

APOIO AO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO NO BRASIL

A FVD – Fundação Victor Dequech, entidade sem fins lucrativos, criada em 2001, apoia e incentiva ações e projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e Inovativo no Brasil.

Com foco na pesquisa e engenharia mineral -- bem como nas áreas de energia, óleo e gás, meio ambiente e tecnologias a elas relacionadas -- a FVD sente-se plenamente honrada por apoiar a ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental na edição de suas Diretrizes, Guias, Manuais, Boletins e outros documentos assemelhados, agora como Normas Técnicas dessa conceituada associação.

A FVD e a ABGE estão irmanadas no esforço para a educação e a capacitação continuada, que proporcionam qualificação, habilidades e competências de empresas e de profissionais, contribuindo assim com o desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida em nosso país.

Cumprimentamos a todos os participantes dessa iniciativa pioneira.

Antonio de Padua Vieira Chaves
Diretor Presidente da FVD



Rua São Vicente, 255. Bloco B
Bairro Olho D'água - Belo Horizonte, Minas Gerais,
Brasil. CEP 30.390-570.
Tel. +55 31 3288-1742 | www.fvd.org.br



NORMA DA ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE
ENGENHARIA E AMBIENTAL

NÚMERO DE REFERÊNCIA:
NORMA ABGE 105/2023
1ª Edição, 2023

IMAGEAMENTO DE FURO DE SONDAGEM – PERFILAGEM ÓPTICA E ACÚSTICA



NORMA ABGE 105
1ª Edição, 2023

ABGE — AJUDANDO AS EMPRESAS A TRABALHAREM MELHOR



Copyright 2023. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE
Todos os direitos reservados a ABGE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Norma ABGE - 105/2023 : imageamento de furo de sondagem : perfilagem óptica e acústica. -- 1. ed. -- São Paulo : ABGE, 2023.	
Vários colaboradores. Bibliografia. ISBN 978-65-88460-24-5	
1. Geofísica 2. Investigações geológicas 3. Investigações geotécnicas 4. Normas técnicas.	
23-179494	CDD-628 -624.151 -624.15

Índices para catálogo sistemático:

1. Geofísica aplicada 628
2. Geologia de engenharia 624.151
3. Geotecnica 624.15

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Sugestão de referência bibliográfica:

NORMA ABGE 105/2023: Imageamento de furos de sondagens - perfilagem óptica e acústica. Vários colaboradores. 1ª Edição. São Paulo, ABGE, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE
Av. Prof. Almeida Prado, 532, Prédio 59. Cidade Universitária, São Paulo, SP CEP 05508-901
www.abge.org.br – abge@abge.org.br
Fones: (11) 3767.4361 (11) 9.8687.6560

A ABGE e todos os colaboradores, revisores, coordenadores, autores e editor participantes dessa Norma ou de artigos e livros utilizados como referência bibliográfica, não possuem responsabilidade de qualquer natureza por eventuais danos ou perdas pessoais ou de bens originados do uso da presente publicação. Aqueles que usam essa publicação são responsáveis por tomar suas próprias decisões quando aplicarem as informações aqui fornecidas e as cotejarem e harmonizarem com outras. Críticas e contribuições devem ser encaminhadas a Secretaria Executiva da ABGE: **abge@abge.org.br**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. FINALIDADE.....	6
2. DEFINIÇÃO.....	6
3. IDENTIFICAÇÃO.....	6
4. EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	7
5. EXECUÇÃO DA PERFILAGEM ÓPTICA (OTV) E ACÚSTICA (ATV).....	7
6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	9
7. PLANEJAMENTO E DIGITALIZAÇÃO DOS RESULTADOS.....	10
8. PRINCIPAIS PARTICIPANTES.....	11
9. REFERÊNCIAS/LEITURAS RECOMENDADAS	12
10. REFERENCIAS NORMATIVAS E DIRETIVAS	12
ANEXO ÚNICO: BOLETIM DE FISCALIZAÇÃO E ILUSTRAÇÕES	14

APRESENTAÇÃO

Essa Norma aborda o “**Imageamento de furo de sondagem através da perfilagem óptica e acústica**” e destina-se aos diversos protagonistas envolvidos em “Investigações geológico – geotécnicas para obras de infraestrutura”, como são os casos de proprietários de obras, investidores, construtoras, empresas executoras de serviços geológico-geotécnicos de campo e de laboratório, projetistas, consultores e encarregados de fiscalização.

