



ANALISADOR DE ÁREA SUPERFICIAL ESPECÍFICA BET E TAMANHO DE POROS

BELSORP MINI X

microtrac.com/pt/produtos/medicao-de-adsorcao-de-gas/area-superficial-especifica-distribuicao-de-tamanho-de-poros/belsorp-mini-x/

BELSORP MINI X

ANALISADOR DE ÁREA SUPERFICIAL ESPECÍFICA BET E TAMANHO DE POROS

Para caracterização fácil, rápida e altamente precisa de materiais porosos

Repetibilidade excelente. As características destacadas do Microtrac BELSORP MINI X resultam em resultados com excelente repetibilidade, com tempos de medição significativamente reduzidos. O Mini X é equipado com até 4 posições de medida e novas funções para alta produtividade inclusive controle de múltiplas unidades.

O BELSORP MINI X é meticulosamente desenhado para medir área superficial específica, distribuição de tamanho de poros e volume de poros com precisão extremamente boa. Equipado com sensores de pressão dedicados para cada posição de medida e uma posição dedicada para pressão de vapor saturada, permite medidas simultâneas completamente independentes.

O novo software de operação melhora a produtividade do usuário alinhando os procedimentos de medida com instruções passo a passo no software, visualizando o progresso da análise e enviando os resultados via e-mail. Dependendo da quantidade de amostras, versões com 3 ou 4 posições de medida são oferecidas.

O software novo de análise (BELMASTER™) permite a avaliação de estruturas de uma gama de materiais mais ampla que nunca.



MEDIÇÃO INDEPENDENTE

Até 4 amostras podem ser analisadas simultaneamente, reduzindo significativamente o tempo de análise para múltiplas amostras.

BELSORP MINI X

REPRODUTIBILIDADE EM NÍVEL SUPERIOR

- Até quatro posições de medida independentes e uma posição dedicada para medidas de pressão de vapor saturada
- O menor e mais leve do mundo
- Reprodutibilidade imbatível através da patenteada tecnologia AFSM™
- Isotermas de adsorção de gás e medidas de adsorção NET via AFSM™2 sem necessidade de gás He
- Métodos múltiplos de medida: modos de alta precisão, amostras múltiplas e medidas rápidas de BET
- Transdutor de pressão dedicado para cada posição
- Controle simultâneo de até 20 posições de medida via multi-device control (5 unidades)
- Curtos tempos de análise com otimização da dosagem de gás (GDO)
- IoT: monitoramento de processo através de sistema de notificação por e-mail
- Análise de microporos opcional através do método molecular probe
- Compatibilidade com FDA 21 CFR Part 11 opcional

BELSORP MINI X

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Áreas superficiais específicas de BET de $0,01 \text{ m}^2/\text{g} \sim (\text{N}_2)$ e distribuição de tamanho de poros de $0,7 \sim 500 \text{ nm}$ (opção: $0,35 \sim 500 \text{ nm}$ pelo método de sonda molecular).

MEDIDAS SIMULTÂNEAS DE MÚLTIPLAS AMOSTRAS

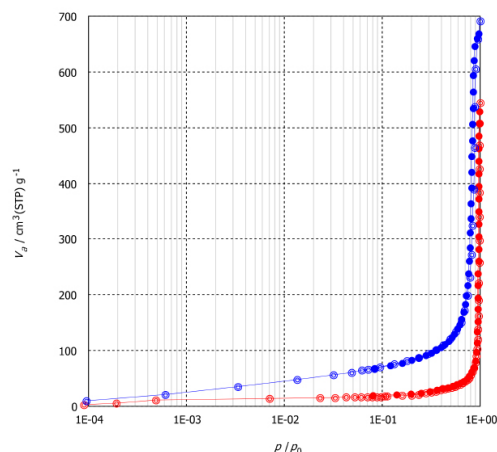
Até 4 amostras podem ser analisadas simultaneamente, reduzindo o tempo de análise para múltiplas amostras significativamente.

