemente, a profundidade de investigação com o método eletromagnético.

A razão entre a separação (s) das bobinas transmissora e receptora usadas nos métodos eletromagnéticos e a profundidade pelicular (δ) define o número de indução

$$B = \frac{s}{\delta}. \quad (20)$$

Nos métodos indutivos comumente se mede a razão entre os campos secundário e primário. Quando se emprega a configuração coplanar horizontal para as bobinas, essa razão é dada por (KELLER & FRISCHKNECHT, 1966):

$$\frac{H_s}{H_p} = \frac{2}{(ks)^2} \{9 - [9 + 9ks + 4(ks)^2 + (ks)^3]e^{-ks}\}. \quad (21)$$

Por outro lado, para as bobinas na configuração coplanar vertical a razão é (KELLER & FRISCHKNECHT, 1966):

$$\frac{H_s}{H_p} = \frac{2}{(ks)^2} \{(ks)^2 - 3 + [3 + 3ks + (ks)^2]e^{-ks}\}. \quad (22)$$

Em termos da profundidade pelicular (δ) e do número de indução (B) tem-se

$$ks = \sqrt{2i} \frac{s}{\delta} = \sqrt{2i} B. \quad (23)$$

Sob condições em que $B \ll 1$ (baixo número de indução), a componente em quadratura das expressões (23) e (24) converge para (MCNEILL, 1980):

$$\left(\frac{H_s}{H_p}\right)_q = \frac{iB^2}{2} = \frac{i\omega\mu_0\sigma s^2}{4}, \quad (24)$$

mostrando que ela é diretamente proporcional à condutividade.

Neste trabalho foi usado um método eletromagnético que opera sob as condições de baixo número de indução. Para que se obtenham essas condições é necessário usar frequência não muito alta (inferior a 15000 Hz), pequena separação entre as bobinas transmissora e receptora (inferior a 50 m) e que a subsuperfície não possua condutividade elevada (inferior a 0,01 S/m). O equipamento usado foi o EM-34-3 (Figura 16).

Figura 16 – Equipamento EM-34-3, fabricado pela GEONICS.

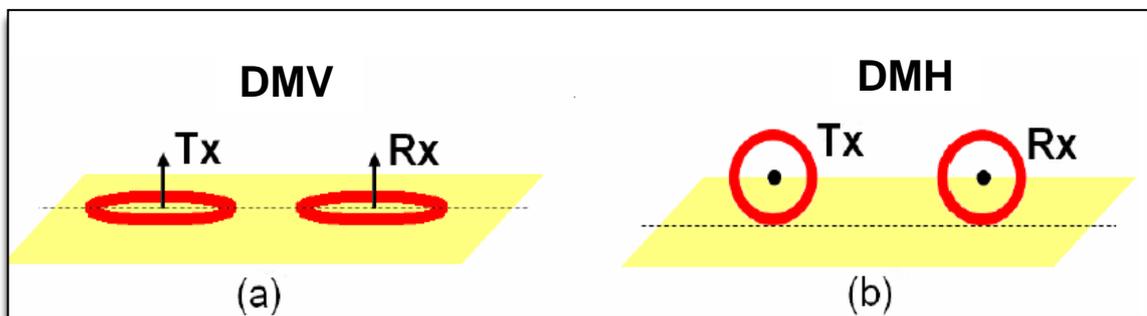


Durante as medidas as bobinas foram dispostas nas configurações coplanar horizontal e coplanar vertical (Figura 17).

O equipamento EM-34 mede a componente em quadratura da razão entre os campos magnéticos secundário e primário, fornecendo valores de condutividade. Como a subsuperfície não se comporta como um semi-espaco homogêneo de condutividade constante, o que se mede com o instrumento é a condutividade aparente (σ_a) dada por:

$$\sigma_a = \frac{4}{\omega \mu_0 S^2} \left(\frac{H_s}{H_p} \right)_q \quad (25)$$

Figura 17. Posicionamento das bobinas: (a) Coplanar horizontal (dipolo magnético vertical); (b) Coplanar vertical (dipolo magnético horizontal).



4 AQUISIÇÃO DE DADOS

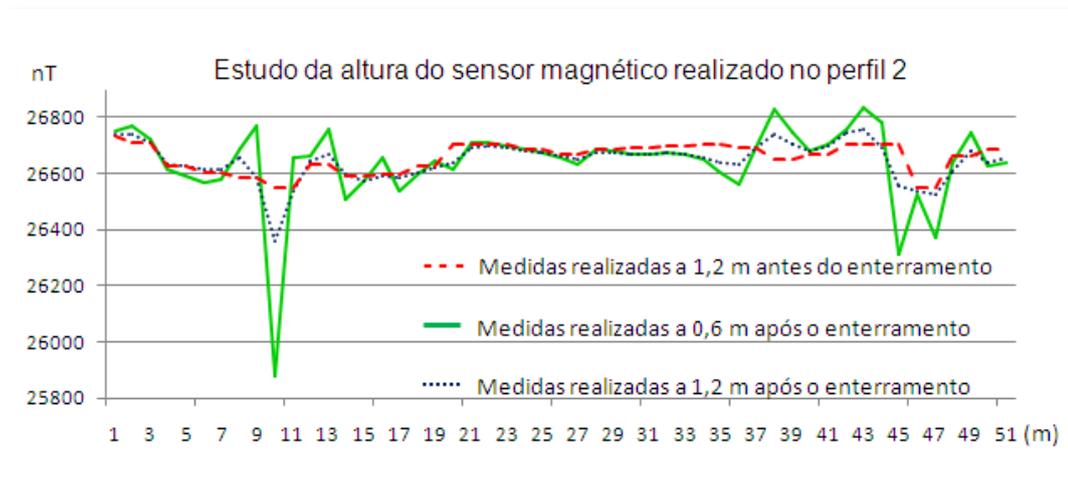
4.1 MÉTODO MAGNÉTICO

Neste trabalho, para a aquisição de dados foi utilizado o magnetômetro G-856 da GEONICS (Figura18), que mede o campo magnético total. As medidas foram realizadas ao longo dos seis perfis do Campo de Testes antes e após o enterramento dos artefatos. Antes do enterramento, as medidas foram tomadas a cada 2 m ao longo dos perfis, com o sensor do magnetômetro a 1,2 m da superfície do terreno. Após o enterramento, antes de se realizarem as medidas nos perfis, foi realizado um teste no Perfil 2 com o sensor a 0,6 m e 1,2 m da superfície do terreno e medidas a cada 1 m (Fig. 19).

Figura 18 – Magnetômetro G-856 da GEONICS usado nas medidas realizadas no Campo de Testes.



Figura 19 – Medidas de Magnetometria no Perfil 2: Sensor a 0,6 m do solo, sensor a 1,2 m do solo e medidas a 1,2 m do solo antes da inserção dos artefatos.



Na Figura 19 podemos perceber que a amplitude do sinal aumenta quando o sensor se encontra mais próximo do solo, no entanto, mesmo afastando o sensor do solo, podemos observar que os valores medidos apresentam oscilações semelhantes, porém o perfil de medidas se torna mais suave.

Nesta mesma figura são mostradas as medidas executadas no Perfil 2 antes do enterramento (linha tracejada em vermelho). Comparando-se essas medidas com as executadas após o enterramento (linha pontilhada azul e linha verde) é possível verificar que o perfil é similar ao obtido com o sensor a 1,2 m, diferindo deste basicamente entre as posições 7 m e 11 e entre as posições 35 m e 47 m. Entre as posições 7 m e 11 m as divergências são possivelmente causadas por algum material que foi deixado no subsolo na época em que a área era usada como depósito de lixo, e cuja resposta não foi identificada nas medidas realizadas antes do enterramento por causa do espaçamento maior (2 m) entre as medidas. Por outro lado, entre as posições 35 m e 47 m, as divergências são causadas pelos materiais enterrados.

A partir do teste realizado no Perfil 2 foi decidido executar as medidas com o sensor a 1,2 m, para minimizar as interferências causadas pelo lixo que ainda se encontra na área, usando o espaçamento de 1 m entre as medidas, por causa das pequenas dimensões dos artefatos enterrados.

Para controlar a variação diurna do campo magnético, foi estabelecida uma estação base a 2 m da estação 1 do perfil 5 na direção leste. O controle da variação foi obtido com a reocupação dessa estação a intervalos de tempo inferiores a 20 minutos.

4.2 RADAR DE PENETRAÇÃO NO SOLO

A aquisição de dados de GPR foi realizada com o instrumento SIR-3000 da GSSI (Fig. 20) com antena de 400 MHz e janela de 100 ns para as medidas realizadas antes do enterramento dos artefatos e janela de 30 ns para medidas após o enterramento. As medidas foram realizadas no modo tempo com o controle da distância obtido a partir da inserção de marcas no registro a intervalos de 2 m. Todas as seis linhas do Campo de Testes foram amostradas.

Figura 20 – GPR SIR-3000 da GSSI usado nas medidas realizadas no Campo de Testes.



O software utilizado na etapa do processamento foi o REFLEXW. Com a finalidade de melhorar os dados coletados, durante o processamento optamos por realizar um tratamento destes dados a partir de ganhos e filtros que serão comentados a seguir: (a) redistribuição da amostragem, para obtenção de espaçamento uniforme entre as medidas; (b) filtro passa baixa, para eliminar a saturação causada pelas ondas aéreas e diretas produzidas pelo equipamento; (c) aplicação de ganho, para amplificar os sinais coletados; (d) estabelecimento do tempo zero, para estabelecer o nível zero de profundidade (superfície do terreno); (e) filtro passa faixa com frequência de corte igual a metade e ao dobro da frequência central da antena, que é 400 MHz; (f) remoção de background, para realçar os refletores localizados e inclinados; (g) filtro de média móvel, que elimina o ruído em traços individuais.

A velocidade de propagação da onda do GPR foi estimada por meio do método de superposição de hipérboles, disponível no software REFLEXW. A determinação da velocidade permite que se transforme o tempo de propagação da onda em profundidade.

Todos os filtros e ganhos usados durante o processamento tiveram como principais objetivos, eliminar ruídos existentes e evidenciar o sinal produzido pelas anomalias criadas durante a construção do Campo de Testes.

4.3 MÉTODO DA ELETRORESISTIVIDADE

O levantamento de resistividade foi realizado com o resistímetro modelo RD-1000 da GEOTEST (Fig.21), usando o arranjo dipolo-dipolo. Embora tenham sido executadas medidas antes e após o enterramento, apenas aquelas realizadas após o enterramento serão apresentadas. As medidas realizadas antes do enterramento foram abandonadas por terem sido constatados erros nos valores obtidos e por elas terem sido realizadas somente nos primeiros 38 m de cada perfil, enquanto que os artefatos foram enterrados entre as posições 32 m e 46 m.

Para determinar o espaçamento ideal entre os eletrodos de modo a se conseguir boa resolução na detecção dos artefatos, foi realizado um teste no Perfil 2 com eletrodos espaçados de 2m (Fig. 22) e de 1 m (Fig. 23). Comparando-se os modelos mostrados nas Figuras 22 e 23, observa-se que somente é possível identificar a presença do tubo metálico enterrado na posição 36 m e do tambor metálico na posição 44 m com o espaçamento de 1 m. Por esse motivo, foi escolhido o espaçamento de 1 m para a separação entre os eletrodos na execução das medidas.

As medidas foram executadas somente entre as posições 25 m e 54 m ao longo dos perfis 1 a 5. Os dados foram processados com o software RES2DINV da Geotomo Software.

Figura 21 – Resistímetro RD-1000 da GEOTEST usado no Campo de Testes.

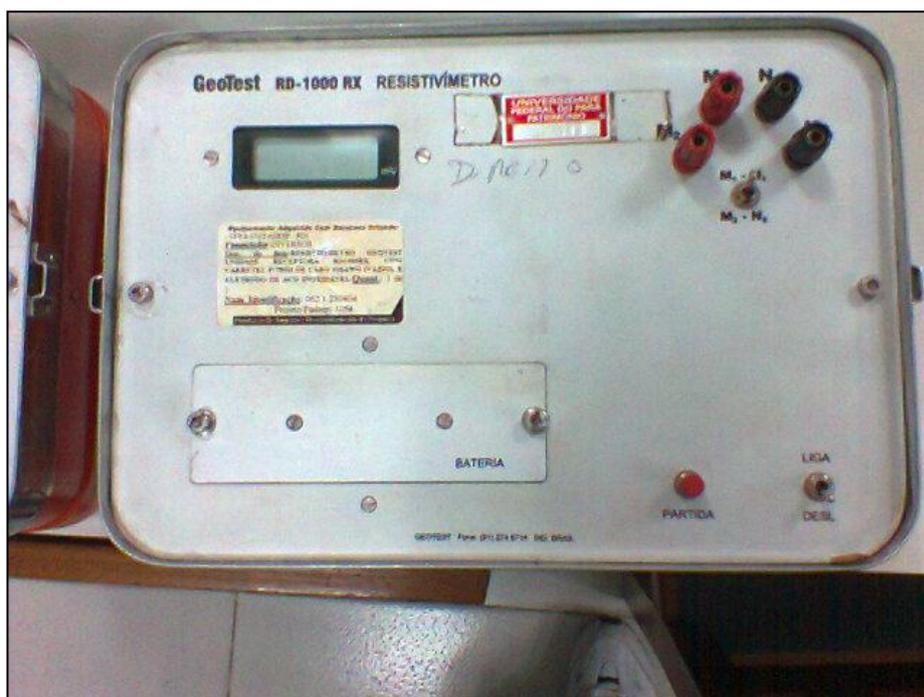


Figura 22 – Teste: medidas realizadas com eletrodos espaçados de 2 m.

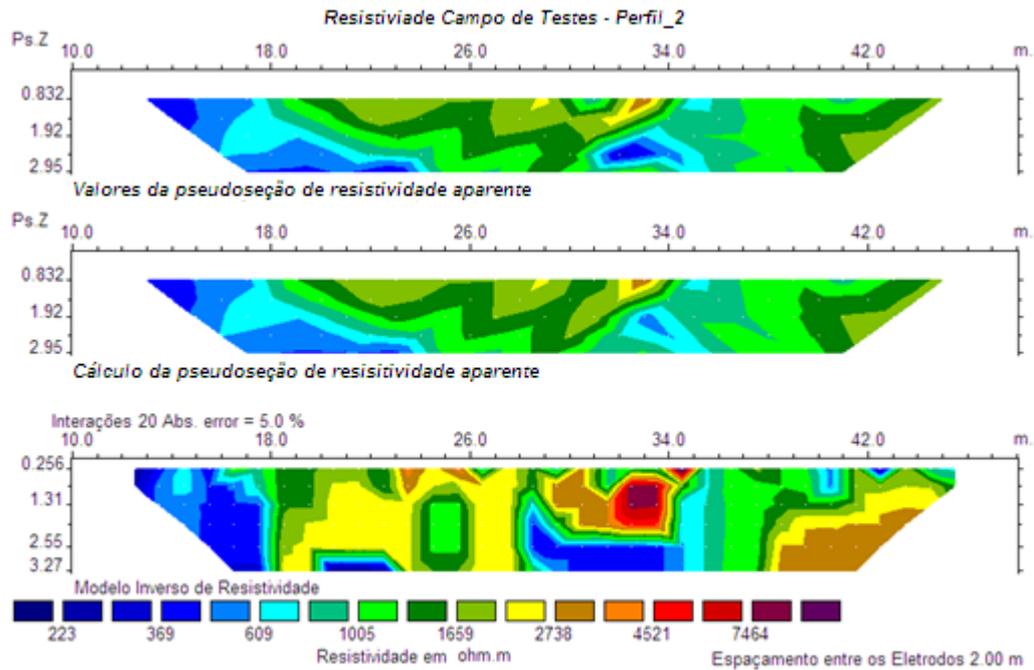
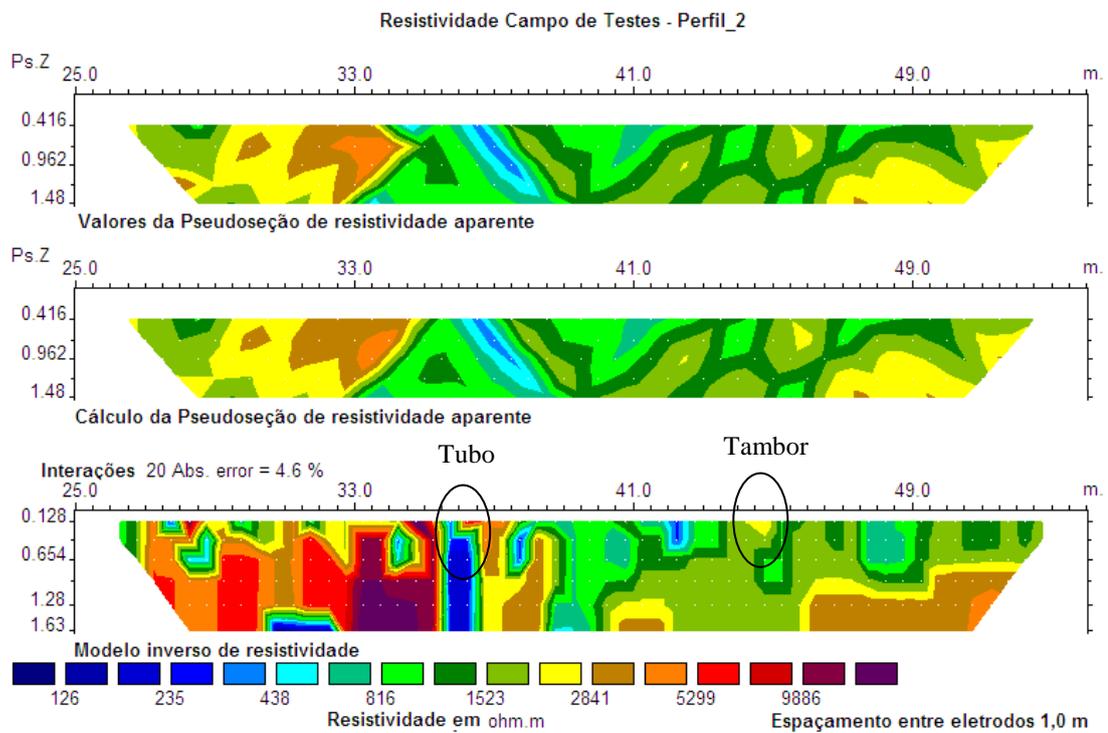


Figura 23 – Teste: medidas realizadas com eletrodos espaçados de 1 m.



