

# **ANEXO I**

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**VERSÃO EM PORTUGUÊS**  
**VERSIÓN EN PORTUGUÉS**

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### Objeto:

**Microscópio Eletrônico de Varredura** para aquisição de imagens de alta resolução e sistema de análise química elementar, com detectores de elétrons secundários (SE), de elétrons retroespalhados (BSE), de elétrons secundários em baixo vácuo e vapor de água (SE baixo vácuo), detector de corrente de feixe com medição direta e sistema de análise de raios-X por energia dispersiva (EDS), instalação e treinamento para a operação do equipamento.

### 1. Características Gerais:

- 1.1. Sistema de emissão de elétrons por filamento de tungstênio.
- 1.2. Ampliação mínima 7x ou menor, e ampliação máxima 1.000.000X ou maior.
- 1.3. Imagens de elétrons secundários em alto vácuo, baixo vácuo e modo ambiental.
- 1.4. Imagens de elétrons retroespalhados em alto vácuo, baixo vácuo e modo ambiental.
- 1.5. Resolução em elétrons secundários (SE) e em alto vácuo igual ou superior a 3 nanômetros (nm) em 30 kV.
- 1.6. Resolução em elétrons retroespalhados (BSE) no modo de baixo vácuo igual ou superior a 4 nanômetros (nm) em 30 kV.
- 1.7. O sistema deve manter altas resoluções em todas as faixas de pressão, até mesmo em baixas tensões.
- 1.8. Câmara de análise capaz de acomodar amostras de 220 mm de diâmetro (ou aresta equivalente) ou dimensão maior e a altura da amostra comportada deve ser de 80 mm de altura ou maior.
- 1.9. Estágio de amostra com 5 eixos concêntricos (com eucentricidade em todas as distancias de trabalho) com movimentos totalmente motorizados e automáticos em todos os eixos. Movimentação X, Y, Z, R, T de 45mm, 45mm, 45mm, 360 graus, -5 graus ou inferior a +70 graus ou superior, ou ranges superiores.
- 1.10. Câmara CCD e iluminação em infravermelho para interior do microscópio, mostrando o posicionamento da amostra em relação aos detectores e demais elementos que possam eventualmente entrar em colisão durante a movimentação da amostra.
- 1.11. A câmara deverá possuir 8 portas ou mais para instalação de acessórios e outros detectores. Além da configuração já especificada, deve permitir expansão futura, como EBSD, WDS, Catodoluminescência e Microfluorescência de Raios-X.
- 1.12. Sistema de injeção de vapor de água para ensaios com amostras com alto teor de umidade controlado via software de operação.
- 1.13. Pressão de trabalho de 10 Pa até 2.000 Pa, ou faixa superior, que contenha esses valores.
- 1.14. Aceleração do feixe de elétrons na faixa de 0,2 kV a 30 kV ou em faixa superior, que contenha esses valores.
- 1.15. Corrente do feixe de elétrons na amostra na faixa de 1 picoAmpère (pA) a 2 microAmpère (uA) ou de maior amplitude que contenha esses valores.
- 1.16. O nível de vácuo operacional deverá ser alcançado dentro de poucos minutos com a utilização de bombas rotativas e turbo molecular.
- 1.17. Geração de imagens com resolução de 3072 x 2304 pixels ou superior;