A presente publicação utilizou como referência básica o livro “Investigações Geológico-Geotécnicas – Guia de Boas Práticas”, publicado pela ABGE em 2021. Portanto, a base da presente Norma consolida uma documentação já consagrada no meio técnico, com adequações e atualizações feitas pelo Editor e revisores.

A Norma ABGE possui formato próprio, mas semelhante ao publicado por entidades civis e associações técnicas e profissionais, nacionais ou estrangeiras, como ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ASTM (American Society for Testing and Materials), API (American Petroleum Institute), ISO (international Organization for Standardization), ASCE (American Society of Civil Engineering), CDA (Canadian Dam Association), IAEG (International Association for Engineering Geology and the Environment), dentre outras. Essas entidades publicam Normas (Standards), Diretrizes (Guidelines), Boletins (Bulletins), Regras (Codes) e outros documentos assemelhados, com a finalidade de ajudar empresas e profissionais a trabalharem melhor.

As normas e as publicações técnicas editadas pelas entidades acima citadas, assim como a presente NORMA ABGE, são de aceitação voluntária. A sua aplicação somente passará a ter caráter vinculante no plano legal/normativo, caso seja reconhecida e de alguma forma chancelada/acolhida pelo poder público (por exemplo, se a adoção de alguma NORMA ABGE for exigida ou referida por algum dispositivo legal); e, no plano privado, caso seja mencionada em um contrato como norma a ser observada pelas partes no cumprimento de suas obrigações (Passini & Alvares Sociedade de Advogados, 2021).

Sugerimos que os usuários das informações dessa publicação a cotejem e a harmonizem com outras sobre o mesmo tema, assim possibilitando maior consistência nos termos de referências e contratos e maior eficácia, segurança e economicidade nos estudos, projetos e obras.

Agradecimentos aos sócios, às empresas patrocinadoras da ABGE e a todos que apoiaram e colaboraram com a presente publicação, em especial aos participantes da edição do “Manual de Sondagens”, ano de 2013 e do livro “Investigações geológico-geotécnicas – Guia de Boas Práticas (2021)”, publicados pela ABGE.

João Jeronimo Monticelli

Editor

Fábio Soares Magalhães

Presidente da ABGE – Gestão 2023-2024

1 FINALIDADE

O imageamento ou televisionamento das paredes de furos tem sido utilizado em investigações geológico-geotécnicas de diversas finalidades, tanto para obras civis, como projetos da indústria mineral.

Permite caracterizar descontinuidades (abertas, fechadas, permeáveis) e elaborar análises estruturais (diagrama de rosetas, análise de tensões/*breakouts*) e obter informações do maciço, como grau de fraturamento, IQR/RQD e outras. Permite, ainda, verificar danos em estruturas de concreto e em revestimentos de poços. No caso em que o furo tenha sido submetido a ensaio de fraturamento hidráulico, a perfilagem óptica permite visualizar e caracterizar a hidrofratura induzida.

2 DEFINIÇÃO

Os imageamentos ou televisamento de furos consiste em um método de investigação em que se obtém imagens contínuas de paredes de furos de sondagens convencionais (rotativa ou mista) ou de perfurações com métodos destrutivos (sondagem a rotopercussão).

3 IDENTIFICAÇÃO

As perfilagens deverão ser identificadas pelo mesmo número do furo de sondagem a ser imageado, ou seja, SR, SM ou RP, caso o furo tenha sido executado pelos métodos rotativo, misto ou rotopercussivo, respectivamente. Outras siglas, devidamente aprovadas pela Fiscalização, podem ser usadas, situação bastante comum na mineração.