4.4 MÉTODO ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO

Os dados do levantamento foram coletados utilizando o equipamento EM-34-3 (Fig.16), com separação 10 metros entre as bobinas. As medidas foram obtidas com as configurações coplanar horizontal (DMV – dipolo vertical) e coplanar vertical (DMH - dipolo horizontal).As medidas foram executadas antes e após o enterramento dos artefatos, a intervalos de 2 m ao longo de todos os seis perfis do Campo de Testes.A Figura 24 mostra a aquisição de dados durante o desenvolvimento do trabalho.

Figura 24 – EM-34-3usado nas medidas realizadas no Campo de Testes.



5 RESULTADOS

5.1 MÉTODO MAGNÉTICO

As medidas do campo magnético executadas na área do Campo de Testes estão representadas na forma de contornos de isovalores na Figura 25 (medidas antes do enterramento) e Figura 26 (medidas após o enterramento).

Figura 25 – Resultados obtidos no Método Magnético antes da inserção dos artefatos na área do Campo de Testes. As medidas foram realizadas a intervalos de 2 m.

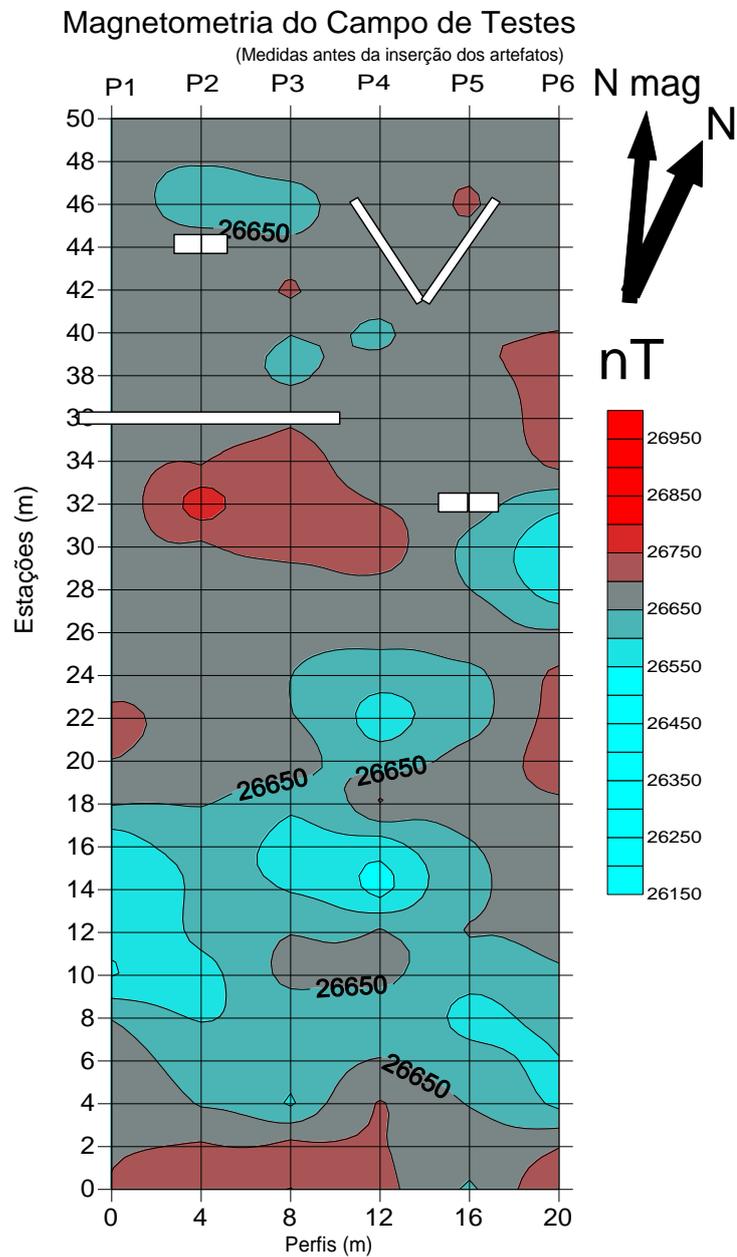
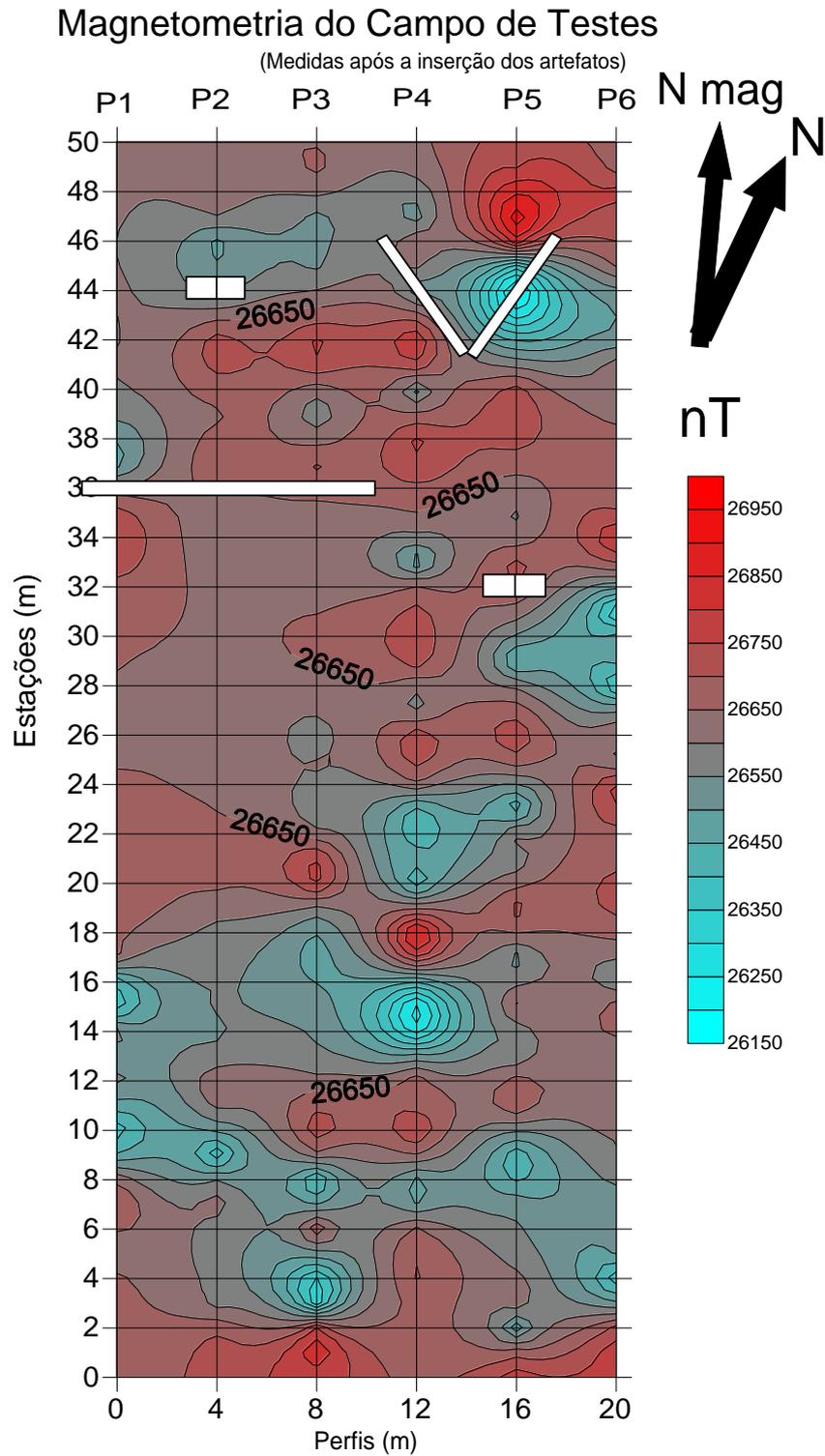


Figura 26 – Resultados obtidos no Método Magnético após a inserção dos artefatos na área do Campo de Testes. As medidas foram realizadas a intervalos de 1 m.

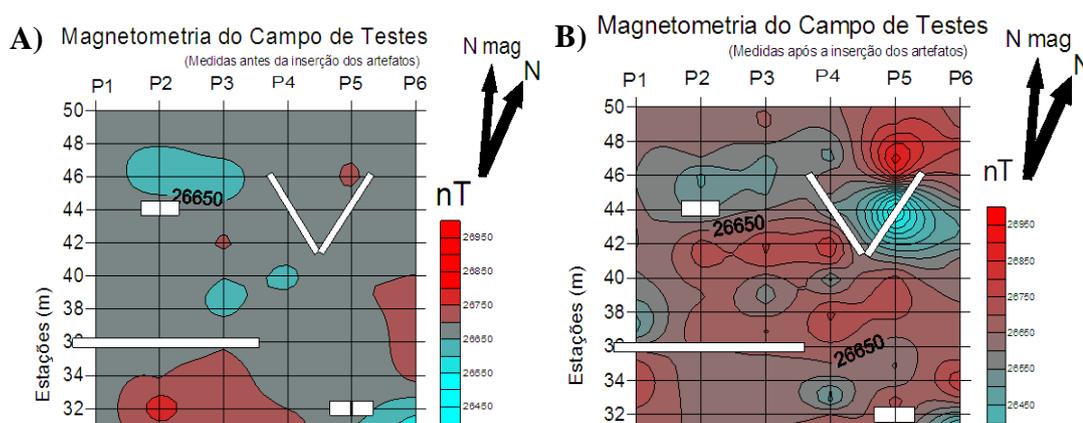


Nas medidas executadas antes do enterramento (Fig. 25) podemos observar zonas anômalas na parte sudeste da área, possivelmente causadas pela presença de materiais que foram descartados na época que a área servia de depósito de dejetos. Nas medidas executadas

após o enterramento (Fig. 26), as anomalias da parte sudeste aparecem mais destacadas por causa do espaçamento menor entre as medidas (1 m); Nessas medidas é possível observar um aumento no gradiente magnético na porção norte da área onde foram enterrados os artefatos.

As Figuras 27 e 28 detalhamas medidas realizadas na área onde foram enterrados os artefatos, nos possibilitando comparar os resultados antes (Fig. 27) e após (Fig. 28) o seu enterramento.

Figura 27 – Resultados de Magnetometria, Comparação: A) resultados obtidos antes da inserção dos artefatos e B) resultados obtidos após a inserção dos artefatos.

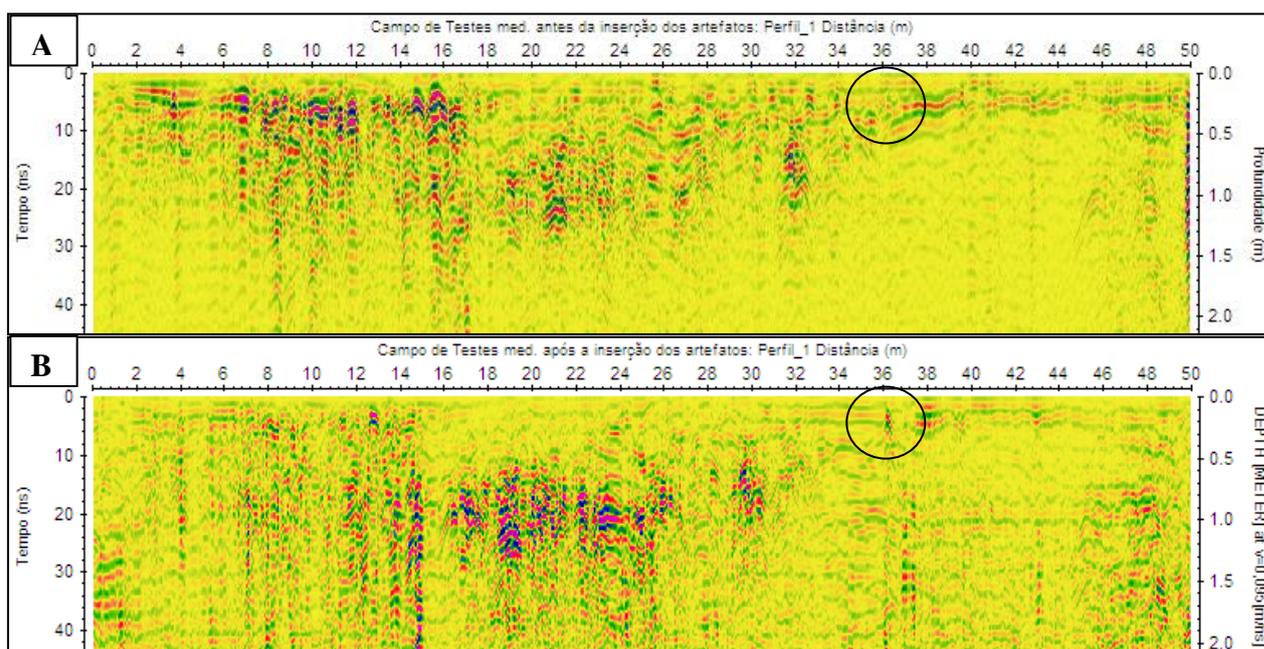


Os tambores metálicos enterrados a altura da estação 44 do perfil 2, provocaram um pequeno deslocamento de uma zona isolada de baixo valores de campo magnético. Com relação ao tubo metálico de 12 m, podemos observar o surgimento de anomalia entre as estações 34 e 38 no perfil 1 e nas proximidades do perfil 4. Essas anomalias são evidenciadas apenas nas extremidades do tubo devido a sua orientação ser perpendicular à direção do campo magnético terrestre (que é aproximadamente paralela aos perfis). Na região dos tambores de plástico (perfil 5, estação 32), notamos apenas uma pequena variação dos valores de campo, pois, no caso dos tambores, por serem feitos de plástico, não produzem anomalias detectadas pelo magnetômetro. Finalmente, a anomalia produzida pelo tubo em “V” foi a mais perceptível nos resultados, isso se deve ao fato dos tubos terem sido enterrados transversais aos perfis 4 e 5 e em direções não perpendiculares à direção do campo magnético terrestre (que é aproximadamente paralela aos perfis), o que torna mais visível a magnetização neles induzida pelo campo da Terra. Notamos também que nesta região os valores do campo magnético oscilaram significativamente em máximos e mínimos, caracterizando um dipolo magnético produzido pelo par de tubos.

5.2 RADAR DE PENETRAÇÃO NO SOLO

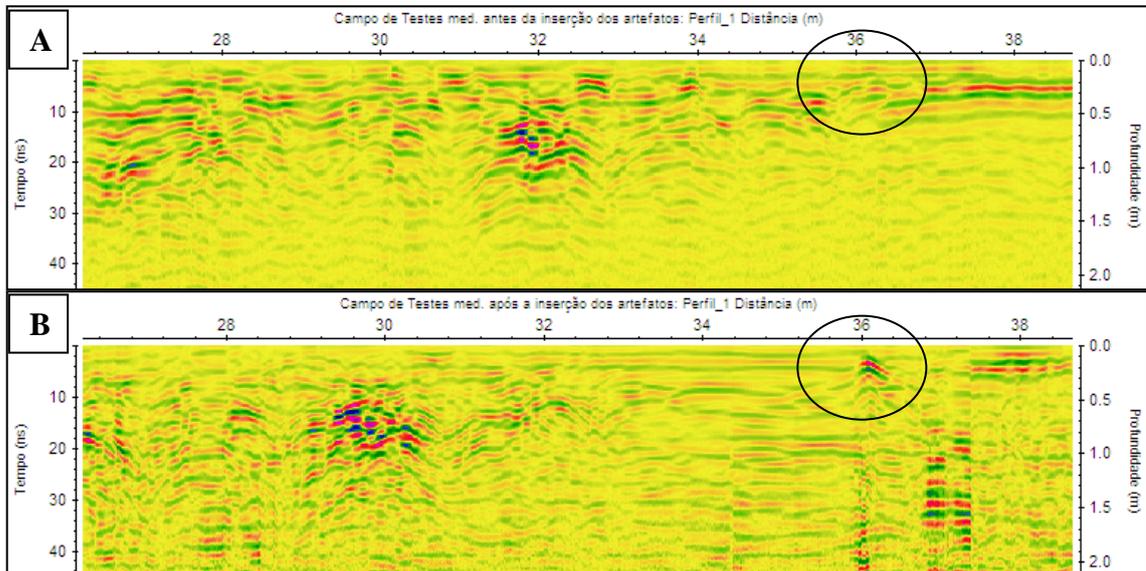
Os resultados obtidos no GPR serão representados em um comparativo entre o perfil antes e o perfil após o enterramento dos artefatos, sendo destacada a posição do enterramento do artefato correspondente aquele perfil. As Figuras 28 e 29 tratam dos resultados obtidos no perfil 1.