- 1.18. Os detectores deverão trabalhar simultaneamente adquirindo imagens de SE e BSE em alta velocidade, independentes e com possibilidade de mistura dos sinais SE e BSE.
- 1.19. Troca de aberturas por parte do operador, de forma fácil e rápida, com alinhamento automático do feixe.
- 1.20. Detector de energia dispersiva de Raios X (EDS), sem necessidade de uso de nitrogênio líquido, para análise de todos os elementos entre a faixa dos elementos Be a U.
- 1.21. Detector de EDS com resolução igual ou melhor que 127 eV medida em Mn K $\alpha$ , com área ativa mínima de 20mm<sup>2</sup> e com contagem mínima de 50.000cps, referência marca Oxford, modelo X-MaxN-20, equivalente ou superior.
  - a) Software para análise qualitativa e quantitativa de áreas ou pontos selecionados na amostra. Aquisição do espectro por ponto, retângulo, elipse ou área livre. Tempo de aquisição: automático, contagem definida pelo operador ou tempo especificado pelo operador.
  - b) Oferecer modo pontual, linha e área para análise por raios-X, busca automática de fases, análise quantitativa de linhas e formatos para exportação e importação.
  - c) Software do sistema EDS com suporte para múltiplos monitores, imagem com resolução de 4092 pixels ou superior.
  - d) O software deverá possuir varias ferramentas como analise qualitativa com autoidentificação, sobreposição de espectros, busca automática de elementos, calculo de concentração durante analise, geração de relatório automático e outras ferramentas.
  - e) Computador com Windows 7 ou mais recente e monitor LCD de 22" ou de características superiores para análises EDS.
  - f) Aquisição de espectros com 1024, 2048, 4096 ou automático com seleção de ranges de energia de 10, 20 e 40eV. Ordenamento de mapas por ordem de intensidade, número atômico ou de forma alfabética. Imagens de camadas com visualização que consiste em mapas sobrepostos e associados a imagem do elétron pela cor.
- 1.22. Controle do microscópio deverá ser via PC através de controle por mouse e teclado, monitor 23" ou superior e por meio de programa específico na plataforma Windows 10. Aceita-se o sistema operacional Windows 7 ou 8, desde que a proponente se comprometa a fornecer pelo período de 03 anos, sem custos para a ITAIPU, a atualização do sistema operacional, sempre que uma nova atualização dos softwares seja lançada.
- 1.23. Mesa operacional com altura e encaixe proporcional ao suporte da coluna do microscópio.
- 1.24. Sistema de autodiagnostico para fácil resolução de problemas pelo operador. O software deve permitir acesso remoto ao equipamento via rede para manutenção remota e ou esclarecimento de dúvidas e treinamentos online.
- 1.25. Sistema de resfriamento de amostra tipo Peltier, com range de operação de 0° a 70°C ou superior.

- 1.26. O sistema/software deverá possuir ferramenta que possibilite a visualização da platina e das amostras em baixíssimas magnificações visando facilitar o manuseio de amostras grandes e/ou prevenirem colisões durante os deslocamentos de amostras com geometrias complexas, contendo ferramenta que proporcione também a busca automatizada de regiões de interesse de análise previamente investigadas. Incluir ainda ferramenta que permita controlar via software o deslocamento de um detalhe pré-definido para o centro do campo visual, a partir de um aumento de magnificação.
  - 1.27. O equipamento não deverá utilizar nenhum sistema de refrigeração a água para o sistema de vácuo, coluna eletrônica ou qualquer outra parte do equipamento.
  - 1.28. Suspensão pneumática do canhão de elétrons com controle de pressão e nivelamento automático para isolamento de vibrações mecânicas do ambiente através de ar comprimido ou outro gás seco ou sistema antivibração mais avançado, que garanta o isolamento de vibrações mecânicas do ambiente.
  - 1.29. Software operacional: Ambiente multiusuário controlado por senha de acesso para cada operador com configurações salvas para cada usuário incluindo os ajustes do feixe de elétrons. Quatro níveis de acesso de usuários, dependendo de conhecimentos e responsabilidades, e modo básico para rotinas rápidas de análises para operadores sem experiência alguma através de software simplificado e intuitivo.
2. Periférico para recobrimento de amostras:
- 2.1. Sistema de metalização de amostras não condutoras com recobrimento com ouro, com cúpula de 100mm de diâmetro ou superior e altura mínima de 100mm.
  - 2.2. O sistema também deverá ser fornecido com um cabeçote para recobrimento de carbono, incluindo fio de carbono.
  - 2.3. Deverá ser fornecido com um alvo de ouro além de bomba de vácuo e os acessórios para o perfeito funcionamento.
  - 2.4. Controle do processo de recobrimento por controlador eletrônico com interface homem máquina com tela gráfica tátil.
  - 2.5. O recobridor de carbono deverá trabalhar na mesma plataforma do que o metalizador de ouro.
3. Materiais consumíveis para operação:
- 3.1. 20 (vinte) unidades de filamento de W com vida útil superior a 200h cada;
  - 3.2. Abertura da coluna quantidade = 2 (duas);
  - 3.3. Abertura final quantidade = 2 (duas);
  - 3.4. Óleo de bomba de vácuo rotativa = 1 litro;
  - 3.5. Filtro de bomba rotativa = 2 (dois);
  - 3.6. Stub para amostras = 20 (Vinte);
  - 3.7. Fita adesiva de carbono com 10m = 1 (um);
  - 3.8. Jogo de ferramentas para preparação de amostras incluindo chaves para fixação de stubs, pinças, porta amostras para amostras embutidas, porta amostra para grandes amostras;