4 EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS

Atualmente se dispõe de dois tipos de sondas: a OTV (*optical televiewer*)* e a ATV (*acoustical televiewer ou borehole televiewer***). A primeira retorna imagens contínuas, coloridas em 360°, das paredes do furo. A ATV registra, também em 360°, ondas sonoras emitidas por transdutor que vibra na frequência do ultrassom; ao atingir as paredes do furo essas ondas sofrem atenuação em decorrência das rugosidades e descontinuidades presentes.

O equipamento OTV constitui-se, principalmente, de uma câmera com um espelho convexo, ligada a um cabo de aço especial que envia informações a uma central acoplada ao computador. Esse sistema fornece imagens de “fatias” em 360°, que são “empilhadas” formando a imagem completa da parede do furo.

O aparelho é equipado por um sistema de três magnetômetros e três gravímetros, além de um contador de profundidade. Com isso, a ferramenta fornece dados complementares de direção e inclinação dos furos, permitindo correlação desses dados entre as sondagens executadas.

A sonda ATV possui os mesmos componentes da anterior, porém sua imagem é produzida por ultrassom. É preciso ter água ou fluido de perfuração no furo. Oferece as mesmas saídas para tratamento de dados que a OTV oferece, porém, trata-se de imagem acústica.

5 EXECUÇÃO DA PERFILAGEM ÓPTICA (OTV) E ACÚSTICA (ATV)

- a) Para a perfilagem óptica o furo de sondagem a ser perfilado deve estar limpo e livre de qualquer obstrução que possa comprometer a realização da perfilagem. Para a perfilagem acústica é obrigatória a presença de água ou fluido de perfuração.

* Também se usa a sigla OPTV

** Também se usa a sigla BHTV

- b) Antes de iniciar a perfilagem, é feita uma checagem nas condições do furo para verificação de possíveis obstruções que possam interferir na descida e subida do equipamento. Essa verificação pode ser feita por meio de uma sonda tipo calíper ou da descida de uma haste ou uma ponteira (de aço, por exemplo), que represente o diâmetro do equipamento utilizado.
- c) Devem ser averiguadas as condições da água presente no furo. Quanto mais limpa, melhor será a qualidade da imagem óptica, sendo irrelevante para a sonda acústica. No caso de fluido de perfuração é necessário estimar a velocidade de propagação do som nesse material. Recomenda-se uma lavagem prévia do furo para retirada de possíveis materiais em suspensão e acúmulo de detritos no fundo do furo. Atenção especial para a utilização de produtos químicos na limpeza do furo, os quais podem contaminar o subsolo e danificar o equipamento.
- d) Deve-se verificar se o cabo de aço utilizado possui o comprimento necessário para registrar todo o furo.
- e) Uma mesa deverá ser montada ao lado para posicionamento dos equipamentos eletrônicos: computador, baterias e demais ferramentas que serão utilizadas durante toda a operação. Empresas executoras especializadas nesse trabalho dispõe de veículos e praça de serviço preparados para a execução adequada dos serviços.
- f) É praxe realizar inspeção visual e testar os equipamentos ópticos e acústicos na bancada, antes do início dos trabalhos.
- g) Todo o equipamento é calibrado e “zerado” para dar início à descida das sondas.
- h) A velocidade de execução das perfilagens é determinada pelo fabricante e aplicada pelo programa, que registra a todo tempo as imagens captadas das paredes do furo. Pode-se fazer a perfilagem tanto descendente como ascendente, sendo comum a primeira ser

um teste e a segunda a imagem final, por permitir melhor controle das ferramentas. A perfilagem é considerada concluída após a varredura de todo o furo e a verificação de que as imagens registradas estão dentro do que se considera satisfatório para interpretação dos dados. A Figura 1, no Anexo, mostra um modelo de boletim de fiscalização.