Figura 28 – Resultados obtidos de GPR no perfil 1 completo: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



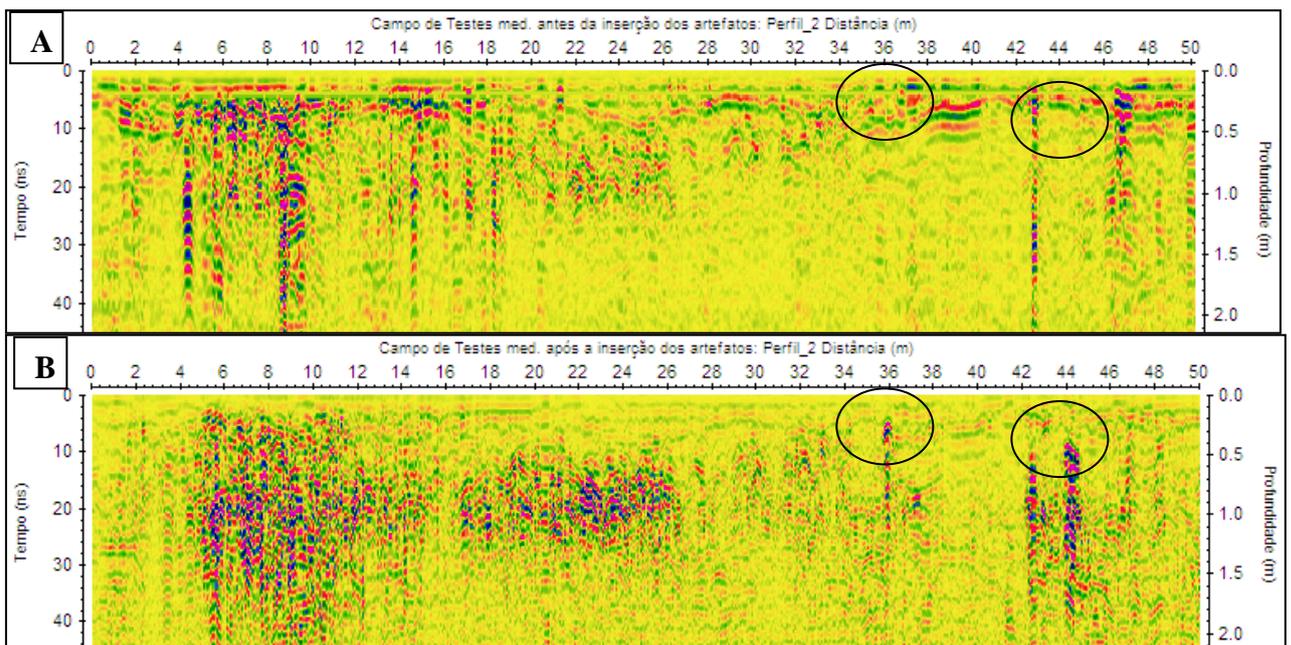
Apartir dos resultados obtidos no perfil 1, podemos notar diferentes feições que representam os diferentes materiais que compõem o solo. Os registros mais fortes nas figuras (tonalidades azuis e avermelhadas) representam zonas menos condutoras de eletricidade formadas por materiais arenosos ou concrecionários. As zonas de registros mais fracos (tonalidade amarelada) representam áreas mais condutoras, sendo formadas em sua maioria por argilas quem atenuam o sinal do radar. As formas hiperbólicas que aparecem nas imagens são provavelmente produzidas por raízes ou por blocos concrecionários, ou ainda por objetos metálicos descartados na área. A Figura 29 mostra um detalhamento do perfil 1 na região onde foi inserido o tubo metálico de 12 m.

Figura 29 – Resultados obtidos de GPR no perfil 1 em destaque entre as estações 28 e 38 : **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



Na Figura 29 podemos notar que após o enterramento do tubo metálico de 12 m (região circulada correspondente a estação 36) há o surgimento de uma hipérbole de tonalidade mais forte que representa a inserção deste tubo. A Figura 30 a seguir, mostra os resultados obtidos no perfil 2.

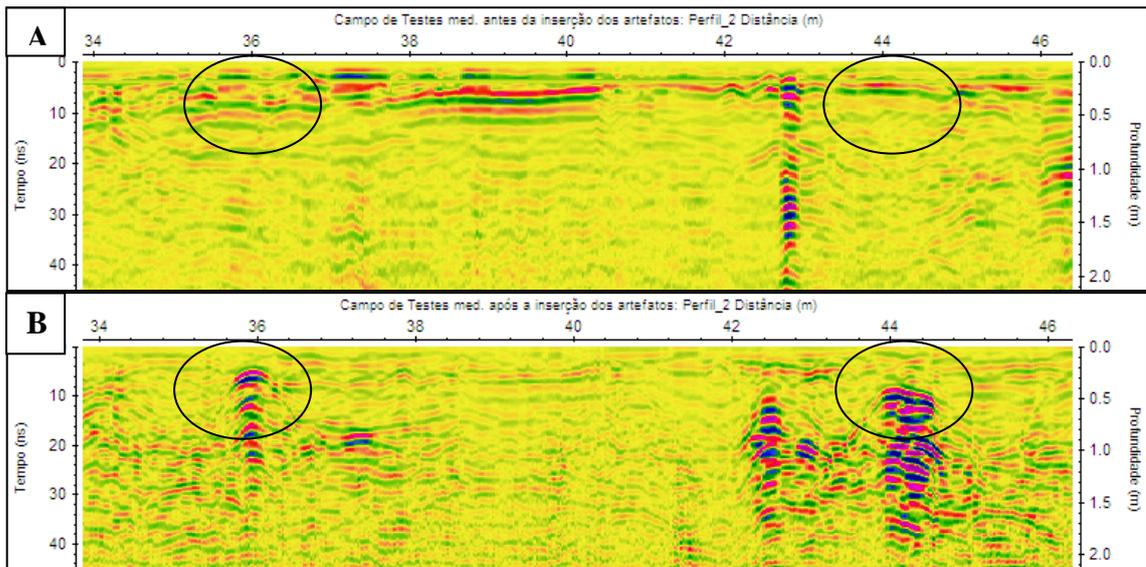
Figura 30 – Resultados obtidos de GPR no perfil 2 completo: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



As feições apresentadas no perfil 2 são bem parecidas com as feições descritas no perfil 1, estando presentes em todos os perfis seguintes. A Figura 31 mostra um detalhamento do perfil 2 na região aonde foi inserido o tubo metálico de 12 m (estação 36) e o tambor metálico (estação 44).

Figura 31 – Resultados obtidos de GPR no perfil 2 em destaque entre as estações 34 e 46 :

A) antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



Na figura 31 podemos notar que após o enterramento do tubo metálico de 12 m (região circulado correspondente a estação 36) e do tambor metálico (região circulado correspondente a estação 44), há o surgimento de hipérboles de tonalidade bem forte que representam a inserção dos artefatos. As Figuras 32 e 33 a seguir, mostram os resultados obtidos no perfil 3.

Figura 32 – Resultados obtidos de GPR no perfil 3 completo: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.

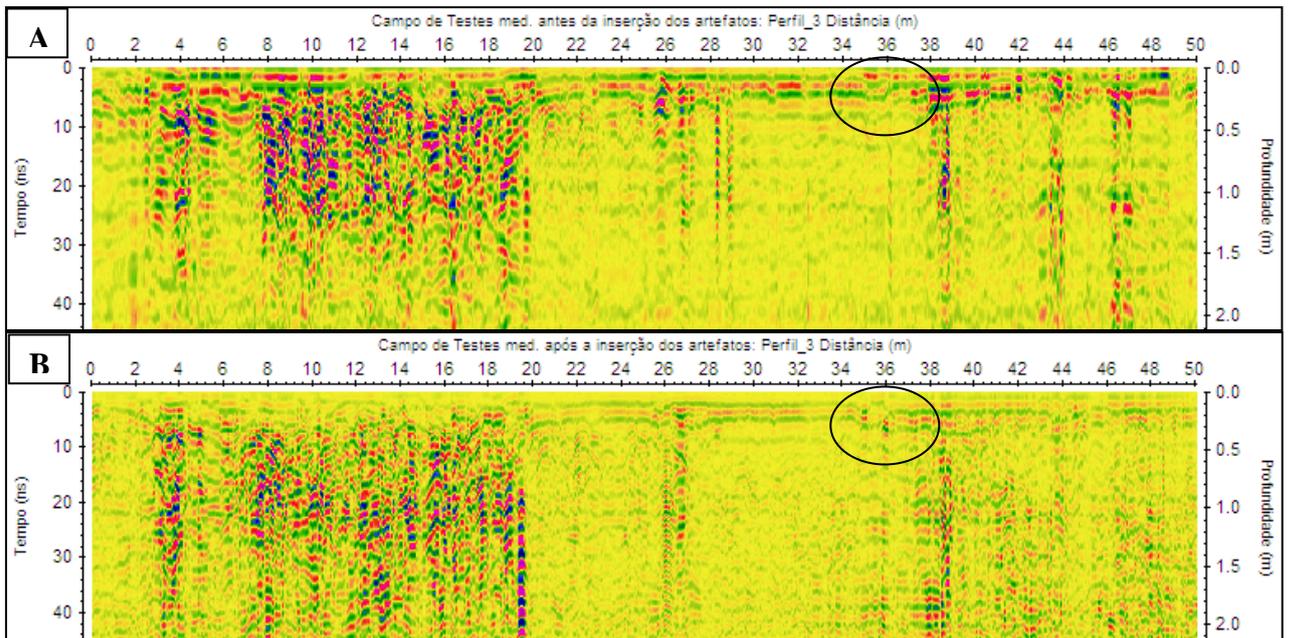
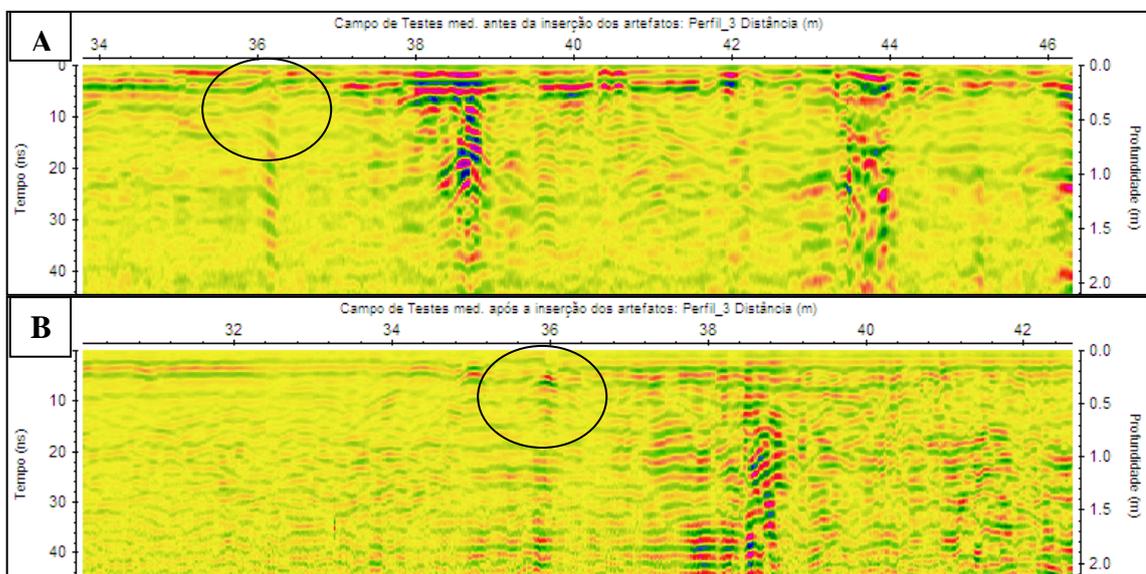


Figura 33 – Resultados obtidos de GPR no perfil 3 detalhado: **A)** antes da inserção dos artefatos entre as estações 34 e 46 e **B)** após a inserção dos artefatos entre as estações 32 e 42.



Na Figura 33 podemos notar que após o enterramento do tubo metálico de 12 m (região circulada correspondente a estação 36) há o surgimento de uma hipérbole de tonalidade mais forte que representa a inserção deste tubo.

Os resultados obtidos no perfil 4 seram mostrados nas Figuras 34 e 35.

Figura 34 – Resultados obtidos de GPR no perfil 4 completo: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.

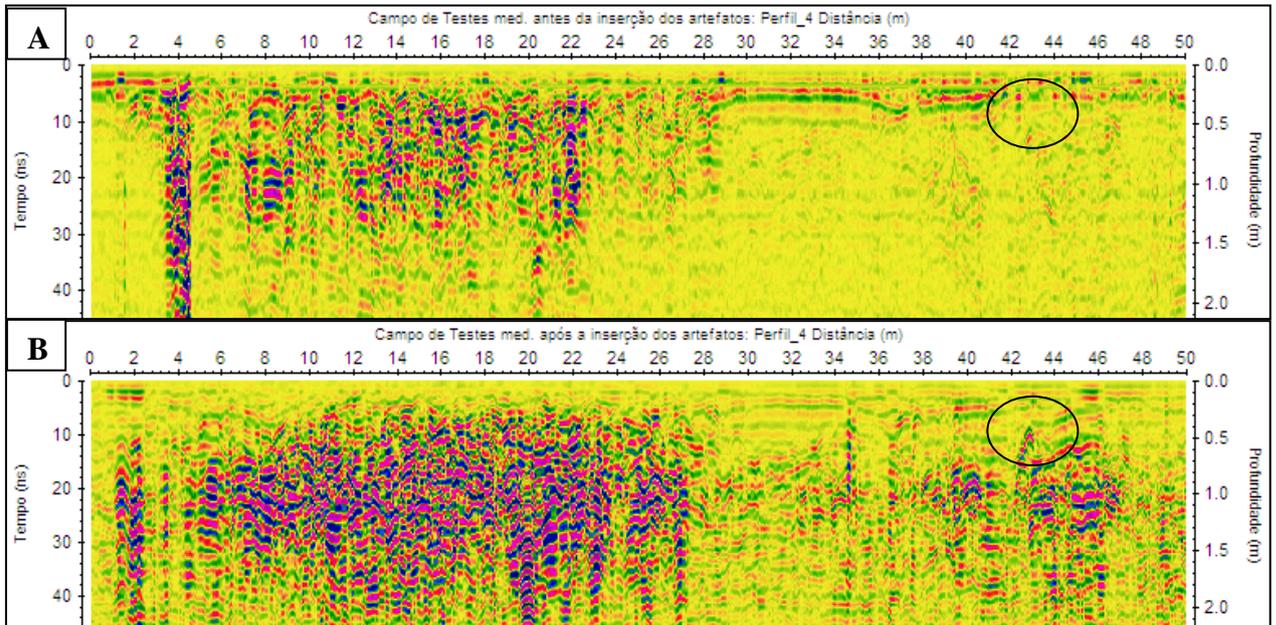
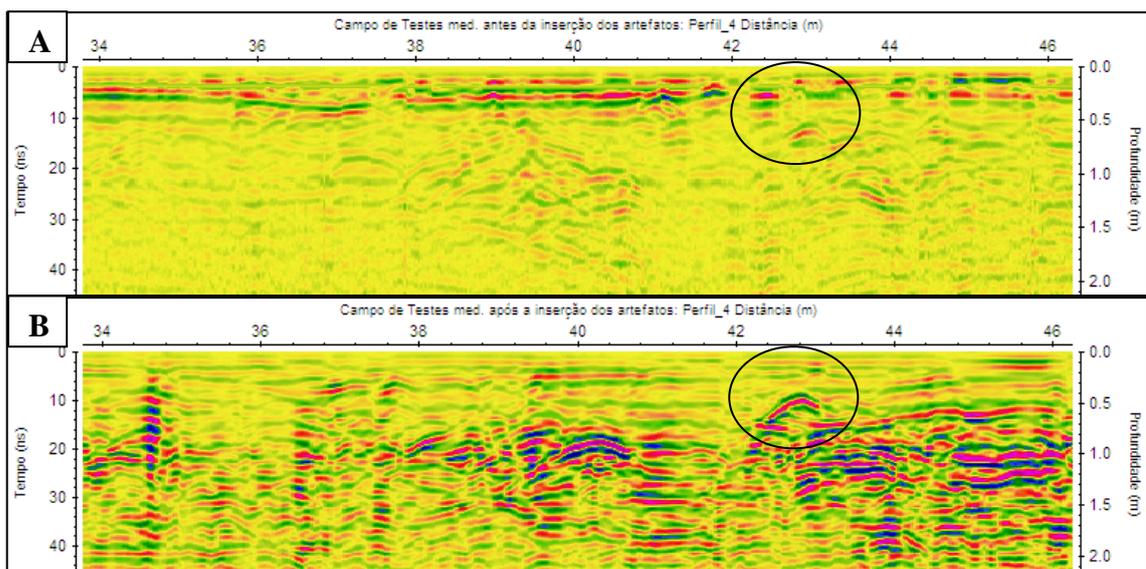


Figura 35 – Resultados obtidos de GPR no perfil 4 em destaque entre as estações 34 e 46: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



Na Figura 35 podemos notar que após o enterramento do tubo metálico em “V” (região circulado entre as estações 42 e 44) há o surgimento de uma hipérbole de tonalidade mais forte que representa a inserção deste artefato.