- 3.9. Fornecimento de todos os demais materiais consumíveis não listados acima, mas necessários para a perfeita operação do microscópio e do metalizador por um período de dois anos (4.000h de operação).

4. Instalação e treinamento:

- 4.1. A CONTRATADA é responsável pela montagem, instalação e colocação do equipamento em perfeito funcionamento, em local a ser informado pela ITAIPU.
- 4.2. O treinamento operacional será ministrado como transferência de conhecimento técnico, contendo instruções teóricas e atividades práticas das técnicas, manuseio e operação do MEV e do EDS.
- 4.3. O treinamento deverá possuir carga horária mínima de 8 horas/aula, com o objetivo de promover a plena capacitação de no mínimo 06 (seis) profissionais envolvidos na operação do equipamento.
- 4.4. As despesas de viagem da equipe da CONTRATADA até a ITAIPU, tais como passagens aéreas ou rodoviárias, de hospedagem, traslados, refeições e lanches, locação de veículos, fretes de equipamentos e ferramentas, e outras necessárias para a realização dos serviços relacionados nestas Especificações Técnicas ou que venham a se fazer necessárias durante o período de garantia, correrão por conta da CONTRATADA.

5. Garantia

- 5.1. A CONTRATADA deve garantir os equipamentos fornecidos por 12 meses após a instalação do equipamento.
- 5.2. Durante esse período, todas as peças danificadas, sem má utilização das mesmas, serão repostas sem custo adicional a ITAIPU.

**VERSÃO EM CASTELHANO**  
**VERSIÓN EN CASTELLANO**

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Objeto:

Microscopio electrónico de barrido para adquisición de imágenes en alta resolución y sistema de análisis químico elemental, con detectores de electrones secundarios (SE), de electrones retrodispersados (BSE), de electrones secundarios para bajo vacío y vapor de agua (SE bajo vacío), detector de corriente de haz con medición directa y sistema de análisis de rayos X por energía dispersiva (EDS), instalación y capacitación para la operación del equipo.

### 1. Características Generales:

- 1.1. Sistema de emisión de electrones por filamento de tungsteno.
- 1.2. Ampliación mínima 7x o menor y ampliación máxima 1.000.000X o mayor.
- 1.3. Imágenes de electrones secundarios en alto vacío, bajo vacío y en modo ambiente.
- 1.4. Imágenes de electrones retrodispersados en alto vacío, bajo vacío y en modo ambiente.
- 1.5. Resolución en electrones secundarios (SE) y en alto vacío igual o superior a 3 nanómetros (nm) a 30 kV.
- 1.6. Resolución en electrones retrodispersados (BSE) en el modo de bajo vacío igual o superior a 4 nanómetros (nm) a 30 kV.
- 1.7. El sistema debe mantener altas resoluciones en todas las bandas de presión, incluso en bajas tensiones.
- 1.8. Cámara de análisis capaz de acomodar muestras de 220 mm de diámetro (o arista equivalente) o dimensión mayor y la altura de la muestra comportada debe ser de 80 mm o mayor.
- 1.9. Estación de muestra con 5 ejes concéntricos (con eucentricidad en todas las distancias de trabajo) con movimientos totalmente motorizados y automáticos en todos los ejes. Movimiento X, Y, Z, R, T de 45mm, 45mm, 45mm, 360 Grados, -5 grados o inferior a +70 grados o superior, o gamas superiores.
- 1.10. Cámara CCD e iluminación infrarrojo para interior del microscopio, mostrando el posicionamiento de la muestra en relación a los detectores y demás elementos que puedan eventualmente entrar en colisión durante el movimiento de la muestra.
- 1.11. La Cámara deberá poseer 8 puertas o más para la instalación de accesorios y otros detectores. Además de la configuración ya especificada, deberá posibilitar expansión en el futuro, como EBSD, WDS, Catodoluminiscencia y Microfluorescencia de Rayo X.
- 1.12. Sistema de introducción de vapor de agua para ensayos con muestras con alto contenido de humedad con control a través de software de operación.
- 1.13. Presión de trabajo de 10 Pa hasta 2.000 Pa, o gamas superiores que contengan esos valores.
- 1.14. Aceleración de haz de electrones en la gama de 0,2 kV a 30 kV o en mayor amplitud que contenga esos valores.
- 1.15. Corriente de haz de electrones en la muestra en la gama de 1 picoAmpére (pA) a 2 microAmpére (uA) o de mayor amplitud que contenga esos valores.