6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

- a) As imagens obtidas nas perfilagens passam por tratamento e interpretação realizados por *softwares* específicos. Esses *softwares* permitem a obtenção de dados estruturais das feições existentes no maciço, tais como direção e mergulho das descontinuidades; e de propriedades físicas, como porosidade, densidade e saturação. Também é possível obter a indicação de vazios, acamamentos, intrusões, dimensões de camadas, preenchimento e abertura de fraturas. No caso de perfilagem acústica é possível analisar efeitos do campo de tensão *in situ* atuando na parede dos furos, ou seja, estudos de deformação (ovalização) e de possível ocorrência de descamação (*breakouts*), caso estes venham a ocorrer nas paredes. As Figura 2 e 3, no Anexo, ilustram resultados obtidos da perfilagem óptica e um perfil (log) comparativo entre a descrição geológico-geotécnica de testemunhos e a imagem das paredes do furo.
- b) Os resultados preliminares e finais de cada perfilagem devem ser apresentados na forma e nos prazos definidos em contrato com o Executor e contendo, no mínimo:
 - » nome da obra e do cliente;
 - » identificação (com o mesmo número da sondagem);
 - » diâmetro, inclinação com a vertical e rumo do furo especificado;

- » desvio do furo;
 - » cota e coordenadas;
 - » data de execução (início e término da perfilagem);
 - » leitura do nível d'água no início e término da perfilagem. No caso de não se ter atingido o nível d'água na sondagem, deverá constar na planilha de apresentação e de imagens as palavras “furo seco”;
 - » imagens em 2D das paredes dos furos;
 - » imagens em 3D das paredes dos furos (testemunho virtual);
 - » indicação das fraturas com suas atitudes;
 - » descrição visual das paredes, quando possível com indicação das mudanças litológicas.
- c) A representação gráfica, as imagens obtidas em cada furo e o texto explicativo contendo metodologia e equipamento utilizado, correções e interpretações adotadas na descrição, bem como outras informações de interesse e conhecimento por parte do Executante, deverão ser feitas por profissional, cujo nome, número de registro no órgão de fiscalização profissional e assinatura deverão constar dos referidos documentos.
- d) Todas as informações técnicas deverão ser armazenadas em arquivos eletrônicos, compatíveis com os *softwares* disponíveis no mercado brasileiro, e disponibilizadas à Fiscalização na forma que permita sua reprodução e impressão.

7 PLANEJAMENTO E DIGITALIZAÇÃO DOS RESULTADOS

As Normas ABGE de sondagens mecânicas (série 100) justificam a importância do planejamento, da digitalização e da padronização das campanhas de investigações, utilizando-se softwares disponíveis no mercado, que

possibilitem intercâmbio de informações da campanha, segundo uma linguagem comum, a qualquer tempo, entre os diversos envolvidos nos serviços, principalmente Investidor, Projetista, Fiscalização e Executor. Isso adquire importância ainda maior ao longo do tempo ao assegurar: a) rapidez e eficiência, mesmo que sejam alterados os entes envolvidos durante o período de vida do empreendimento, desde os estudos iniciais, projeto, construção, operação e até o descomissionamento; e b) construção de bancos de dados. Assim também deve ser procedido, tanto quanto possível, com a presente ABGE NORMA 105/2023.

8 PRINCIPAIS PARTICIPANTES

Editor: João Jeronimo Monticelli

Revisores: Ivan José Dellatim e Sílvia Truffi

Coordenadores e colaboradores:

O assunto abordado nessa Norma, “Imageamento de furos de sondagens – perfilagem óptica e acústica” consta no “Manual de sondagens da ABGE”, 5ª Edição, de 2013, e 6ª Edição, de 2020, contando com os seguintes participantes:

Manual de sondagens, 5ª edição (2013): Comissão formada por Ivan José Delatim (Coord.), Luz Ferreira Vaz, João Jeronimo Monticelli e Elisângela Oliveira. Contribuições das empresas Fugro, Fundsolo e Alphageos e dos profissionais Ivandra Cristina Silva de Mattos, Liliane Ibrahim, Wilson Shoji Iyomasa, Ricardo Abrahão e Neyyr Cury Neto e revisão de Antonio Marrano e Edmundo Talamini Neto;

Manual de sondagens, 6ª edição (2020): Comissão formada por Ivan José Delatim (Coord.) e Alessandro Jesús Guimarães, contando com a colaboração de Marcelo Denser Monteiro e Ruy Thales Baillot. (Corresponde ao livro 3 da publicação “Investigações geológico-geotécnicas – Guia de boas práticas”, publicado pela ABGE, em 2021).