Os resultados obtidos no perfil 5 serão mostrados nas Figuras 36, 37 e 38.

Figura 36 – Resultados obtidos de GPR no perfil 5 completo: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.

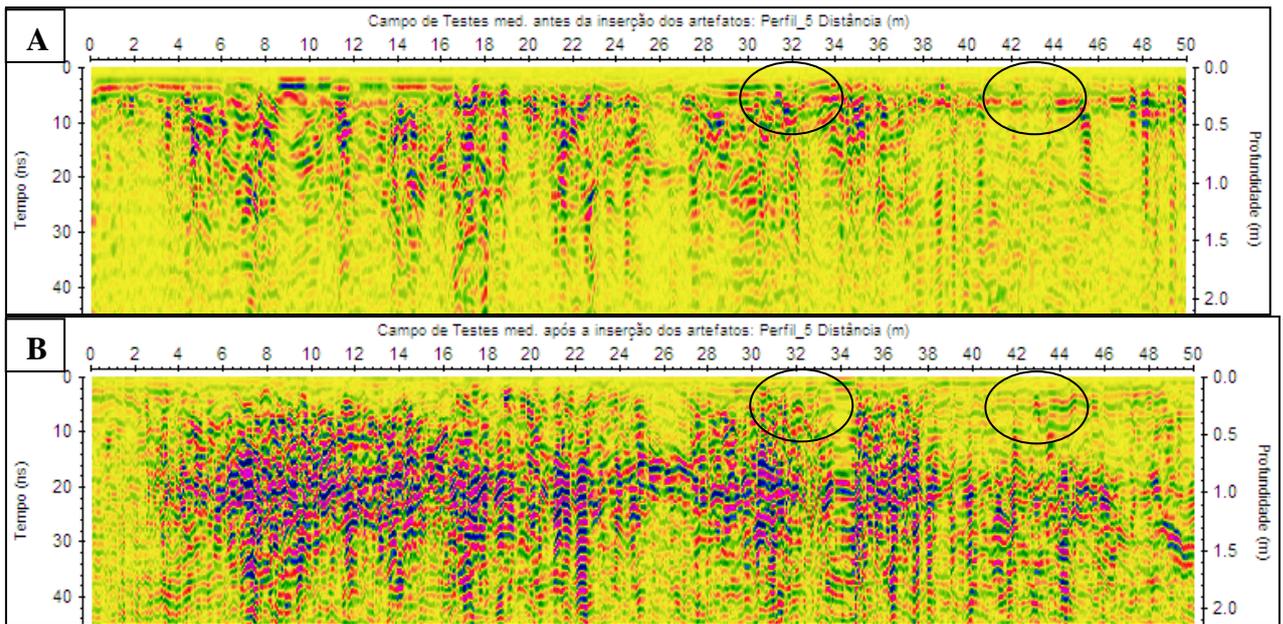
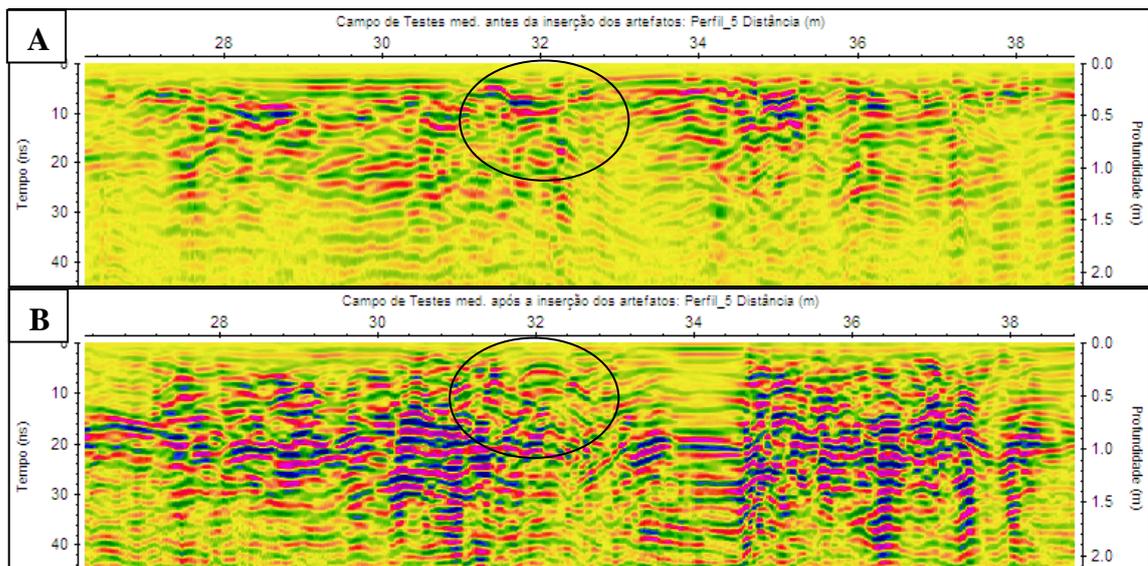
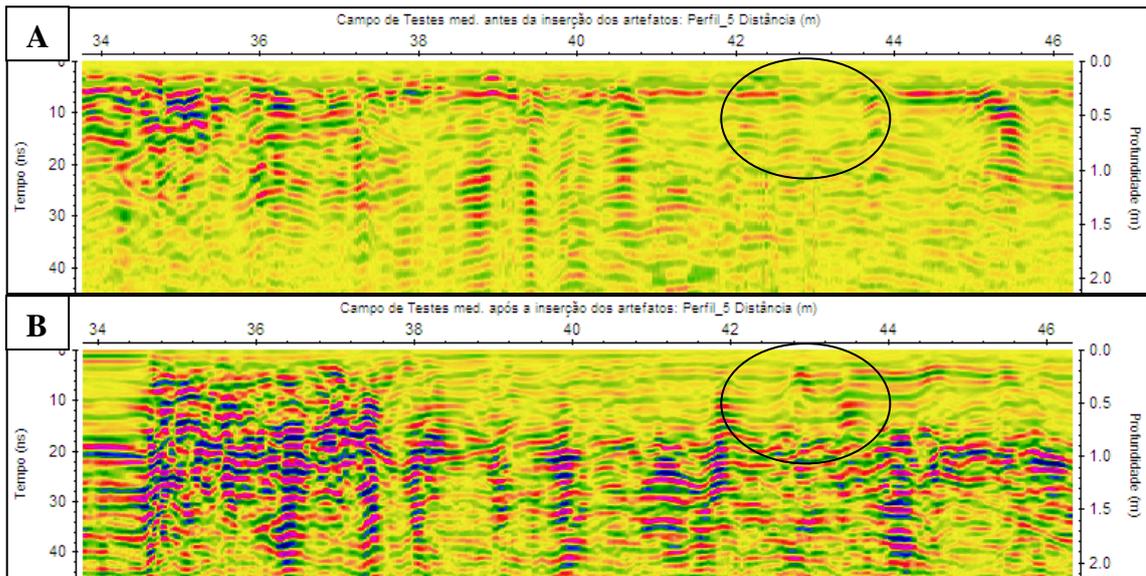


Figura 37 – Resultados obtidos de GPR no perfil 5 em destaque entre as estações 28 e 38: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



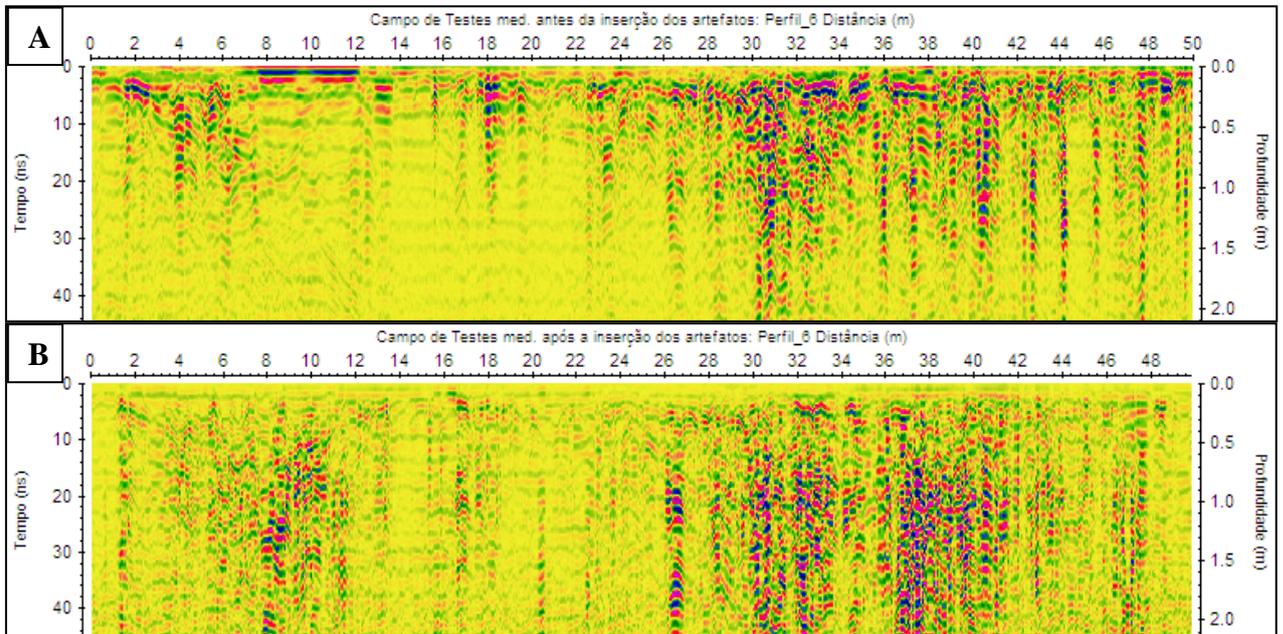
Na Figura 37 podemos observar que após o enterramento do tambor de plástico (região circulada correspondente a estação 32) houve o surgimento de uma hipérbole de tonalidade mais fraca, sugerindo uma diminuição da condutividade elétrica, a partir da inserção deste artefato.

Figura 38 – Resultados obtidos de GPR no perfil 5 em destaque entre as estações 34 e 46: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.



Em relação à Figura 38, podemos observar que após o enterramento do tubo metálico em “V” (região circulada entre as estações 42 e 44) há o surgimento de uma hipérbole de tonalidade mais forte que representa a inserção deste artefato. A Figura 39 corresponde aos resultados do perfil 6 e como neste perfil não foram inseridos artefatos, percebemos a preservação dos dados no decorrer do trabalho.

Figura 39 – Resultados obtidos de GPR no perfil 6 completo: **A)** antes da inserção dos artefatos e **B)** após a inserção dos artefatos.

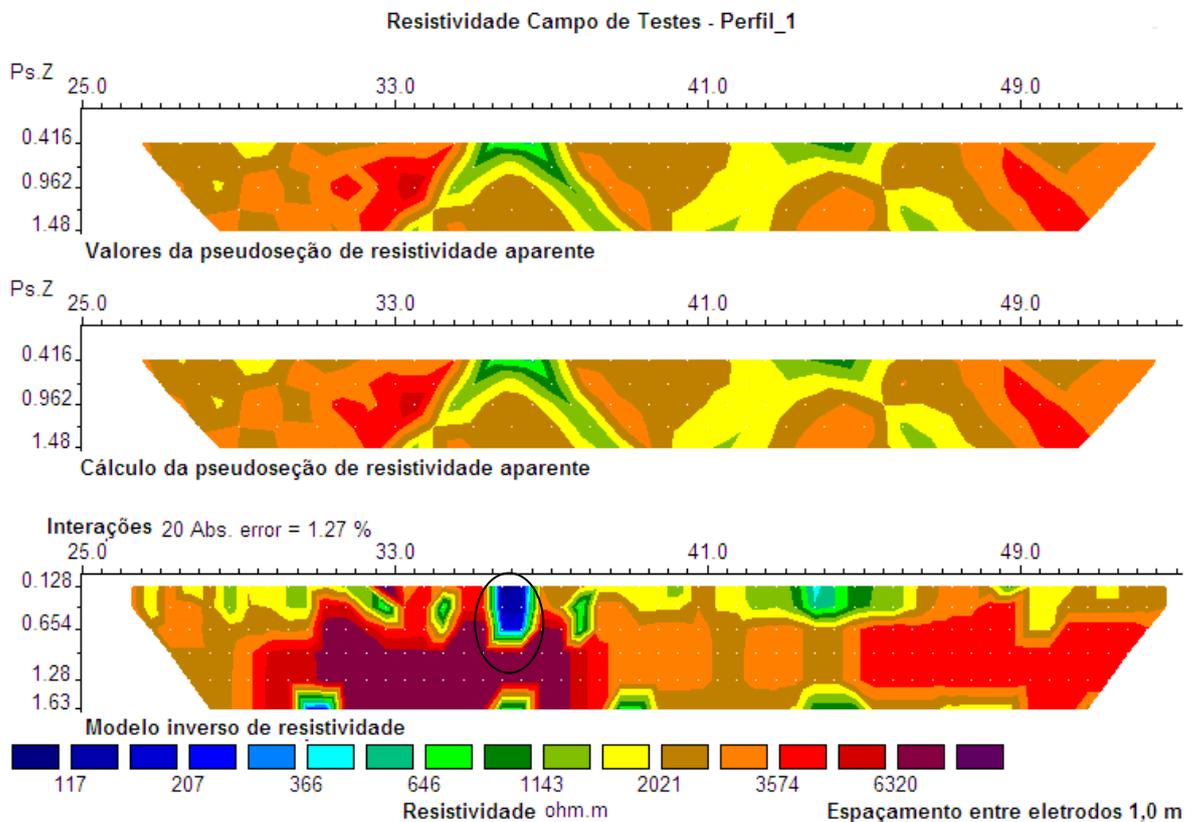


5.3 MÉTODO DA ELETRORRESISTIVIDADE

Os resultados de resistividade obtidos após o enterramento são apresentados nas Figuras 40 a 44. Como explicado anteriormente, as medidas foram executadas somente entre as posições 25 m e 54 m nos perfis 1 a 5. Na parte superior das figuras é apresentada a pseudo-seção dos valores de resistividade aparente medidos, enquanto na sua parte central são apresentadas as pseudo-seções dos valores de resistividade aparente calculados para o modelo de distribuição de resistividade representado na forma de seção na parte inferior das figuras.

Na Figura 40 podemos observar que após o enterramento do tubo metálico de 12 m (região circulado correspondente a estação 36) houve uma diminuição na resistividade da área causada pela boa condutividade do material usado como artefato. Notamos também que a área deste perfil é muito resistiva (principalmente em níveis mais profundos) em decorrência do material presente no local.