MÚLTIPLAS OPÇÕES DE MEDIÇÃO

Este instrumento reúne medições altamente precisas com vários modos de alto rendimento (p. ex., modo Quick BET, Otimização de Dosagem de Gás).

FÁCIL DE USAR

O BELSORP MINI X é um sistema de medição totalmente automático. O Modo Simples permite medições precisas com informações mínimas da amostra; configurações detalhadas podem ser definidas no modo Profissional.



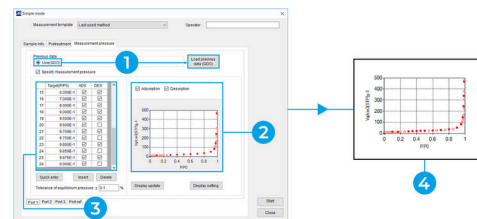
BELSORP MINI X

MÉTODOS DE MEDIÇÃO

OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE GÁS (GDO)

A função de Otimização de Dosagem de Gás (GDO) calcula a dosagem ótima de gás de resultados anteriores de medição. Esta função pode reduzir os tempos de análise significativamente.

1. Carregar uma isoterma existente | 2. Exibição da isoterma esperada | 3. Entrada da faixa de medição | 4. Otimização automática das condições.



MEDIDA INOVATIVA DE ESPAÇO LIVRE PARA MÁXIMA PRECISÃO (AFSM™)

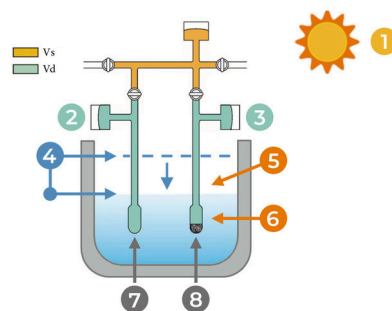
O controle rigoroso do nível dos meios de refrigeração (p. ex., nitrogênio ou argônio líquido) não é necessário com o BELSORP MINI X. Em vez disso, implementamos o nosso método pioneiro de medição contínua do volume livre: o patenteado Advanced Free Space Measurement (AFSM™).

Este método alcança o maior nível de reprodutibilidade usando um porta-amostra de referência para acompanhar a mudança de volume livre em tempo real. O equipamento determina o volume livre da célula de referência e da célula da amostra. Enquanto a análise procede, qualquer mudança no volume livre terá o efeito igual nas duas células, sendo compensada através da célula de referência.

Exemplos de causas para flutuação do volume livre:

- | Mudança de nível de nitrogênio líquido (LN_2)
- | Mudança de pressão atmosférica e temperatura
- | Mudança na temperatura do meio de refrigeração por causa de solução de oxigênio

Com esta tecnologia, os efeitos do ambiente não considerados anteriormente podem ser compensados.

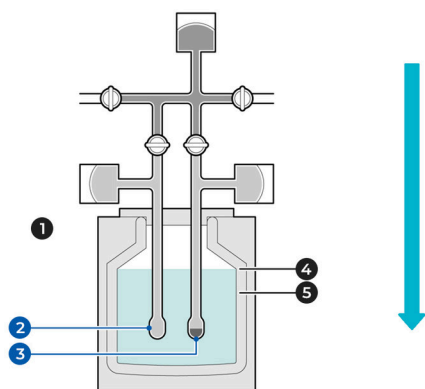


BELSORP MINI X

MEDIÇÃO SEM HÉLIO E PRÉ-TRATAMENTO

MEDIDAS DE ADSORÇÃO SEM USO DO GÁS HÉLIO (AFSM™2)

Num primeiro passo, o volume livre de células de referência e amostra (branco) é determinado usando o gás de adsorção na temperatura adequada de adsorção. Em seguida, as medidas de adsorção podem ser executadas usando as duas células sem gás de hélio. Nas mesmas condições de medida, os resultados podem ser obtidos em tempo menor, porque as mudanças de volume livre são iguais para ambas as células. Não é necessário manter o nível de nitrogênio líquido constante entre a medida do branco e a medida da adsorção.