9 REFERÊNCIAS/LEITURAS RECOMENDADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE. 2012. Glossário de termos técnicos de geologia de engenharia e ambiental. 2ª Edição. São Paulo: ABGE

MONTICELLI, J. J. (Ed.) 2021. Investigações geológico-geotécnicas – Guia de boas práticas. Vários autores, 526 p. São Paulo: ABGE.

MARRANO, A. ;YIOMASA, W. S.; MIYASHIRO, N. J. 2018. Investigações geotécnicas e geoambientais. Capítulo 14, V. 2, p. 274-312. *In.*: OLIVEIRA, A. M. S.; MONTICELLI, J. J. Geologia de Engenharia e Ambiental. Coletânea. Vários autores. São Paulo: ABGE.

OLIVEIRA, A. M. S.; MONTICELLI, J. J. (Ed.) 2018. Geologia de Engenharia e Ambiental. Coletânea. Vários autores. São Paulo: ABGE

PASSINI & ALVARES – SOCIEDADE DE ADVOGADOS. 2021. Parecer – Natureza das “Normas” a serem emitidas pela ABGE. Relatório de consultoria jurídica, 13 p. Disponível em www.abge.org.br

SOUZA, L. A. P.; GANDOLFO, O. C. B. 2021. Geofísica Aplicada à geologia de engenharia e meio ambiente. 1ª Edição, pg 71 a 73. São Paulo: ABGE.

10 REFERENCIAS NORMATIVAS E DIRETIVAS

Cabe ao usuário da presente publicação cotejar a mesma com outras normas (diretrizes, guias, manuais, boletins técnicos, instruções e artigos técnicos, em geral), nacionais e estrangeiras, visando harmonização e melhor aplicação prática nos projetos. No presente caso, recomenda-se considerar, dentre outras, as seguintes publicações:

ASTM – D5753. Standard Guide for Planning and Conducting Borehole Geophysical Logging. West Conshohocken, 2005. 9p.

LIBARDI, D. M.Q. S. et al. 2021. Utilização do televisionamento óptico de furos de sondagens na avaliação da estabilidade de taludes em depósitos de ferro. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, V. 11, nº 01. São Paulo: ABGE, 2021.

NORMA ABGE 100/2023: Investigações geológico-geotécnicas para obras de infraestrutura – Métodos e técnicas.

NORMA ABGE 109/2024 - Descrição e Classificação de Sondagens.

OLIVEIRA, D. G. G.; MONTEIRO, M.S.; MASSONI, F.; ROCHA, H.C. 2012. Televisionamento de furos de sondagens nos estudos do Metrô de São Paulo – Proposta metodológica para execução e análise. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, V. 2, nº 02. São Paulo: ABGE, 2012.

ANEXO ÚNICO:

Boletim de fiscalização e ilustrações

BOLETIM DE FISCALIZAÇÃO DIÁRIA
TODOS TIPOS DE SONDAGENS

CLIENTE _____	EMPREITEIRA _____	FOLHA ____ / ____
OBRA _____	TIPO DE EQUIPAMENTO _____	FURO _____
DATA ____ / ____ / ____	SONDADOR _____	TÉCNICO _____
HORÁRIO DA EMPREITEIRA _____ A _____	TRECHO PERFURADO _____ A _____ m	
HORÁRIO DA FISCALIZAÇÃO _____ A _____	TRECHO FISCALIZADO _____ A _____ m	

OBS.: _____

DATA ____ / ____ / ____	SONDADOR _____	TÉCNICO _____
HORÁRIO DA EMPREITEIRA _____ A _____	TRECHO PERFURADO _____ A _____ m	
HORÁRIO DA FISCALIZAÇÃO _____ A _____	TRECHO FISCALIZADO _____ A _____ m	

OBS.: _____

DATA ____ / ____ / ____	SONDADOR _____	TÉCNICO _____
HORÁRIO DA EMPREITEIRA _____ A _____	TRECHO PERFURADO _____ A _____ m	
HORÁRIO DA FISCALIZAÇÃO _____ A _____	TRECHO FISCALIZADO _____ A _____ m	

OBS.: _____

Figura 1 – Boletim de fiscalização diária.