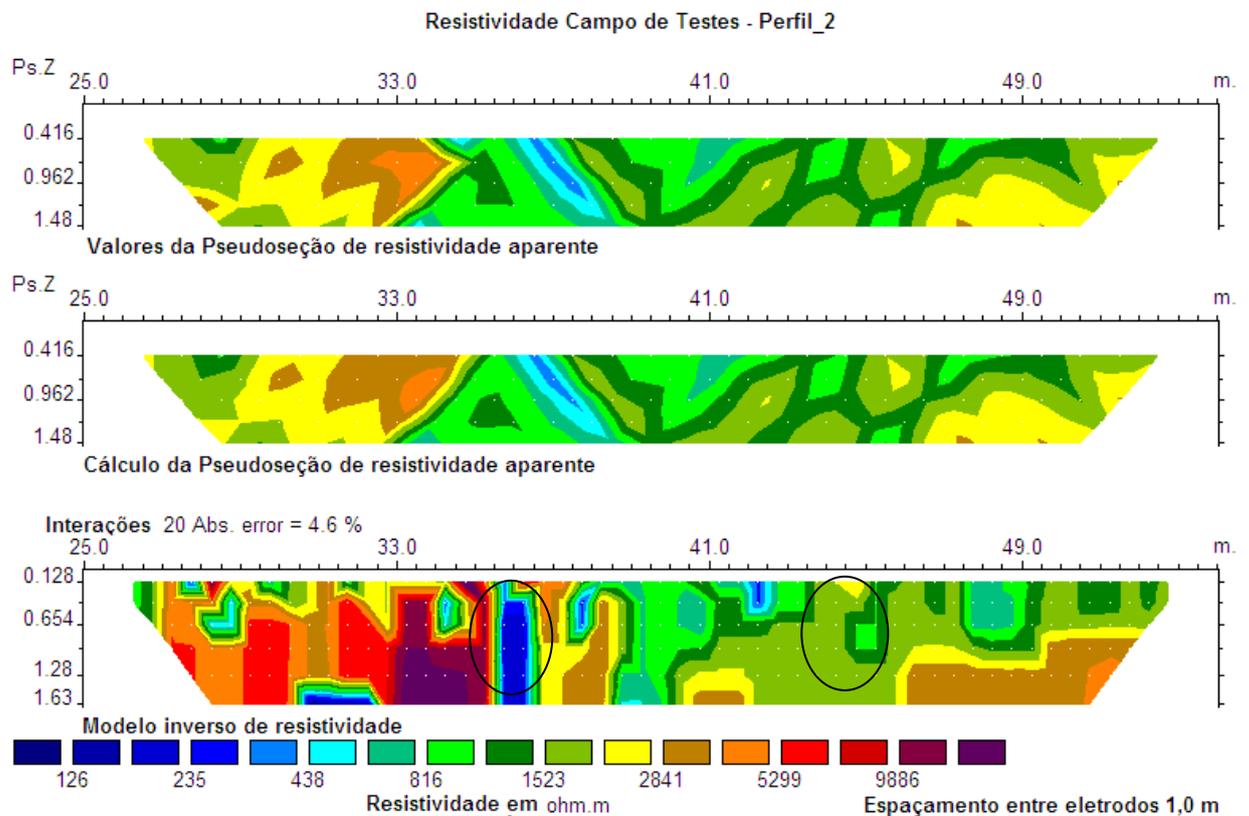
Figura 40 – Resultado Resistividade Perfil 1



Em relação ao perfil 2 (Fig. 41) podemos destacar o aparecimento do tubo metálico de 12 m (região circulado correspondente a estação 36) através da diminuição na resistividade da

área causada pela boa condutividade do material. Na estação 44 (também circulada na figura) podemos perceber um aumento na resistividade da área devido a inserção do tambor metálico. Embora pareça contraditório, o aumento da resistividade na estação 44 se dá em função de: a camada de tinta, provavelmente resistente, que envolve o tambor metálico, cria uma região isolante, principalmente nos níveis mais rasos; e o ar nele contido.

Figura 41 – Resultado Resistividade Perfil 2

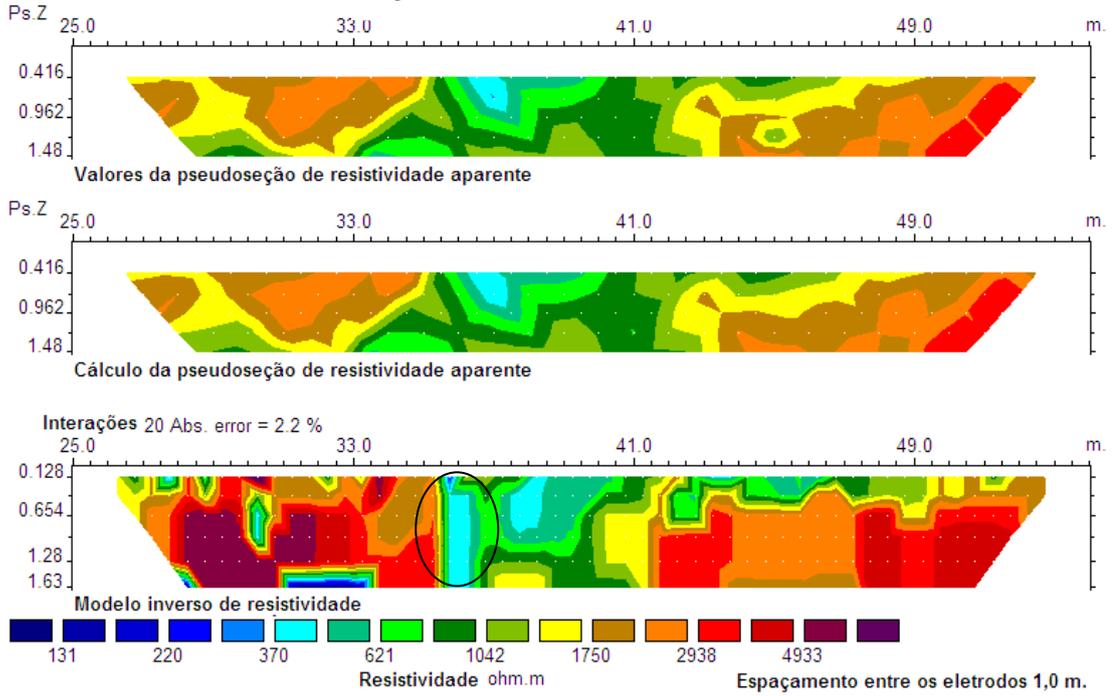


De modo geral também podemos notar que nesta região do perfil há uma espécie de divisão das áreas de resistividades, sendo a parte inicial mais resistiva que a final. É comum também encontrar algumas áreas isoladas de alta condutividade na posição próxima à estação 26, provavelmente decorrentes da presença de materiais metálicos descartados.

Na Figura 42 podemos observar que após o enterramento do tubo metálico de 12 m (região circulada correspondente a estação 36) houve uma diminuição na resistividade da área causada pela boa condutividade do material usado como artefato.

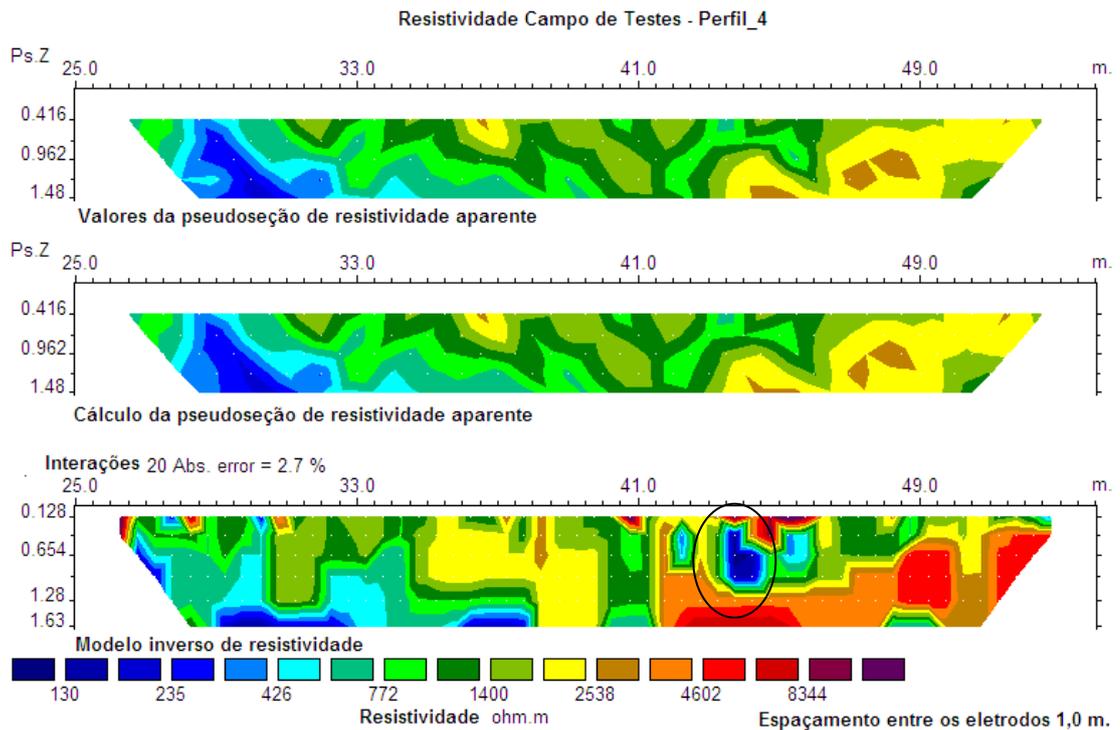
Na Figura 42 observamos que a maior parte da área é formada por zonas resistivas que se intensificam com o aumento da profundidade.

Figura 42 – Resultado Resistividade Perfil 3



Em relação ao perfil 4 (Fig. 43) podemos destacar o aparecimento do tubo metálico em “V” (região circulada entre as estações 42 e 44) através da diminuição na resistividade da área causada pela boa condutividade do material.

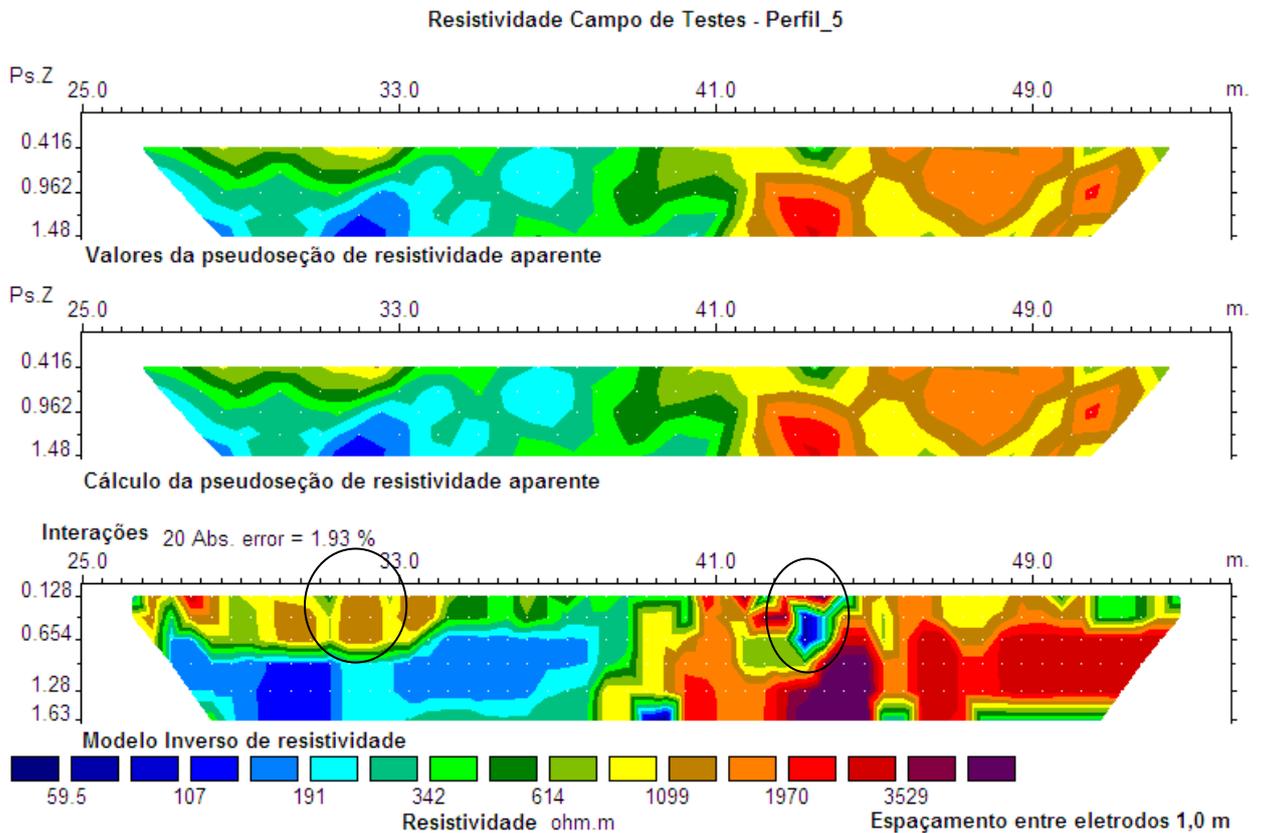
Figura 43 – Resultado Resistividade Perfil 4



Em relação ao perfil 5 (Fig. 44) podemos destacar o aparecimento do tubo metálico em “V” (região circulada entre as estações 42 e 44) através da diminuição na resistividade da área causada pela boa condutividade do material do tubo. Na estação 32 (também circulada na figura) podemos perceber um aumento na resistividade da área devido a inserção do tambor de plástico.

Nesta figura observamos também que na região que vai das estações 25 a 40 a área é formada por um material resistivo superficialmente e condutivo com o aumento da profundidade. Na região que vai das estações 41 a 54, notamos que trata-se de uma área bem resistiva em ambas as profundidades.

Figura 44 – Resultado Resistividade Perfil 5



5.4 MÉTODO ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO

Os valores de condutividade aparente obtidos com o sistema EM-34-3 estão representados na forma de contornos de isovalores nas Figuras 45 a 50.

De acordo com McNeill (1980), a profundidade de investigação com o EM-34-3 é de 1,5 vezes o espaçamento entre as bobinas com o arranjo de bobinas coplanar horizontal (dipolo magnético vertical) e 0,75 vezes o espaçamento com o arranjo coplanar vertical (dipolo magnético horizontal). Desse modo, com a configuração coplanar horizontal investigou-se a profundidade máxima de 15 m e, com a configuração coplanar vertical, a profundidade máxima de 7,5 m. De acordo com Dias et al. (2007), entretanto, a maior contribuição para as medidas no arranjo coplanar horizontal parece vir dos materiais que se encontram entre 20 % e 30 % da separação entre as bobinas (2 m a 8 m para a separação usada neste trabalho) e daqueles que se encontram até a profundidade de 35 % dessa separação no caso do coplanar vertical (até 3,5 m para a separação usada neste trabalho).

Os valores de condutividade aparente medidos no Campo de Testes, variaram entre 1,2 mS/m e 18,5 mS/m para o dipolo horizontal e entre 5,1 mS/m e 17,8 mS/m para o dipolo vertical. Não houve uma predominância significativa em uma dada taxa de valores obtidos, sendo que os mesmos foram distribuídos quase que uniformemente.

As Figuras 45 e 46 mostram os valores de condutividade obtidos na área do Campo de Testes com o arranjo coplanar horizontal ou dipolo vertical (DMV), respectivamente antes e após o enterramento dos artefatos. Na Figura 47 estão representados apenas os valores de condutividade obtidos na região dos enterramentos.

Figura 45 – Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar horizontal (DMV) antes da inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.

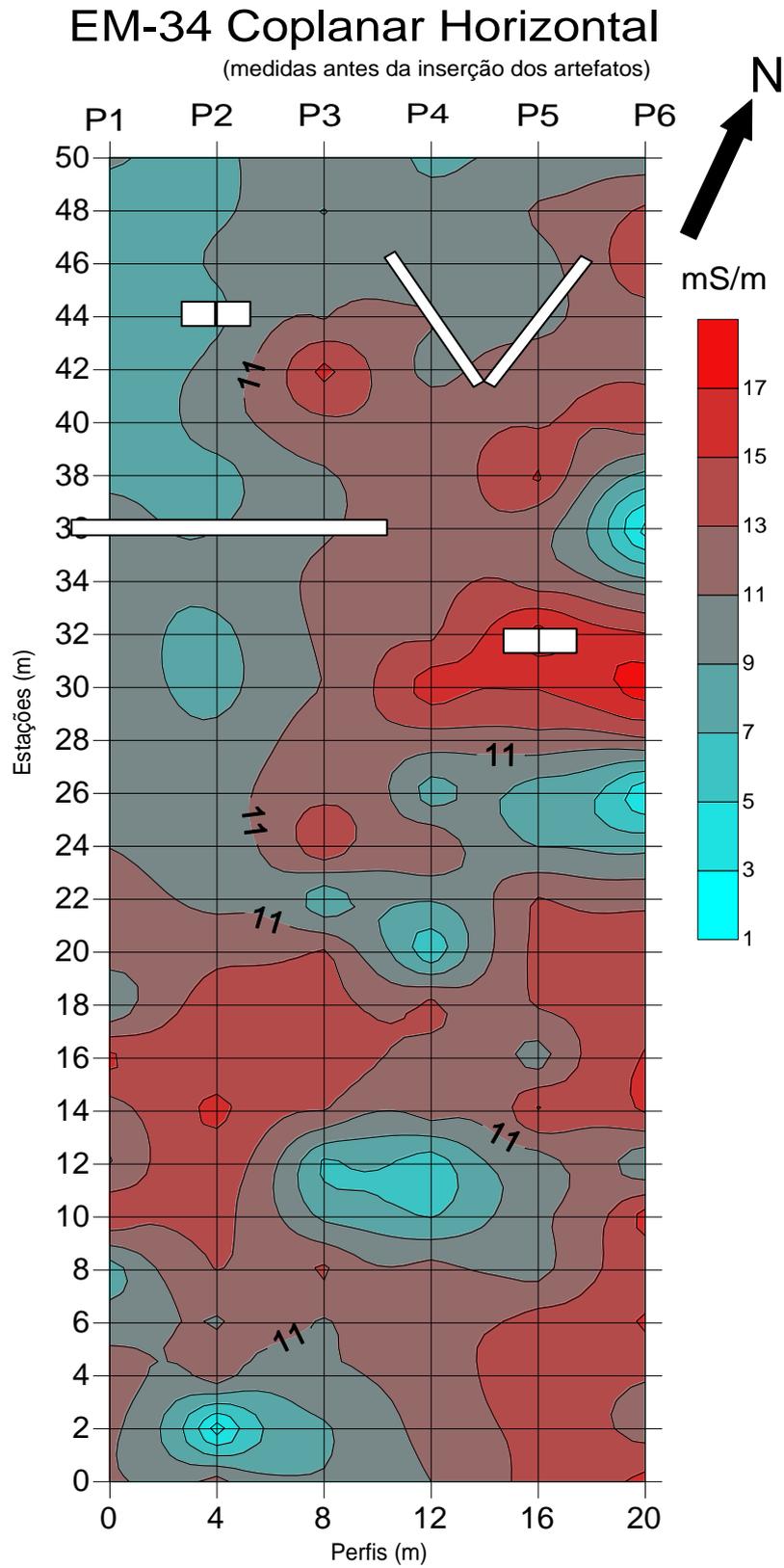


Figura 46 – Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar horizontal (DMV) após a inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.