COMPACTO E LEVE

Através da otimização dos componentes foi possível construir um equipamento compacto e com peso leve.

PRÉ-TRATAMENTO DE AMOSTRA NA PORTA DE MEDIÇÃO

Para uma determinação acurada de adsorção, o pré-tratamento das amostras é necessário. O processo é normalmente feito aplicando vácuo e calor para remover gás adsorvido e/ou água da superfície sem afetar a estrutura. A preparação externa nas estações BELPREP VAC II ou III aumenta a produtividade; alternativamente, a ativação pode ser feita na posição de medida do BELSORP MINI X usando um aquecedor, sem transferir amostras sensíveis.

ANÁLISE DE DADOS

O BELMASTER oferece avaliação de dados desde a visualização de isotermas de adsorção/dessorção e a determinação da área superficial por Langmuir ou BET até o volume de poros via t-plot ou αS , análises de mesoporos via DH e BJH, de microporos via HK ou SF, ou análises via GCMC / NLDFIT.

MAIS RECURSOS BELCONTROL

- | Sobreposição de isotermas de adsorção/dessorção e comparação dos dados entre portas
- | Pressões, temperaturas e atuações de válvula armazenadas em dados de tendência
- | Verificação do sistema para diagnosticar o status do instrumento
- | Notificação por e-mail do status e resultados da medição
- | Programa interativo em japonês ou inglês
- | Funções de ajuda com instruções passo a passo

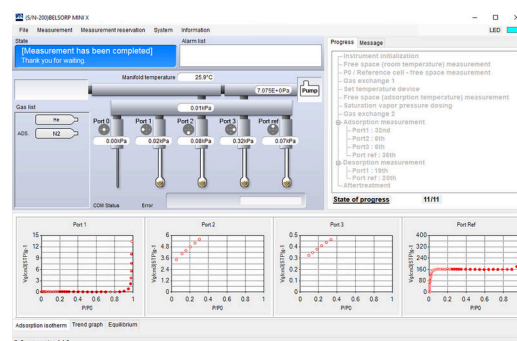
BELSORP MINI X

BELCONTROL: NOVO SOFTWARE DE OPERAÇÃO

A versatilidade dos equipamentos BELSORP é complementada pelo BELCONTROL, o software de operação intuitivo e fácil de usar. Ele orienta o usuário passo a passo na configuração das condições de análise, nas medições, na reposição de nitrogênio líquido ou outro banho, na substituição do cilindro de gás e nas etapas de desgaseificação. O software torna o instrumento acessível inclusive para usuários inexperientes.

Para usuários inexperientes ou medições de amostras desconhecidas, o BELCONTROL requer apenas informações básicas da amostra (nome, massa etc.), condições de pré-tratamento (se não realizado externamente) e faixa de medição.

O modo Profissional permite controlar as configurações de dosagem, critérios de equilíbrio, teste de vazamento e outras condições. O Modo Simples facilita a configuração; com uma isoterma anterior comparável, a função GDO pode reduzir o tempo de medição.



Recurso	Disponibilidade	BELCONTROL
Quick BET	sim	Área superficial de BET multiponto em menos de 20 minutos
Medição sem hélio	sim	AFSM™2 permite medições livres de He com precisão incomparável
Cinética de adsorção	opcional	Taxa de medições de adsorção para análise de difusão