- 1.16. El nivel de vacío operativo debe alcanzarse dentro de pocos minutos con la utilización de bombas rotativas y turbo molecular.
- 1.17. Generación de imágenes con resolución de 3072 x 2304 píxeles o superior.
- 1.18. Los detectores deberán trabajar simultáneamente adquiriendo imágenes SE y BSE a alta velocidad, independientes y con posibilidad de mezcla de las señales SE y BSE.
- 1.19. Cambio de las aberturas por parte del operador de forma fácil y rápida, con alineación automática del haz.
- 1.20. Detector de energía dispersiva de rayos X (EDS) sin necesidad de uso de nitrógeno líquido, para análisis de todos los elementos en la pista de Be a U.
- 1.21. Detector de EDS con resolución igual o mejor que 127eV en Mn K $\alpha$ , con área activa mínima de 20 mm<sup>2</sup> y con tasa de conteo mínima de 50.000 cps, referencia marca Oxford, modelo X-MaxN-20, equivalente o superior.
  - a) Software para análisis cuantitativo y cualitativo de áreas o puntos seleccionados en la muestra. Adquisición del espectro por punto, rectángulo, elipse o área libre. Tiempo de adquisición: automático, recuento definido por el operador o el tiempo especificado por el operador.
  - b) Ofrecer modo puntual, línea y área para análisis por rayos X, búsqueda automática de espectro, análisis cuantitativo de líneas y formatos para exportación e importación.
  - c) El software del sistema EDS con soporte para múltiples monitores, imágenes con resolución de 4096 píxeles o superior.
  - d) El software debe poseer varias herramientas como análisis cualitativo con autoidentificación, superposición de espectros, búsqueda automática de elementos, el cálculo de la concentración durante el análisis, la generación automática de informes y otras herramientas.
  - e) Computadora con Windows 7 o más reciente y monitor LCD de 22" o de características superiores para las análisis EDS.
  - f) Adquisición de espectros con 1024, 2048, 4096 o automático con selección de Rangos de energía de 10, 20 y 40 eV. Ordenamiento de mapas por orden de intensidad, número atómico o de forma alfabética. Imágenes de capas con visualización que consiste en mapas superpuestos y asociados a la imagen del electrón por el color.
- 1.22. Control del microscopio debe ser vía PC a través de control por mouse y teclado, monitor 23" o superior y a través del programa específico en la plataforma Windows 10. Se acepta el sistema operativo Windows 7 o 8 siempre que el proponente se comprometa a proporcionar por el período de 03 años, sin costos para ITAIPU, la actualización del sistema operativo, siempre que una nueva actualización del software sea lanzada.
- 1.23. Mesa de trabajo con altura y encaje proporcional al soporte de la columna del microscopio.
- 1.24. Sistema de autodiagnóstico para facilitar la resolución de problemas por el operador. El Software debe permitir acceso remoto al equipo a través de la red para el mantenimiento remoto y / o aclaración de dudas y capacitaciones en línea.
- 1.25. Sistema de enfriamiento de muestra tipo Peltier con rango de operación de 0° a 70C° o superior.