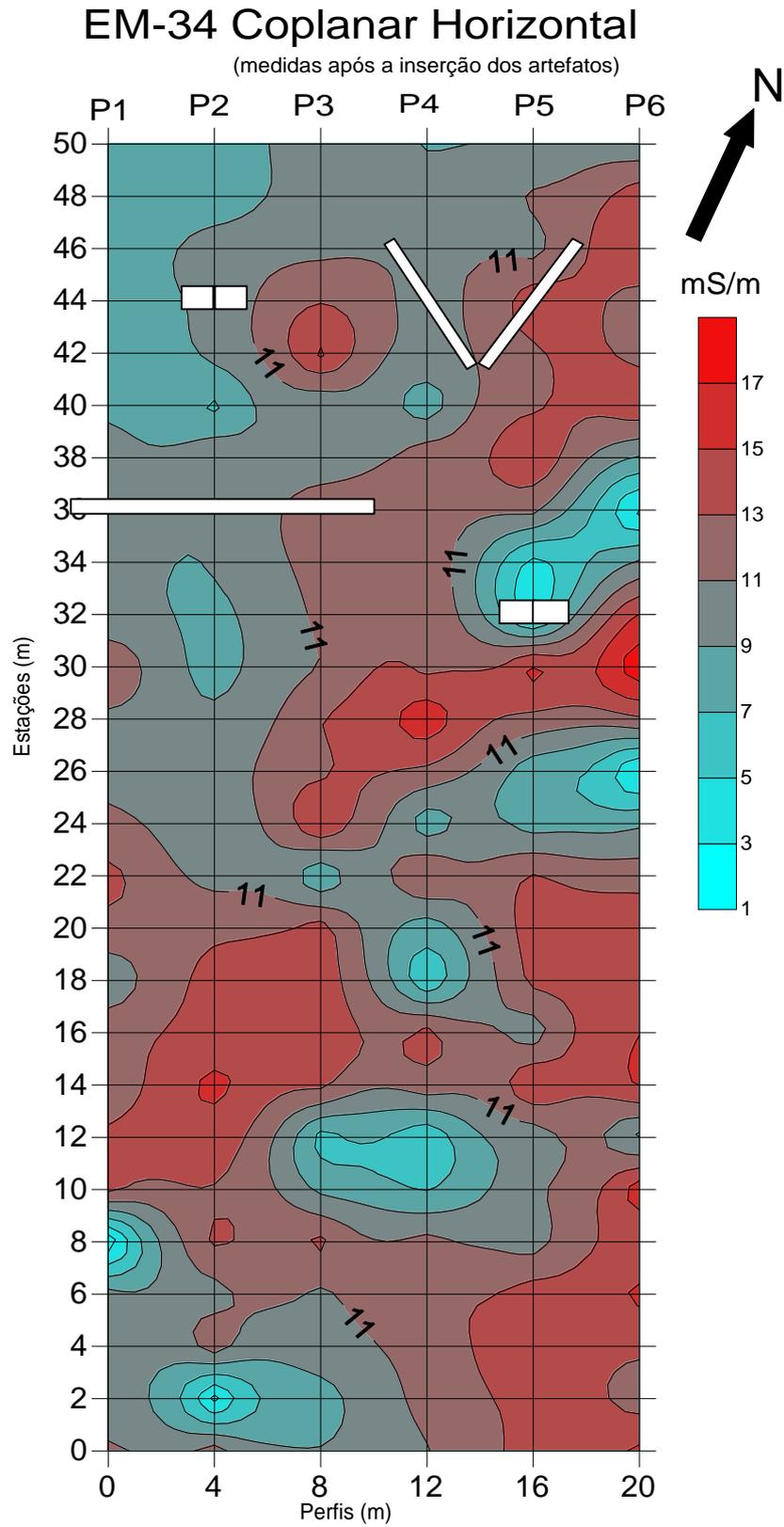
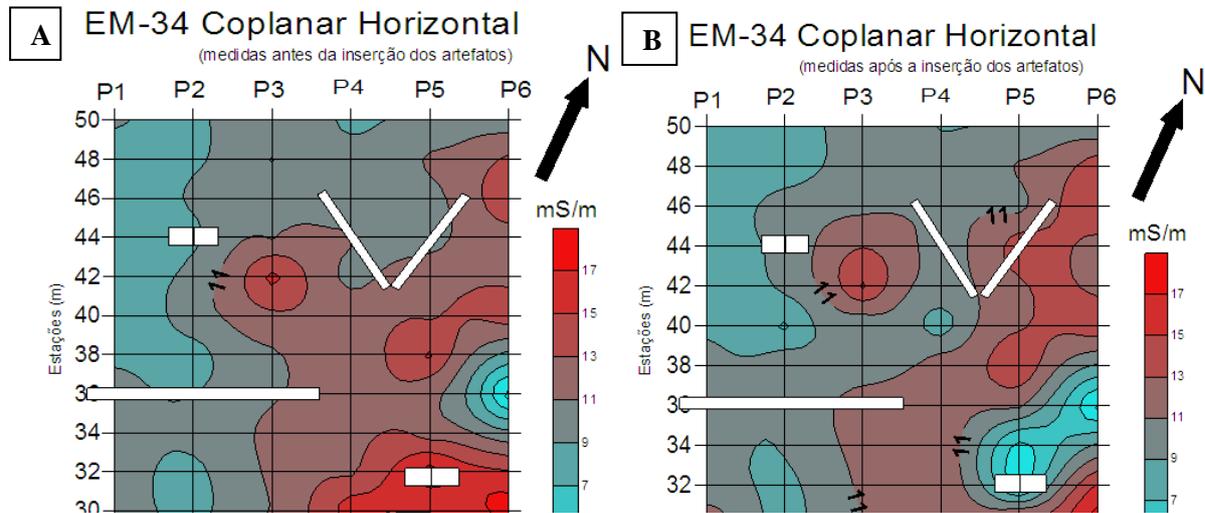


Figura 47 – Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar horizontal (DMV) comparação: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.



Nas figuras é possível observar suaves alterações nos contornos de isovalores de condutividade obtidos após os enterramentos. A presença do tubo metálico de 12 m ao longo dos perfis 1, 2 e 3 (Fig. 47), posicionado na estação 36 de cada perfil, produziu um ligeiro aumento na condutividade; o tambor metálico inserido no perfil 2 na estação 44 também produziu um pequeno aumento na condutividade; em relação ao tubo em “V”, situado nos perfis 4 e 5 entre as estações 42 e 44, observamos uma ligeira ampliação da região condutiva em direção à posição do artefato; e, por fim, no perfil 5, estação 32, nota-se a diminuição da condutividade da área em função da inserção do tambor de plástico contendo ar.

As Figuras 48 e 49 mostram os valores de condutividade obtidos na área do Campo de Testes com o arranjo coplanar vertical ou dipolo horizontal (DMH), respectivamente antes e após o enterramento dos artefatos. Na Figura 50 estão representados apenas os valores de condutividade obtidos na região dos enterramentos.

Figura 48 – Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar vertical (DMH) antes da inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.

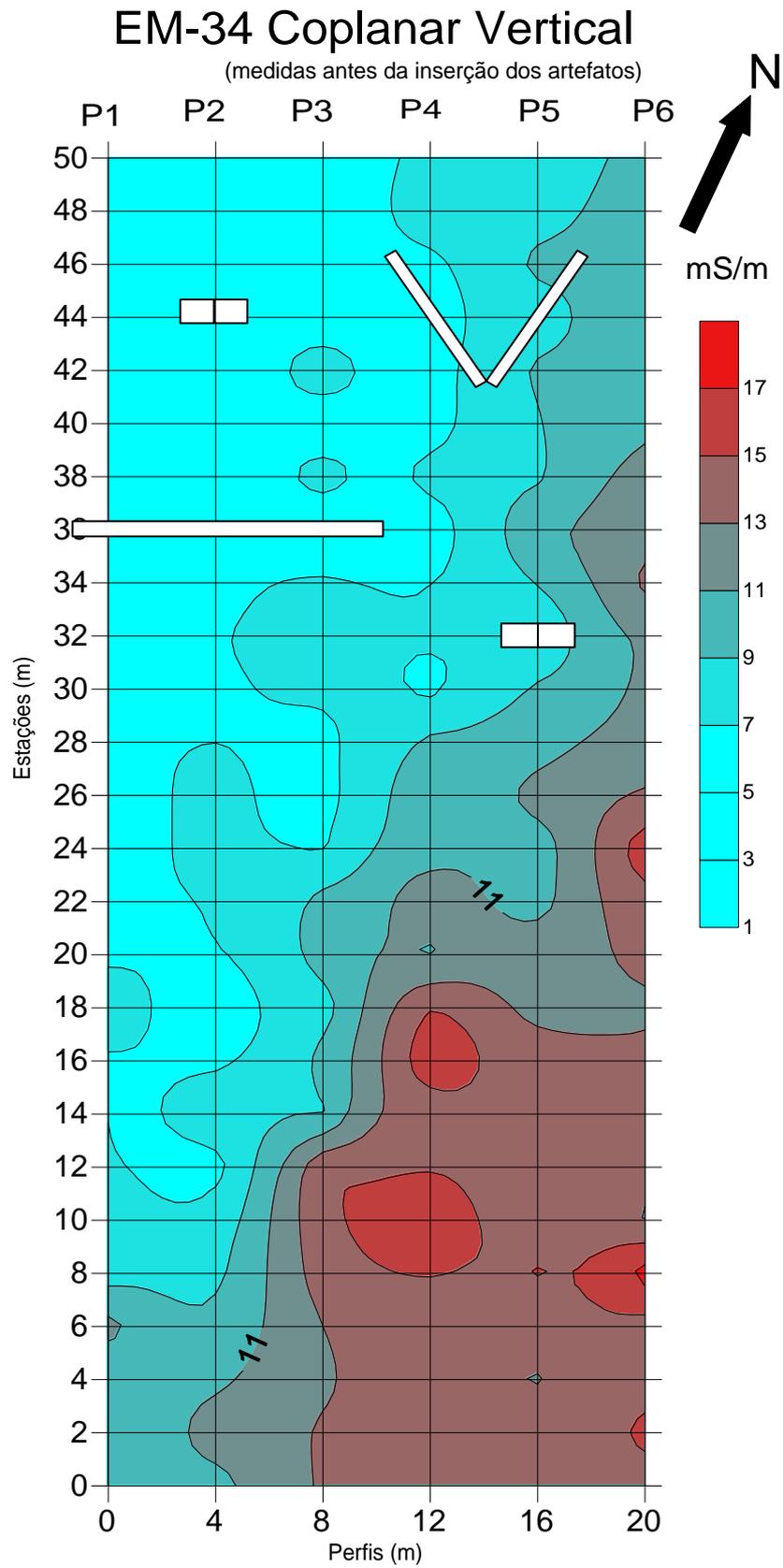


Figura 49 – Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar vertical (DMH) após a inserção dos artefatos na área do Campo de Testes.

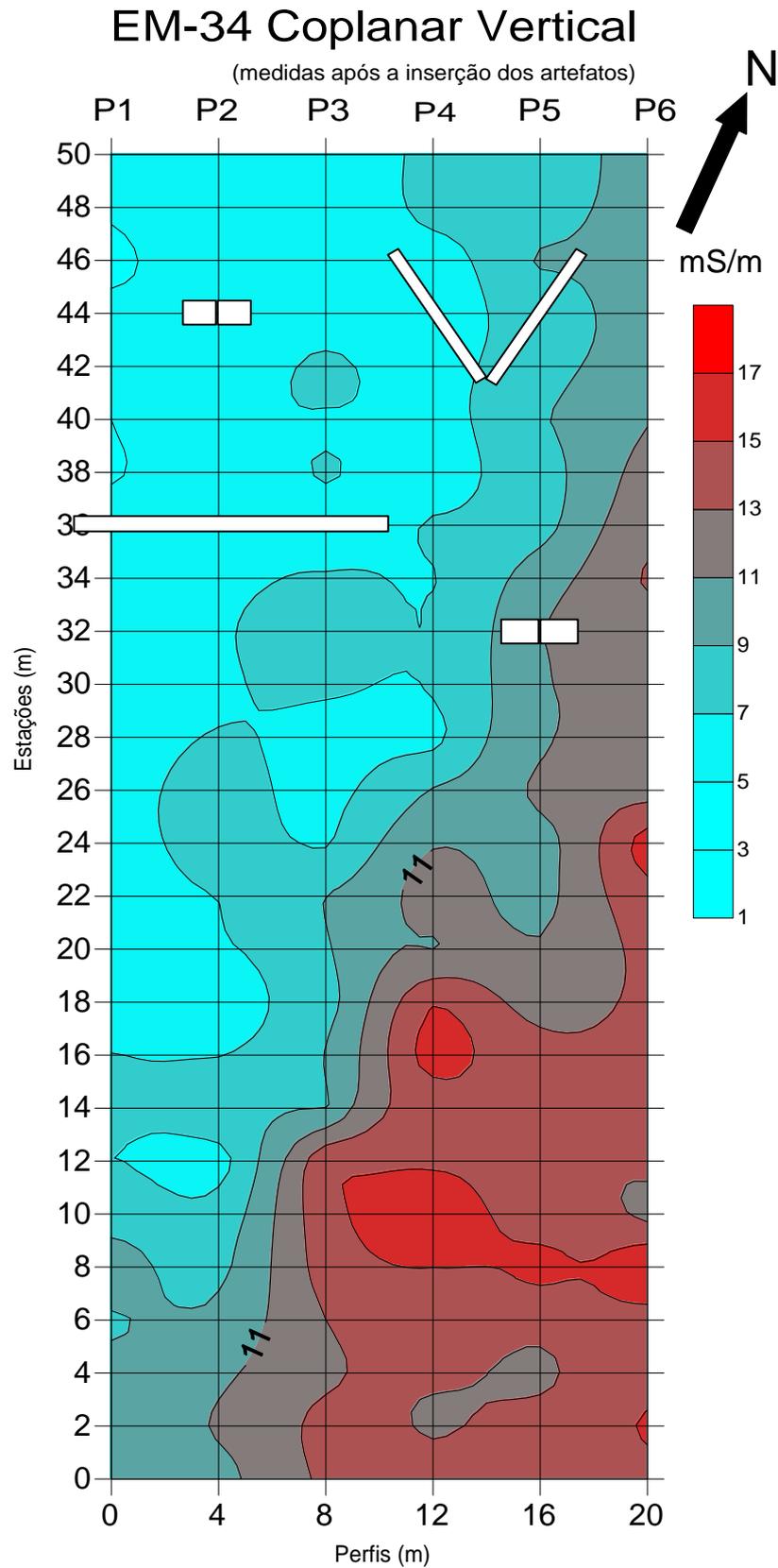
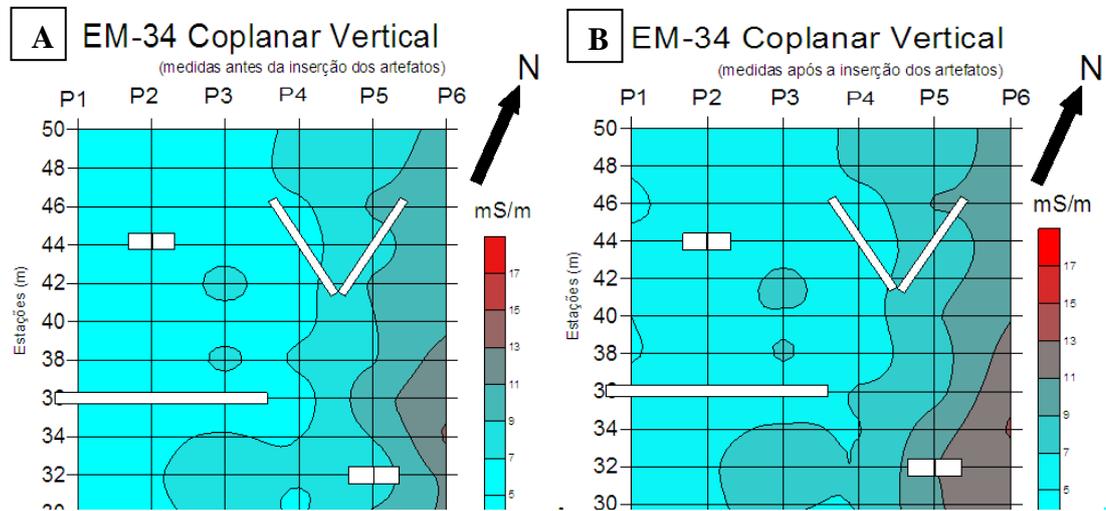


Figura 50 – Resultados obtidos no Método Eletromagnético com o arranjo coplanar vertical (DMH) comparação: A) antes da inserção dos artefatos e B) após a inserção dos artefatos.