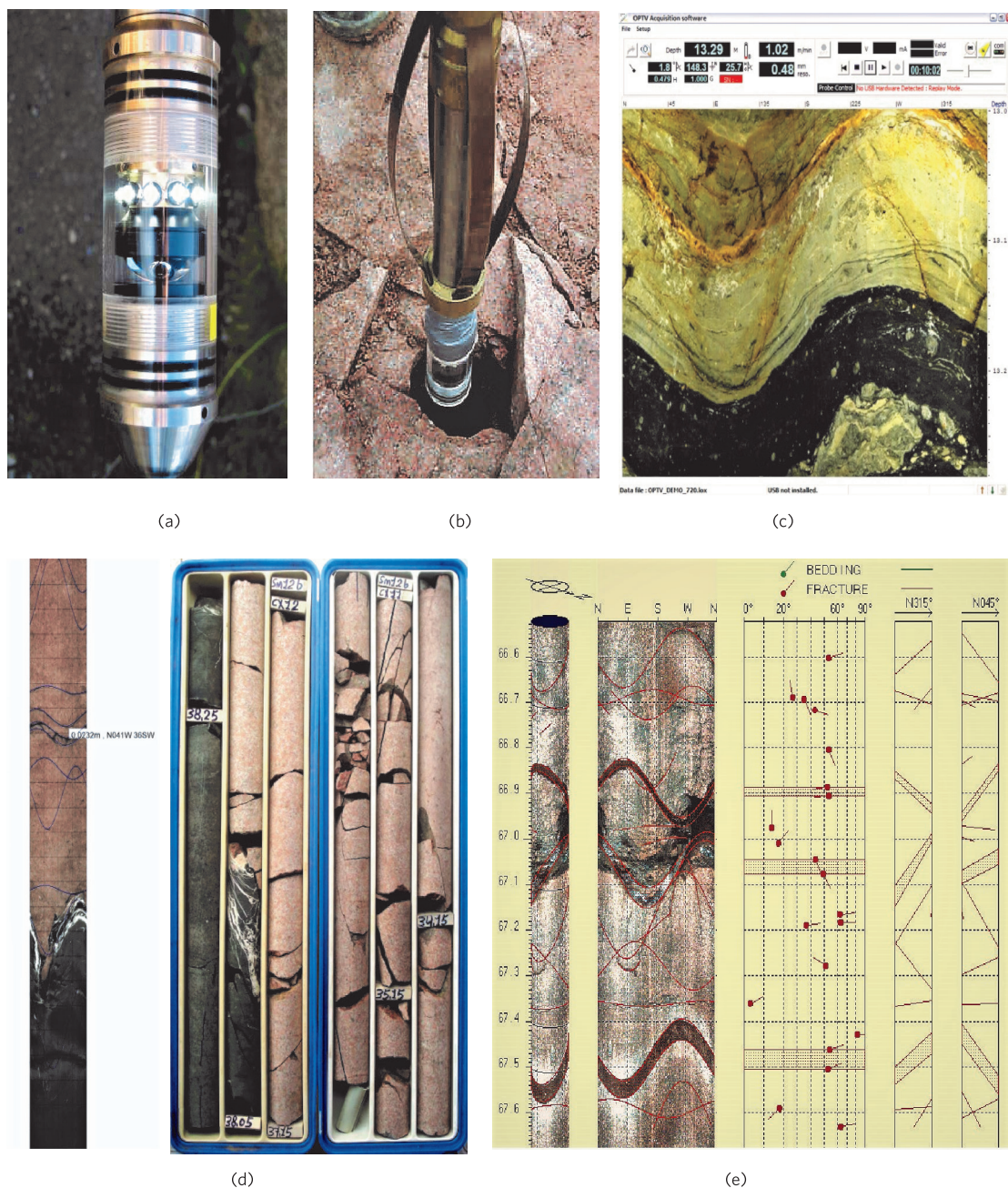


Figura 2 – Perfilagem óptica das paredes de um furo de sondagem rotativa. (a) Câmera digital. (b) Introdução do equipamento no furo. (c) Imagem na tela do computador. (d) comparação entre a perfilagem e os testemunhos. (e) Representação gráfica estrutural a partir da perfilagem. Fonte: Monticeli, J. J. (Ed.).(2021)