- 1.26. El sistema / software debe poseer una herramienta que posibilite la visualización del platino y de las muestras en bajísimas magnificaciones visando facilitar el manejo de muestras grandes y / o prevenir colisiones durante los desplazamientos de muestras con geometrías complejas, conteniendo herramienta que proporcione también la búsqueda automatizada de regiones de interés de análisis previamente investigados. Incluir una herramienta que permita controlar a través de software el desplazamiento de un detalle predefinido al centro del campo visual a partir de un aumento de magnitud.
  - 1.27. El equipo no debe utilizar ningún sistema de refrigeración de agua para el sistema de vacío, columna electrónica o cualquier otra parte del equipo.
  - 1.28. Suspensión neumática del cañón de electrones con control de presión y nivelación automática para aislación de vibraciones mecánicas del ambiente a través de aire comprimido u otro gas seco o sistema más avanzado para aislación de vibraciones que garantice el aislamiento de las vibraciones mecánicas del ambiente.
  - 1.29. Software operativo: Entorno multiusuario controlado por contraseña de acceso para cada operador con configuraciones guardadas para cada usuario incluyendo los ajustes del haz de electrones. Cuatro niveles de acceso de usuarios, dependiendo de conocimientos y responsabilidades, y el modo básico para las rutinas rápidas de análisis para operadores sin experiencia alguna a través de software simplificado e intuitivo.
2. Periférico para recubrimiento de muestras:
- 2.1. Sistema de metalización de muestras no conductoras con recubrimiento de oro, con cúpula de 100 mm de diámetro o superior y altura mínima de 100 mm.
  - 2.2. El sistema también debe suministrarse con un cabecero para recubrimiento de carbono, incluido el hilo de carbono.
  - 2.3. Deberá suministrarse con un blanco de oro además de bomba de vacío y accesorios para el perfecto funcionamiento.
  - 2.4. Control del proceso de recubrimiento por controlador electrónico con interfaz hombre máquina con panel gráfico sensible al toque.
  - 2.5. El recubridor de carbono debe operar en la misma plataforma que el metalizador de oro.
3. Materiales consumibles para operación:
- 3.1. 20 (veinte) unidades de filamento de W con vida útil superior a 200h cada una;
  - 3.2. Apertura de la columna cantidad = 2 (dos);
  - 3.3. Apertura final cantidad = 2 (dos);
  - 3.4. Aceite de bomba de vacío rotativa = 1 litro
  - 3.5. Filtro de bomba rotativa = 2 (dos);
  - 3.6. Stub para muestras = 20 (Veinte);
  - 3.7. Cinta adhesiva de carbono con 10m = 1 (uno);

- 3.8. Juego de herramientas para la preparación de muestras incluyendo llaves para fijación de los stubs, pinzas, porta muestras para muestras embutidas, puerta muestra para muestras grandes.
  - 3.9. Suministro de todos los demás materiales consumibles no listados arriba, pero necesarios para la perfecta operación del microscopio y del metalizador por un período de dos años (4.000h de operación).
4. Instalación y capacitación:
- 4.1. La CONTRATISTA es responsable por el montaje, instalación y colocación del equipo en perfecto funcionamiento, en local a ser informado por la ITAIPU.
  - 4.2. La capacitación operacional se realizará como transferencia de conocimiento técnico, conteniendo instrucciones teóricas y actividades prácticas de las técnicas, manejo y operación del MEB y del EDS
  - 4.3. La capacitación deberá poseer carga horario mínima de 8 horas/clase, con el objetivo de promover la plena capacitación del mínimo de 06 (seis) profesionales involucrados en la operación del equipo.
  - 4.4. Los gastos de viaje del equipo de la CONTRATISTA hasta ITAIPU, tales como pasajes aéreos o terrestres, de hospedaje, traslados, comidas, alquiler de vehículos, fletes de equipamientos y herramientas, y otras necesarias para la realización de los servicios relacionados en estas Especificaciones Técnicas o que vengan a hacerse necesarias durante el periodo de garantía, correrán por cuenta de la CONTRATISTA.
5. Garantía
- 5.1. La CONTRATISTA debe garantizar los equipos suministrados por 12 meses después de la instalación del equipo.
  - 5.2. Durante ese período, todas las piezas dañadas, sin mal uso de las mismas, serán repuestas sin costo adicional a ITAIPU.