Os contornos de isovalores de condutividade mostrados nas figuras não evidenciam de forma clara e eficiente as alterações causadas pelos artefatos enterrados, exceto, no perfil 5, estação 32, onde notamos um aumento da condutividade da área em função da inserção do tambor de plástico, o que é contraditório (Fig. 50). A não evidência dos efeitos causados pelo enterramento dos tubos e tambores metálicos nos valores de condutividade provavelmente se deve ao arranjo coplanar vertical das bobinas, que é pouco sensível a variações laterais de condutividade, ao contrário do arranjo coplanar horizontal (MCNEILL, 1994).

De modo geral, ao compararmos os valores encontrados no dipolo magnético vertical e horizontal para toda área, notamos que os maiores valores de condutividade foram obtidos como dipolo vertical, sugerindo que os valores de condutividade aumentam com o aumento da profundidade (comparação entre as Fig. 45 e 48 ou 46 e 49).

Observa-se nas Figuras 48 e 49 que os maiores valores de condutividade distribuem-se na parte centro para leste do mapa, principalmente entre os perfis 3 a 6 e estações 10 a 18, região de menor ocorrência de material laterítico (LUIZ et al., 2007). Observa-se também que valores altos de condutividade obtidos com o dipolo vertical não se concentram em uma parte específica como no caso dos valores do dipolo horizontal. Desta forma, interpretamos que com o aumento da profundidade, a condutividade tende a se espalhar e não se concentrar em uma região específica.

6 CONCLUSÕES

De modo geral, os métodos escolhidos para execução do trabalho apresentaram resultados bem satisfatórios dentro de suas especificidades. Neste sentido, considero que as escolhas tanto da área estudada, quanto dos artefatos enterrados e das metodologias aplicadas, foram bem sucedidas, resultando na operacionalidade do Campo de Testes da UFPA.

Embora as variações dos gradientes de campo magnético terem se apresentado de forma suave, o método da Magnetometria apresentou resultados satisfatórios para a identificação dos artefatos. Neste sentido, damos destaque aos artefatos enterrados transversalmente aos perfis 4 e 5 (tubo metálico em “V”) que apresentaram excelente visualização representada pelos isocontornos, o que nos faz concluir que objetos pontuais ou de espessura muito pequena em comparação ao espaçamento entre estações, ou ainda enterrados perpendicularmente aos perfis de estudo, são modestamente detectáveis pelo magnetômetro utilizado.

O método GPR foi o que apresentou o maior conjunto de informações sobre a área. Os resultados obtidos puderam mostrar informações tais como os níveis de profundidade, presença de objetos metálicos proveniente da zona de descarte, raízes de plantas e, principalmente, a presença dos artefatos. Deste método destaco a Figura 31 que mostra com total clareza a presença do tubo metálico de 12 m (estação 36) e do tambor metálico (estação 44) ao longo do perfil 2. A partir de todas as informações obtidas, podemos concluir que o GPR é um dos métodos mais indicados para serem utilizados na área.

Outro método onde obtivemos resultados bem satisfatórios foi a eletroresistividade. A partir das tomografias obtidas no processamento dos dados, podemos perceber com clareza a presença dos artefatos enterrados, principalmente, os metálicos destacados nas Figuras 40 a 44. É válido ressaltar que só conseguimos obter resultados interessantes quando reduzimos o espaçamento entre os eletrodos para 1 m, melhorando assim a resolução das imagens. Desta forma, sugiro também a eletroresistividade para o estudo do local.

O método eletromagnético indutivo EM-34 apresentou a menor variação entre os resultados antes e após a inserção dos artefatos, causando um grau maior de complexidade para a interpretação, sobretudo com o dipolo horizontal. Acredito que neste método, os artefatos escolhidos não possuem dimensão suficiente para gerar as anomalias desejadas, o que poderia ser resolvido diminuindo os espaçamentos entre as medidas (aumento da

resolução) ou aumentando a dimensão dos artefatos, ou ainda, mais satisfatoriamente, usando equipamento com menor separação entre as bobinas. No entanto, mesmo com essas dificuldades, podemos perceber ligeiras alterações provocadas pelos artefatos discutidas nas Figuras 47 e 50.

Em observação aos resultados discutidos anteriormente, acreditamos ter atingido os objetivos deste trabalho, estando o Campo de Testes apto a receber alunos e pesquisadores para a realização de treinamento em práticas de campo. Ressaltamos também, que o Campo de Testes apresenta ainda muitas regiões que poderão servir para experimentos futuros como a criação de áreas de estudos: arqueológico, de contaminação por hidrocarbonetos, acamação do solo, decomposição de animais, entre outros.

Por fim, ressalto a importância que esta experiência teve em minha formação acadêmica, os vários erros e acertos serviram como aprendizado para que meu conhecimento chega-se à maturidade de poder concluir mais esta etapa de minha vida.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. C. M. **Radar de penetração no solo (GPR): aspectos geofísicos e geodésicos, processamento e análise em pavimento flexível.** 2005. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- BRAGA, A. C. O. **Métodos geoeletricos aplicados na caracterização geológica e geotécnica – formações Rio Claro e Corumbataí, no município de Rio Claro – SP.** 1997. 173f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1997.
- BORGES, W. R. **Investigação geofísica na borda da bacia sedimentar de São Paulo, utilizando-se GPR e eletrorresistividade.** 2002. 192f. Dissertação (Mestrado) - IAG/USP, Departamento de Geofísica, São Paulo, 2002.
- COSTA, A. A. S. **Resistividade, potencial espontâneo e radiometria aplicados a investigação ambiental e forense no campo de testes do cemitério do Tapanã (Belém-PA).** 2008. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geofísica) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geofísica, Belém-Pa, 2008.
- DAMASCENO, F. F. **Levantamento geofísico do cemitério do Tapanã.** 2001. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2001.
- DIAS, G. N. **Estudo geofísico sobre a erosão fluvial do rio Guamá na orla da Universidade Federal do Pará, Belém (PA).** 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Geofísica) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Pós-Graduação em Geofísica, Belém, 2011.
- DIAS, E. R. F.; MEDEIROS, A. R. C.; LUIZ, J. G.; NUNES, Z. M. P. Aplicação do método eletromagnético na determinação da interface água doce-água salgada na vila do Bonifácio, Bragança-PA. In: INTERNATIONAL CONGRESSO OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 10th 2007, Rio de Janeiro. **Expanded Abstract.** Rio de Janeiro: SBGf, 2007. 1CD-ROM.
- FARIAS, E. S.; NASCIMENTO, F. S.; FERREIRA, M. A. A. **Mapeamento da área Belém-Outeiro.** Belém: Instituto de Geociências da UFPA, Estágio de Campo III, Departamento de Geologia, 241 p. 1992.
- FUKUE, M.; MINATO, T.; HORIBE, H.; TAYA, N. The micro-structure of clay given by resistivity Measurements. **Engineering Geology**, v.54, n. 1. 1999. 43-53 p.
- GASPAR, A. **Física 3 eletromagnetismo e física moderna.** Ed Ática. São Paulo-SP. 2003.
- GEOTOMO SOFTWARE. **Geoelectrical imaging 2D & 3D.** Disponível em <<http://www.geoelectrical.com>>. Acesso em 19 de dezembro de 2011.

GRANDJEAN, G.; GOURRY, J. C.; BITRI, A. Evaluation of GPR techniques for civil-engineering applications: study on a test site. **Journal of applied Geophysics**, Elsevier, 2000. 141-156 p.

ISSACSON, J. N.; HOLLINGER, E.; GUNDRUM, D.; BAIRD, J. A controlled archaeological test site facility in Illinois: Training and Research in Archaeo geophysics. **Journal of field Archaeology**, v.25, n.2, 227-236 p.1999.

KELLER, V. G; FRISCHKNECHT, F. C. **Electrical methods in geophysical prospecting**. Oxford: Pergamon Press. 1966. 517 p.

LUIZ, J. G. **Informação a priori na inversão de dados magnetotélúricos**. 1999. 93f. Tese (Doutorado em Geofísica) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 1999.

LUIZ, J. G.; SILVA, L. M. da C. **Geofísica de prospecção**. Belém-Pa: Belém: Editora da UFPA/CEJUP, 1995. 311 p.

LUIZ, J. G. **O Método do georadar**. Belém: Universidade Federal do Pará, 1998. 8 p. (Notas de Aulas.).

LUIZ, J. G.; FONSECA, N. R. M.; MOREIRA, A. M. O.; FURTADO, C. P .Q. Medidas magnéticas, eletromagnéticas e elétricas no ambiente natural do campo de testes da UFPA. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 10th, 2007, Rio de Janeiro. **Expanded Abstract**. Rio de Janeiro: SBGf, 2007. 1 CD-ROM. (paper).

MENDONÇA, C. A.; DIOGO, L. A.; PORSANI, J. L.; HODO, J. Y. Ensino de geofísica aplicada. O campus universitário como laboratório de exploração. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 6th, 1999, Rio de Janeiro, RJ, In **Expanded Abstract...**, SBGf, 1999. 1 CD-ROM.

McNEILL, J. D. **Electrical conductivity of soils and rocks**. Geonics Limited, 1980. 22 p. (Technical Note TN-5).

McNEILL, J. D. Use of electromagnetic methods for groundwater studies. In: WARD, S.H. (Edt.). **Geotechnical and environmental geophysics**. Tulsa: Society of Exploration Geophysics, 1994.v.1: 191-218.

MOREIRA, A. M. O. **Medidas geofísicas com os métodos magnético, eletromagnético e radiométrico para estabelecimento do background no campo de testes da Faculdade de Geofísica da UFPA**. 2007. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – (Graduação em Geofísica) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Curso de Graduação em Geofísica, Belém, 2007.

ORELLANA, E. **Prospeccion geoelectrica en Corriente Continua**. Madri, Paraninfo. 1982. 523 p.

PALACKY, G. J. Application of the multifrequency horizontal-loop EM method in overburden investigations. **Geophysical Prospecting**, v.39, n.8, 1061 – 1082 p. 1991.

RIJO, L. **Electrical geophysics; 1-D Earth Direct Modeling**. 2004. Disponível em: <<http://www.rijo.pro.br>>. Acesso em 02 de janeiro de 2011.

ROSSETTI, D.F.; GOÉS, A.M. Imaging upper tertiary to quaternary deposits from northern Brazil applying ground penetrating radar. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 31 n. 2, 195-202 p. 2001.

SANTOS, P. C. T. C., **Levantamento detalhado de solos do campus da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**. 1982. 84f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, 1982.

SILVA, J. B. C. **Métodos potenciais: magnetometria**. CPRM, 1986.

SILVA, L. M. C.; NASCIMENTO, W. G.; LUIZ, J. G.; COSTA, A. A. S.; CATETE, C. P. FORAMB: Campo de testes controlados para geofísica forense, ambiental e de resgate. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOFÍSICA, 3., 2008, Belém, Pa. **Resumos...** Belém: SBGf. 2008. 1 CD-ROM.

XAVIER, N. P. **Processamento e interpretação de dados 2D e 3D de GPR**: aplicações no imageamento de feições cársticas e estruturas de dissolução no Campo de petróleo de fazenda Belém – CE. 2006. 127f. Tese (Doutorado) - UFRN, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós- Graduação em Geodinâmica e Geofísica, 2006.

ANEXO

07



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
GABINETE DA REITORIA
Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 - Montese
Fone: (91) 274-3493 Fax: (91) 274-3814
CP: 917 - CEP: 66.077-530 Belém/PA
E-Mail: reitoria@ufra.edu.br

PROC. Nº. 23073-011018/2003-03-UFPA
TERMO Nº. 001/2003-UFRA

TERMO DE CESSÃO DE USO GRATUITO
DE BEM IMÓVEL QUE CELEBRAM A
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA
AMAZÔNIA – UFRA E A UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARÁ – UFPA.

Pelo presente instrumento a UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA, Autarquia Federal de Ensino Superior, com sede na Av. Presidente Tancredo Neves, nº. 2501, Montese, CEP nº. 66.077-530, Belém – Pará, inscrita no CNPJ sob o nº. 05.200.001/0001-01, neste ato representada por seu Reitor, Profº. Drº. MANOEL MALHEIROS TOURINHO, Portaria MEC nº. 3928/2002, de 30.12.2002, DOU de 31.12.2002, Seção 2, Pág. 252, doravante denominada CEDENTE e a UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA, Instituição Federal de Ensino Superior, sob a forma de Autarquia; com sede a Av. Augusto Corrêa, nº. 1, em Belém – Pará, inscrita no CNPJ sob o nº. 34.621.748/0001-23, neste ato representada pelo seu Reitor, Profº. Drº. ALEX BOLÓNIA FIÚZA DE MELLO, doravante denominada CESSIONÁRIA, com o intuito de conjugarem esforços em prol do sistema cooperativo das instituições de ensino e pesquisa, celebram o presente Termo de Cessão de Uso Gratuito de Bem Imóvel, sujeitando-se aos termos da Lei nº. 8.666/93; Decreto 93.872/86 e Instrução Normativa nº. 1/97-STN e Lei 9.636/98, mediante cláusulas e condições seguintes:



CLÁUSULA PRIMEIRA: DO OBJETO

O presente TERMO DE CESSÃO DE USO GRATUITO DE BEM IMÓVEL, tem por objetivo facultar à UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA, a título gratuito, o uso do imóvel localizado no campus da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA, em Belém – Pará, de propriedade da CEDENTE, medindo 100mts x 100mts, localizado em frente ao antigo Laboratório de Bromatologia, próximo ao Laboratório de Zootecnia, encontrando-se com sua documentação regularizada junto aos órgãos competentes.

SUB-CLÁUSULA ÚNICA – A CESSÃO DE USO ora firmada compreende a permissão para a construção nas dependências do campus da CEDENTE, de um campo de testes para medidas geofísicas, que envolverá as seguintes etapas:

- a) enterramento à pequena profundidade de materiais metálicos (tubos e tambores), materiais plásticos (tambores) e materiais cerâmicos (tijolos e telhas);
- b) abertura de picadas na área de vegetação robusta, preservando o seu entorno; e,
- c) piqueteamento das picadas.

CLÁUSULA SEGUNDA – DA FINALIDADE

O bem imóvel cedido, objeto deste TERMO, destinar-se-á, exclusivamente, ao uso pela CESSIONÁRIA e tem por finalidade a construção e instalação, nas dependências do campus da UFRA de um campo de testes para medidas geofísicas, a ser utilizado pelo Departamento de Geofísica do Centro de Geociências da UFPA – CESSIONÁRIA, para aulas práticas de geofísica, aferição e testes de equipamentos geofísicos, aulas práticas de geofísica aplicada ao estudo dos solos e qualquer atividade de campo do interesse da CEDENTE.



3 09
CLÁUSULA TERCEIRA -- DAS OBRIGAÇÕES

I - DA CESSIONÁRIA

- a) Arcar com ônus financeiro das despesas decorrentes da limpeza, segurança e manutenção da área cedida;
- b) Facultar a CEDENTE, em qualquer tempo, acesso às instalações e área; e,
- c) Assumir os encargos de todas e quaisquer benfeitorias que julgar necessárias a realização do objeto da CESSÃO.

II - DO CEDENTE

- a) Efetuar vistoria na área no ato da sua ocupação, durante e imediatamente a sua desocupação; e,
- b) Promover inspeções periódicas, objetivando verificar se a finalidade dada está em conformidade com a especificada no presente TERMO.

CLÁUSULA QUARTA - DAS RESPONSABILIDADES GERAIS

Compete à CESSIONÁRIA, sob pena de revogação da presente CESSÃO, utilizar a área de terreno para os fins exclusivos e objeto deste TERMO.

