PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		
	PROGRAMA:	Microscópio Eletrônico de Varredura com Sistema de Mineralogia Automatizada	Folha 1 de 4
	ÁREA:	CENPES Expansão – Ala A - Laboratório A01/A02	
CENPES/PDIEP/TAE/TSEP	TÍTULO:	Fornecimento de Microscópio Eletrônico de Varredura com Sistema de Mineralogia Automatizada	

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0 A	Edição original.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	**22/07/2026**								
PROJETO									
EXECUÇÃO	Felipe Alvim								
VERIFICAÇÃO	Laércio Barbosa								
APROVAÇÃO	Yaro Parizek								

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS

1 INTRODUÇÃO

1.1 Esta especificação tem por objetivo indicar os requisitos técnicos definidos como referência para a aquisição de um equipamento analítico de microscopia eletrônica do tipo Microscópio Eletrônico de Varredura, equipado com Sistema de Mineralogia Automatizada.

2 ESCOPO

2.1 O equipamento deverá ser capaz de: produzir imagens eletrônicas de alta resolução nos modos de elétrons secundários e elétrons retroespalhados; realizar análises químicas pontuais ou mapas composicionais por EDS; e identificar e quantificar a mineralogia de lâminas petrográficas por meio de sistema de mapeamento mineralógico automatizado.

3 REQUISITOS MÍNIMOS

3.1 Microscópio eletrônico de varredura com filamento de tungstênio capaz de operar em pressão variável (VP; ~6-650 Pa ou melhor), com mesa de suporte e sistema de amortecimento/antivibração, sem necessidade de equipamento externo para refrigeração (do tipo "*chiller*");

3.2 Estágio eucêntrico com capacidade de comportar amostras grandes (diâmetro de ~300 mm, altura até ~130 mm), com sistema integrado de navegação por câmera e mapa SEM. Deve ser totalmente computadorizado/motorizado, compatível com automatização para aquisição de mapas mineralógicos automatizados;

3.3 Detector de elétrons secundários (SE) com resolução mínima ou igual a 3 nm em 30 kV e 15 nm em 1 kV, em modo alto vácuo. Deve contar também com detector do tipo SE para modo pressão variável (baixo vácuo);

3.4 Detector de elétrons retroespalhados (BSE) retrátil, com no mínimo modo composicional e topográfico/3D, com resolução mínima ou igual a 4 nm em 30 kV, em modo alto vácuo. Deve contar também com detector do tipo BSE para modo pressão variável (baixo vácuo);

3.5 Câmera óptica colorida e integrada para fotografar o porta amostra na sua totalidade antes da análise ao MEV e auxiliar na navegação, e câmera infravermelho para visualização das amostras e navegação no interior da câmara. Deve conter sistema integrado para navegação (câmera + imagens eletrônicas);

3.6 Periféricos para controle e ajustes do sistema, com painel de controle e joystick;

3.7 Câmara de inserção de amostras grande (> 400 mm), com capacidade para comportar no mínimo 01 porta amostra com as configurações do item 3.9;

3.8 Mínimo de 2 porta amostras com capacidade mínima para analisar 15 lâminas petrográficas cada (dimensão aprox. lâminas: 4,6 cm x 2,7 cm), contendo padrões para a calibração do MEV-EDS;

3.9 Mínimo de 01 porta amostra capaz de suportar um mínimo de 15 seções polidas circulares de 30 mm^2, e outro para mínimo de 20 seções polidas de 25 mm^2;

3.10 Mínimo de 2 porta amostras para "*stubs*" de ~12 mm de diâmetro;

3.11 Mínimo de 36 filamentos de tungstênio para reposição, e demais "*spare-parts*" necessários à rotina e manutenções durante o período de garantia;

3.12 Caixa antirruído para bomba de vácuo;

3.13 "*Nobreak*" (fonte de alimentação ininterrupta) e respectivas baterias com autonomia mínima de 180 minutos, considerando-se o equipamento em pleno funcionamento;

3.14 Mínimo de 2 detectores EDS com janela de 60 mm^2 cada, com resolução de energia igual ou melhor que 129 eV (MnK), SDD, refrigeração do tipo Peltier;