SOFTWARE DE OPERAÇÃO

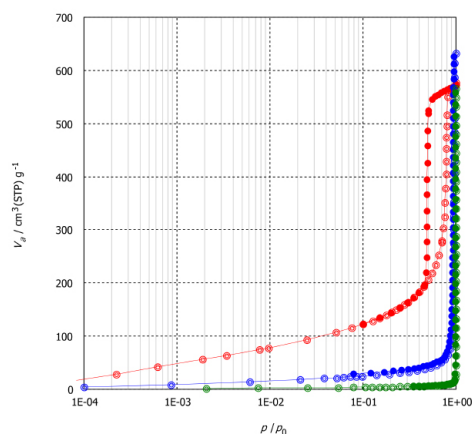
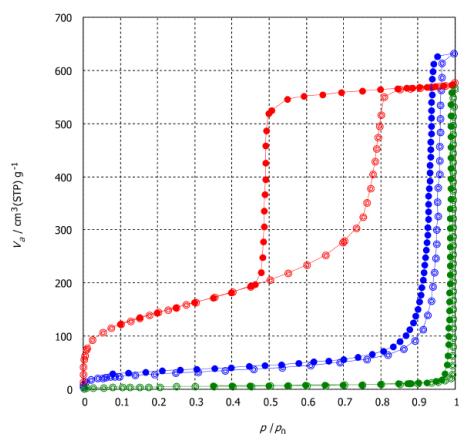
As instruções passo a passo permitem que usuários de todos os níveis operem o instrumento com segurança e eficácia. O Modo Simples exige identificação da amostra, condições de pré-tratamento e pontos de medição; o Modo Profissional oferece configurações detalhadas de dosagem, equilíbrio e teste de vazamento.

MAIS INFORMAÇÕES → microtrac.com/pt/products/medicao-de-adsorcao-de-gas/software/belcontrol/

MEDIDAS DE ADSORÇÃO DE GÁS

SOFTWARE DE AVALIAÇÃO BELMASTER

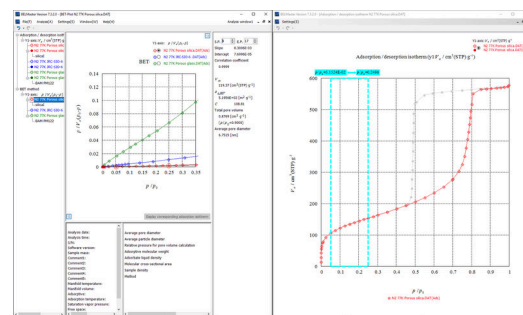
A isoterma de sorção é a relação entre a quantidade adsorvida sobre um substrato e a pressão de equilíbrio do gás (adsorbato), em temperatura constante. A isoterma de adsorção de gás entrega informação sobre a área superficial específica, a distribuição de tamanho de poros e o volume de poros do material analisado.



Área superficial específica (SSA) se refere à área superficial acessível de uma amostra e é importante para processos de adsorção e reações catalíticas. Pode ser calculada de acordo com a ISO 9277 pelo método BET ou pelo método de Langmuir. Selecione a faixa de pressão (BET multiponto) ou um ponto (BET ponto único) e a área é calculada automaticamente; o BELMASTER também oferece cálculo conforme a ISO 9277 Anexo C para materiais microporosos.

O MINI X analisa amostras de pequena área superficial com alta precisão sem gás criptônio. O modo Quick BET permite obter resultados de três pontos BET de quatro amostras em aprox. 15 minutos. O BELMASTER obtém distribuições de tamanho de poros de 0,7 até 500 nm (opção: 0,35 nm) das isothermas medidas.

O BELMASTER dispõe de uma biblioteca de 59 núcleos para gases como N₂, Ar e CO₂. Os métodos QSDFT, NLDFE e GCMC possibilitam análise conforme as propriedades da superfície e as formas dos poros de zeólitas, sílica mesoporosa e carbono ativado.



PRECISÃO ALTÍSSIMA COM ÁREA SUPERFICIAL MUITO BAIXA

AFSM™

O método patenteado Advanced Free Space Measurement (AFSM™) usa uma célula de referência para acompanhar mudanças no volume livre, proporcionando alta reprodutibilidade. Num ensaio, o material de referência certificado CRM-170 (alumina alfa não porosa; SSA BET certificada com nitrogênio: $1,05 \pm 0,05 \text{ m}^2/\text{g}$) verificou a acurácia na faixa de áreas superficiais totais muito baixas. Apesar da redução de aprox. 2 m^2 para menos de $0,4 \text{ m}^2$, a área superficial específica medida se manteve praticamente igual.