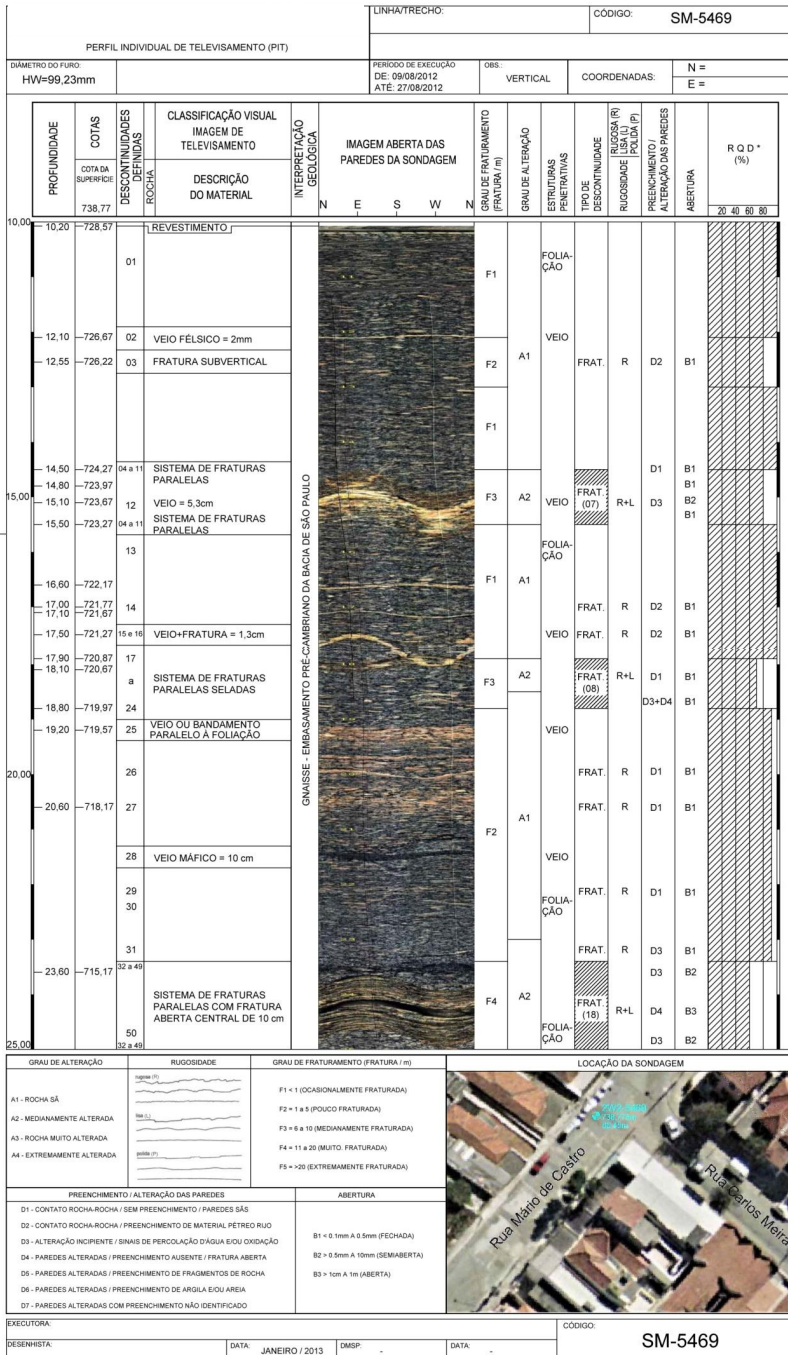


Figura 3 – Perfil (log) da sondagem considerando a descrição dos testemunhos e a perfilagem óptica. Fonte: Oliveira e Monticelli (Eds.).(2018)