CLÁUSULA QUINTA - DAS BENFEITORIAS

As benfeitorias, de caráter permanente, que forem realizadas no imóvel durante a CESSÃO, com anuência prévia da CEDENTE, considerar-se-ão, como devidamente incorporadas ao mesmo, sem que caiba nenhum encargo ou ônus derivado desta incorporação.

CLÁUSULA SEXTA - DA PERMISSÃO, CESSÃO OU TRANSFERÊNCIA DO TERMO

Fica proibida permissão, cessão, transferência ou locação, no todo ou em parte, do imóvel cedido, pela CESSIONÁRIA, sendo nulo de pleno direito os atos praticados neste sentido.



CLÁUSULA SÉTIMA – DAS ALTERAÇÕES E COMPLEMENTAÇÕES

O presente Termo poderá ser alterado, no todo ou em parte, mediante assinatura de Termo Aditivo, tornando-se parte integrante ao presente, vedada alteração do objeto.

CLÁUSULA OITAVA – DA RESCISÃO

O presente Termo poderá vir a ser rescindido, de comum acordo entre as partes, mediante Notificação, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias, unilateralmente, por inadimplência de quaisquer de suas cláusulas ou condições, e ainda na hipótese do bem vir a ser alienado pela CEDENTE para o atendimento do interesse público e/ou da política econômica do Governo Federal.

CLÁUSULA NONA – DA DEVOLUÇÃO DO IMÓVEL

Se por qualquer motivo, a CESSIONÁRIA não efetuar, prontamente, a devolução do imóvel, objeto da presente Cessão de Uso Gratuito, seja no fim do prazo estipulado, seja nas situações previstas na Cláusula Oitava, as despesas de devolução do bem cedido correrão a sua conta.

CLÁUSULA DÉCIMA – DA VIGÊNCIA

A presente Cessão de Uso tem vigência inicial de 5 (cinco) anos, a partir da data da sua assinatura, podendo vir a ser renovado no interesse público.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA – DA PUBLICAÇÃO

O presente TERMO DE CESSÃO será publicado no Diário Oficial da União, resumidamente, até o 5º (quinto) dia útil do mês seguinte ao da sua assinatura, para ocorrer no prazo de 20 (vinte) dias daquela data, cujas providências ficarão a cargo do CEDENTE.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA – DO FORO

Fica eleito o Foro da Justiça Federal, Seção Judiciária do Pará, para dirimir as dúvidas decorrentes do presente Termo de Cessão, que não poderem ser dirimidas entre partes, amigavelmente.



5

11

E, para firmeza e validade do que ficou convencionado, firmam o termo em 3 (três) vias de igual teor na presença das testemunhas que também o subscrevem.

Belém-PA, ____ de _____ de 2003.



PROF. DR. MANOEL MALHEIROS TOURINHO
Reitor da UFRA



PROF. DR. ALEX BOLONHA FIÚZA DE MELLO
Reitor da UFPA

Testemunhas:

Nome: _____
CPF: _____

Nome: _____
CPF: _____





28

ISSN 1677-7069

Diário Oficial da União - Seção 3

Nº 215, quarta-feira, 5 de novembro de 2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
DIRETORIA DE LOGÍSTICA**
**EXTRATO DE DISPENSA
DE LICITAÇÃO Nº 609/2003**

Nº Processo: 0081302003-11. Objeto: Microcomputador Total de Itens Licitados: 00002. Fundamento Legal: Artigo 24, inciso II da Lei 8.666/93. Justificativa: Atender a solicitação feita pelo PPGEP/SE/Declarção de Dispensa em 03/11/2003. WANDERLEY RODRIGUES, Coordenador de Suprimentos. Ratificação em 03/11/2003. MARCOS TANURE SARNABO - Diretor de Logística - Valor: R\$ 7.738,00. Contrata: IN-FOLÓGICA IMPORTAÇÃO & COMERCIAL LTDA. Valor: R\$ 7.738,00

(SIDEAC - 04/11/2003) 153061-15228-2003NE90

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
HOSPITAL DAS CLÍNICAS**
EXTRATO DE CONTRATO Nº 656/2003

Nº Processo: 230720196410370. Contratante: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, CNPJ Contratado: 71015833000145. Contratado: DIAMED LATINO AMÉRICA S.A. Objeto: Aquisição de Materiais de Laboratório Fundamento Legal: Inexigibilidade de Licitação Art. 25, Inciso I Lei 8666/93. Vigência: 01/01/2004 a 31/12/2004. Valor Total: R\$4.719,60. Fontes: 151000000 - 2003NE907874. Data de Assinatura: 04/11/2003.

(SICON - 04/11/2003) 153261-15229-2003NE90

**AVISO DE LICITAÇÃO
PREGÃO Nº 53/2003**

Objeto: Pregão Eletrônico - Fornecimento parcelado de gêneros alimentícios em geral (cereais, enlatados, congelados em geral, laticínios, produtos panificados, carnes, biscoitos e sachês, salgadinhos e massas congeladas em geral. Total de Itens Licitados: 00183. Edital: 05/11/2003 de 08h00 às 13h00. Endereço: Av. Prof. Alfredo Balena, 110 Santa Efigênia - BELO HORIZONTE - MG. Entrega das Propostas a partir de 17/11/2003 às 13h00 no site www.comprasnet.gov.br. Abertura das Propostas: 18/11/2003 às 13h00 no site www.comprasnet.gov.br. Informações Gerais: O edital poderá ser adquirido gratuitamente através de e-mail. Para isso, basta entrar em contato com a Seção de Licitações e Compras do HUCFMG através dos telefones 31.3248-9388 / 9369 ou 9370 e solicitar o edital por e-mail. Ou solicitar através do endereço eletrônico sivo@hucfmg.br Caso queiram retirar o edital no HUCFMG, a cópia do mesmo tem um custo de R\$5,00 (cinco reais e sessenta centavos).

DOMINGOS SAVIO DOS ANJOS
Pregoeiro

(SIDEAC - 04/11/2003) 153261-15229-2003NE90

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
EXTRATO DE CONTRATO Nº 3/2003

Nº Processo: 23072031857/02-87. Contratante: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, CNPJ Contratado: 49755160000104. Contratado: FUGAWARA ENTERPRISES INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS LTDA. Objeto: Prestação de serviços de assistência técnica em um microscópio eletrônico de varredura e de uma microscopia eletrônica, marca Jeol. Fundamento Legal: Inciso I do artigo 25 da Lei 8666 Vigência: 01/10/2003 a 30/09/2004. Valor Total: R\$19.800,00. Fonte: 281465608 - 2003NE900309. Data de Assinatura: 01/10/2003.

(SICON - 04/11/2003) 153292-15229-2003NE90

**RESULTADO DE JULGAMENTO
CONVÊNIO Nº 3/2003**

Processo n. 23072022502/03-41, foi adjudicado para as empresas: Techneq Informática os itens 02,03,04 e 05; A Miotto o item 06; DDR Informática o item 01

BISMARCK VAZ DA COSTA
Diretor

(SIDEAC - 04/11/2003) 153292-15229-2003NE90

**PRÓ-REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO
E OBRAS**
**RESULTADO DE JULGAMENTO
TOMADA DE PREÇOS Nº 2/2003**

A Comissão de Licitação do DPRO decide definir como vencedora dos itens do referido certame a seguintes empresas: Elevadores Módulo Ltda. para os itens 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10; Thyssenkrupp Elevadores SA para o item 3.

FRANCISCO DINIZ ALVES
Diretor

(SIDEAC - 04/11/2003) 153267-15229-2003NE90

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
EXTRATO DE CESSÃO DE USO

Processo: 19860/2003. Partes: Universidade Federal Rural da Amazônia e Universidade Federal do Pará. Objeto: A UFRA facilita à UFPA, a título gratuito, o uso de imóvel em seu Campus medindo 100 x 100m. Fundamento Legal: Lei nº 8.666/93 e suas alterações. Lei nº 8.666/98. Dec. nº 93.872/86 e IN nº 01/97-STN. Vigência: 20/10/2003 a 19/10/2008. Foro: Justiça Federal - Belém/PA. ASSINATURAS: Manoel Malheiros Tourinho, pela UFRA, e Alex Bolonha Fritza de Melo, pela UFPA.

(OF. EL. Nº 1582/2003)

EXTRATOS DE CONTRATOS

PROCESSO: 12379/2003
PARTES: Prefeitura Municipal de Bagre/PA e Universidade Federal do Pará. OBJETO: Realização do Curso de Licenciatura Plena em Matemática, Modalidade a Distância. FUNDAMENTO LEGAL: Lei nº 8.666/93 e suas alterações. VALOR: R\$ 25.794,00 RECURSOS ORÇAMENTÁRIOS: Recursos Funde/FPMB. VIGÊNCIA: 05/11/2003 a 04/11/2008. FORO: Foro da Justiça Federal de Belém, PA. ASSINATURAS: Pedro Correa Santamaría, pela PMB, e Alex Bolonha Fritza de Melo, pela UFPA.

PROCESSO: 17861/2003
PARTES: Fundação Municipal de Assistência ao Estudante/FMAE e Universidade Federal do Pará. OBJETO: Prestação de serviços de execução de controle de qualidade de gêneros alimentícios adquiridos pela FMAE, destinados ao Programa Municipal de Alimentação Escolar, através do Laboratório da Unidade Base/UFPA. FUNDAMENTO LEGAL: Lei nº 8.666/93 e suas alterações. VALOR: R\$ 17.250,00 VIGÊNCIA: 05/11/2003 a 31/12/2003. FORO: Foro da Justiça Federal de Belém, PA. ASSINATURAS: Luciene das Graças Miranda Medeiros, pela FMAE, e Alex Bolonha Fritza de Melo, pela UFPA.

(OF. EL. Nº 1583/2003)

EXTRATOS DE TERMOS ADITIVOS

PROCESSO: 20053/2003. Partes: Universidade Federal do Pará e Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro - Serviços Técnicos e Científicos. Objeto: Primeiro Termo Aditivo ao Convênio publicado no DOI de 16/04/009, alterando a cláusula décima-segunda, relativa à vigência. Fundamento Legal: Lei nº 8.666/93 e suas alterações. Vigência: O convênio original fica prorrogado até 31/07/2005. Foro: Justiça Federal de Belém, PA. ASSINATURAS: Alex Bolonha Fritza de Melo, pela UFPA, e Fabiano Guilherme Mendes Santos, pelo IUPERJ-TEC.

EXTRATO DE TERMO ADITIVO Nº 3/2003

Número do Contrato: 35/2001. Nº Processo: 21420/2003. Contratante: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. CNPJ Contratado: 05572870000159. Contratado: FUNDACAO DE AMPARO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA. Objeto: Alterar as cláusulas quarta, quinta e décima-segunda do contrato original. Fundamento Legal: Lei nº 8.666/93 e suas alterações e Lei nº 8.958/94. Vigência: 30/10/2003 a 10/03/2004. Valor Total: R\$75.000,00. Fonte: 112000000 - 2003NE901825. Data de Assinatura: 30/10/2003.

(SICON - 04/11/2003)

**EDITAL Nº 89, DE 4 DE NOVEMBRO DE 2003
PROCESSO SELETIVO SIMPLIFICADO**

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, toma público que no prazo de 10 (dez) dias úteis a partir da publicação deste Edital no Diário Oficial da União, o Departamento de Clínica Médica do Centro de Ciências da Saúde, está recebendo inscrições para o Processo Seletivo Simplificado de Professor Substituto na matéria Medicina Geral e do Adulto I, com ênfase em Neurologia, para preenchimento de 01 vaga, com carga horária de 40 horas.

1-Poderão inscrever-se: Candidatos graduados em Medicina, com Especialização em Neurologia ou Residência Médica em Neurologia.

2-As inscrições serão realizadas na Secretaria do referido Departamento, sendo que os candidatos deverão apresentar: Curriculum Vitae em 3 (três) vias, comprovação de títulos em 1 (uma) só via, compreendendo experiência didática, acadêmica, científica, cultural ou artística e profissional devidamente comprovado; Carteira de identidade; Prova que cumpra com as obrigações militares, se do sexo masculino; Título de eleitor e comprovante de votação; CPF; Diploma de graduação e pós-graduação na área exigida. Os certificados e diplomas deverão ser obtidos em cursos reconhecidos e devidamente revalidados quando expedidos por instituição estrangeira.

3-Os contratos serão regidos pela Lei 8.745/93 com alterações dadas pela Lei 9.849/99.

4-As provas serão realizadas de acordo com Plano de Curso da disciplina, através de Análise de Curriculum Vitae e prova Didática. Outras informações sobre programa, dia e horário das provas, poderão ser obtidas no referido Departamento.

ALEX BOLONHA FRÍZA DE MELO

**AVISO DE ALTERAÇÃO
TOMADA DE PREÇOS Nº 11/2003**

A Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa, nesta oportunidade através da comissão de licitação, designada pela Diretoria Executiva, toma público que está tomando sem efeito o item 6.4 do Edital referente a Tomada de Preço nº 011/03 (Proc. 03/01417-Conv.700 UFPA/FADESP que tem como objeto a Aquisição de Equipamentos de Informática com abertura prevista para o dia 11/11/03 no Campus da Universidade Federal do Pará.

Belém-PA, 3 de novembro de 2003
LUIZ ACÁCIO CENTENO CORDEIRO
Diretor Executivo
P/Comissão de Licitação

**AVISO DE LICITAÇÃO
PREGÃO Nº 5/2003**

Objeto: Aquisição de veículos para UFPA. Total de Itens Licitados: 00003. Edital: 05/11/2003 de 08h00 às 14h00. Endereço: Rua Augusto Correa nº 01 Guamá - BELÉM - PA. Entrega das Propostas: 17/11/2003 às 10h00. Informações Gerais: Preço do Edital R\$ 5,00

ALEX BOLONHA FRÍZA DE MELO

(SIDEAC - 04/11/2003)

**HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
JOÃO DE BARROS BARRETO**
EXTRATO DE CONTRATO Nº 6/2003

Nº Processo: 568/2003. Contratante: MINISTERIO DA SAUDE. CNPJ Contratado: 009957000169. Contratado: UAPÉ COMERCIO REPRESENTAÇÕES E SERVIÇOS LTDA. Objeto: Fornecimento de hipoclorito de sódio a12%, de acordo com as exigências do processo nº 568/2003. Fundamento Legal: Lei 8.666 Vigência: 01/11/2003 a 31/10/2004. Valor Total: R\$30.420,00. Fonte: 153000000 - 2003NE900611. Data de Assinatura: 01/11/2003.

(SICON - 04/11/2003) 250084-00001-2003NE90

EXTRATO DE TERMO ADITIVO Nº 1/2003

Número do Contrato: 13/2002. Nº Processo: 347/2002. Contratante: MINISTERIO DA SAUDE. CNPJ Contratado: 0478516000100. Contratado: M ANTONIO DE SOUSA ME. Objeto: Prorrogar o prazo de vigência do Termo de Contrato original assinado em 01/11/2002, para o período de 01/11/2003 a 31/10/2004. Fundamento Legal: lei 8.666 Vigência: 01/11/2003 a 31/10/2004. Data de Assinatura: 01/11/2003.

(SICON - 04/11/2003) 250084-00001-2003NE90

**RESULTADO DE JULGAMENTO
TOMADA DE PREÇOS Nº 11/2003**

A Comissão de Licitação do Hospital Universitário João de Barros Barreto, comunica aos interessados o resultado do julgamento da proposta referente à Tomada de Preços 011/2003, declarando vencedora a firma BIO-RAD LABORATORIOS BRASILTDA. O prazo para recursos começa a contar a partir da data da publicação deste aviso.

ELISA VIANNA SÁ
Diretora

(SIDEAC - 04/11/2003) 250084-00001-2003NE90

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA CAMPUS I**
**RESULTADO DE HABILITAÇÃO
TOMADA DE PREÇOS Nº 2/2003**

A Comissão de Licitação da Prefeitura Universitária da UFPA, instituída pela Portaria UFPA/PU/003/2003, toma público o resultado do julgamento de habilitação da Tomada de Preços UFPA/PU/02/2003, que tem por objeto a contratação dos serviços de reprografia, digitação e encadernação para as unidades acadêmicas do Campus I da UFPA Empresas HABILITADAS: Fundação José Americo - Renata dos Santos Rocha-ME. - Empresa Inhabilitadas: Copicenter Prestadora de Serviços Ltda. - Copicenter Presidênci de Serviços Ltda. - Eunemia Maria dos Santos Silva. - A CPL/PU comunica ainda que a abertura das propostas será no dia 20 de Novembro de 2003 às 10:00 horas, na sala de reuniões da Prefeitura Universitária, Campus I da UFPA. -Cópia do relatório de julgamento poderão ser obtidas diretamente na CPL/PU, fone (83) 216.7293 ou pelo fax (83) 224.9036, ou ainda pelo site www.prefeituraufpb.br/pepl.

LYGIA DA SILVA BRITO
Presidente da Comissão

(SIDEAC - 04/11/2003) 153065-15231-2003NE90