Amostra	Ads.	Área total [m^2]	Massa [g]	SSA BET [m^2/g]	Constante C
BCR-170_1	N_2	~2	~1,94	1,03	114
BCR-170_2	N_2	~1	~1,12	1,02	143
BCR-170_3	N_2	~0,7	~0,75	1,03	101
BCR-170_4	N_2	~0,4	~0,38	1,02	50

*Coeficiente de correlação 0,9995 ou maior.

BELSORP MINI X

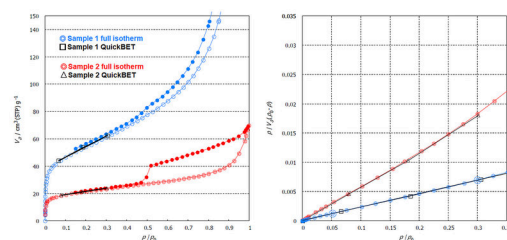
MODO QUICK BET

O modo Quick BET maximiza a produtividade: três pontos de adsorção BET de quatro amostras podem ser medidos em aprox. 15 minutos (densidade da amostra necessária). Um arquivo de volume livre anteriormente determinado pode ser reutilizado, ou o volume livre pode ser medido junto com a amostra.

Amostra	Multiponto padrão	Multiponto Quick	Ponto único padrão	Ponto único Quick
1	189,9	190,5	188,1	190,3
2	75,7	77,4	74,7	75,7

Área BET em m^2/g , adsorção de N_2 . Multiponto p/p_0 0,05–0,30; ponto único p/p_0 0,20.

Os resultados do Quick BET são compatíveis com os do modo Padrão, com tempo de medição significativamente reduzido.



BELSORP MINI X

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

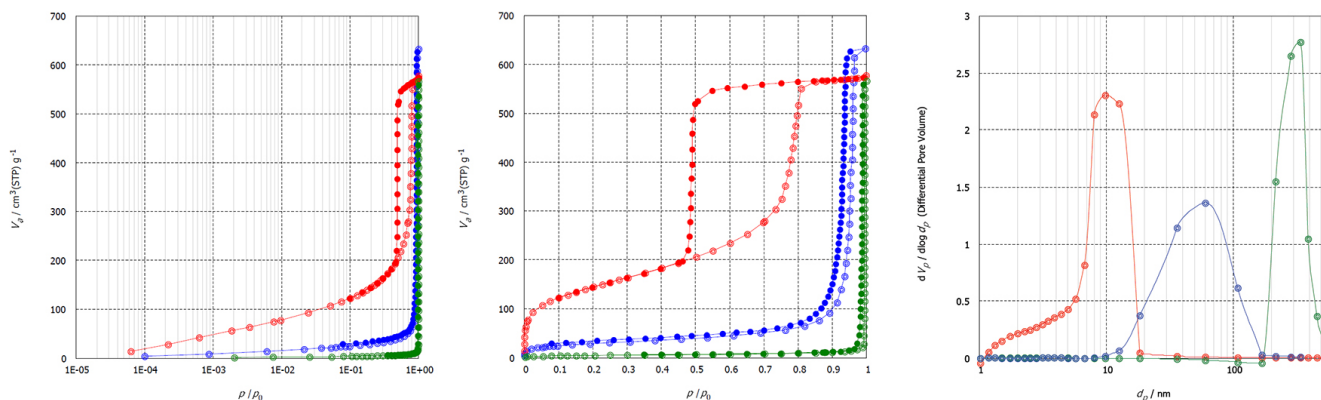
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS POROS UTILIZANDO OS MÉTODOS NLDFT E GCMC

Os cálculos clássicos de distribuição de tamanho de poros utilizam INNES (fenda) e BJH, DH, CI (cilindro) para mesoporos; HK, SF e CY avaliam microporos. Os métodos NLDFT e GCMC (opcionais para BELSORP MINI X) ampliam a análise de micro até meso e macroporos e estão especificados na ISO 15901-2.