3.15 Licença *online* e permanente do *software* controlador do sistema de EDS, com no mínimo as seguintes funcionalidades: módulo de aquisição de imagens; análise pontual; modo multipontos/multiárea; módulos de quantificação de espectros e montagem de métodos de quantificação personalizados; mapa composicional; mapa composicional de grandes áreas da amostra em alta resolução ("*large area mapping*", para cobrir uma lâmina petrográfica em modo mapa composicional, por exemplo), e possibilitar a aquisição automática e sucessiva de diversas áreas pré-programadas; modos de análise, medição e segmentação de partículas (e.g. *Objects/Phase/Feature*). Adicionalmente, deve conter mínimo de 7 licenças completas e permanentes para uso "*offline/dongle*";

3.16 Licença *online* e permanente de *software* de mineralogia automatizada dedicado a classificação e quantificação de minerais e porosidade, para aquisição e tratamento de dados EDS pontuais com coleta de espectros por pixel em malha pré-definida. Resolução mínima final dos *pixels* no mapa mineralógico entre 2,5 µm e 100 µm (com ajuste variável a definir pelo usuário). Adicionalmente, deve conter mínimo de 7 licenças completas e permanentes para uso "*offline/dongle*";

3.17 O *software* de mineralogia automatizada deve incluir função "*auto-off*" da emissão do filamento (ao final de cada conjunto de análises programadas), e no mínimo as seguintes funcionalidades: programação das áreas de análise; aquisição de dados BSE/EDS; intepretação e processamento da mineralogia, com interpretação das análises e processamento dos dados em lote; análise de poros/partículas; ferramentas de edição dos mapas (cortes variados e irregulares dos mapas, troca de cores de minerais, preenchimentos, etc); classificação textural/morfológica das fases; emissão de relatórios customizados; mapas finais exportáveis no formato TIFF, com ajuste livre das cores dos minerais/fases pelo analista baseado em padrão RGB ou similar.

3.18 O sistema de mineralogia automatizada deve contar com capacidade analítica para realizar no mínimo em 1 hora, a aquisição dos dados de uma área de 1 cm^2, com espaçamento dos pontos de análise de 10 µm (mesma resolução

final dos *pixels* do mapa), com mínimo de 1000 contagens de raio-X característico por segundo;

3.19 Detector de catodoluminescência pancromático para grandes áreas (sem espelho parabólico);

3.20 Mesa de suporte com computadores (no mínimo um para controle do MEV, e outro para o EDS) e periféricos necessários para controle do MEV, EDS, catodoluminescência, e Sistema de Mineralogia Automatizada. Devem acompanhar 3 monitores de no mínimo 24 polegadas.

3.21 Os computadores devem conter pacote MS Office habilitado e completo, com licença perpétua;

3.22 *Workstation* avançada de alto desempenho compatível com as necessidades do processamento requeridas para o sistema de mineralogia automatizada, com os requisitos mínimos: processador Intel Xeon 3.6 GHz ou superior; RAM mínima de 128 GB; drive de armazenamento mínimo de 2TB; placa de vídeo de alta performance (referencial NVIDIA Quadro ou superior), periféricos necessários para operação;

3.23 Treinamento de operação do equipamento e de todos os *softwares* (MEV, EDS, catodoluminescência e Sistema de Mineralogia Automatizada) no local, imediatamente após a instalação;

3.24 Treinamento inicial de aplicação do sistema de mineralogia automatizada no local da instalação;

3.25 Treinamento avançado de aplicação no local da instalação, a ser agendado após o período inicial de testes no equipamento;

3.26 Garantia mínima de 3 anos, a contar da finalização da instalação do equipamento (após equipamento testado e em pleno funcionamento).

4 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

4.1 Fornecedores de referência para MEV: ThermoFisher Scientific, Hitachi, Zeiss, JEOL, TESCAN;

4.2 Fornecedores de referência para EDS: Bruker, Oxford;

4.3 Fornecedores de referência para Sistema de Mineralogia Automatizada: QEMSCAN, Maps Mineralogy, AMICS, TIMA, Mineralogic.