Teoria	Superfície de interação e gás	Adsorbato	Faixa de tamanho de poros aplicável
BJH, CI, DH, INNES	Equação de Kelvin (tensão superficial e ângulo de contato)	Densidade líquida aparente	> 2 nm; meso e macroporos
HK, SF, CY	Potencial de Lennard-Jones (força de interação e repulsão)	Densidade líquida aparente	0,4–2 nm; microporos
NLDFT, GCMC	Modelo termodinâmico estatístico		0,35–500 nm; gama completa de poros

A Microtrac fornece métodos de avaliação para N₂ (77,4 K), Ar (87,3 K) e CO₂ (298 K), utilizando núcleos NLDFT / GCMC para poros em fenda, cilindro e gaiola, com átomos superficiais de carbono e óxidos de metais. O BELMASTER facilita a comparação das isotermas experimentais e simuladas, sendo estas a base para o cálculo da distribuição de tamanho de poros.

Exemplo de cálculo da distribuição de tamanho de poros pelo método BJH:



O BELSORP MINI X dispõe de transdutores de pressão de 1000 torr; a isoterma começa em cerca de $p/p_0 = 1 \times 10^{-4}$. Opção: 0,35 nm pelo método molecular probe.

BELSORP MINI X

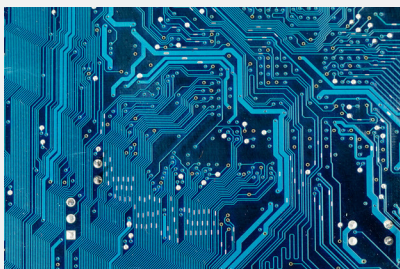
APLICAÇÕES TÍPICAS

Os analisadores de adsorção de gás da Microtrac são usados em catalisadores, baterias, fibras, materiais poliméricos, zeólitas, células de combustível, produtos químicos, pigmentos, cosméticos, MOF / PCP, pós magnéticos, membranas de separação, filtros, tintas, cimentos, cerâmicas, semicondutores e muitos outros.



ENERGIA E SÓLIDOS POROSOS

- | Materiais de bateria
- | Catalisadores
- | Zeólito
- | Cerâmica
- | Carbono



MATERIAIS INDUSTRIAIS

- | Componentes eletrônicos
- | Células de combustível
- | Toner
- | Cimento
- | Medicina / Farmácia



MATERIAIS ESPECIAIS

- | Sílica
- | MOF / PCP
- | Pigmentos
- | Cosméticos
- | ... e muito mais!

ENCONTRE SUA APLICAÇÃO

Para encontrar a melhor solução para a sua demanda de caracterização de partículas, visite o nosso banco de dados de aplicações.

BANCO DE DADOS DE APLICAÇÕES → microtrac.com/pt/aplicacoes/banco-de-dados-de-aplicacoes/

BELSORP MINI X

ACESSÓRIOS E OPÇÕES



CONSUMÍVEIS CONVENCIONAIS

Os consumíveis padrão incluem células de amostra, hastes de enchimento, filtros, O-rings, tampas e plataformas de pesagem. Vários tamanhos de células de amostra, vedações rápidas e outros consumíveis opcionais também estão disponíveis.



BANHO DE ÁGUA

Troca o Dewar facilmente por um banho de água para temperaturas entre -10°C até +80°C. Um banho termostático é necessário adicionalmente.



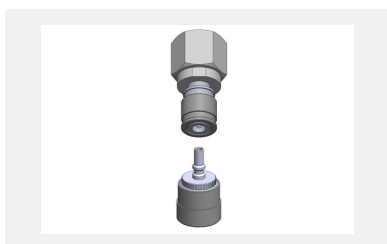
AQUECEDOR

Pré-tratamento das amostras de 50°C até 550°C diretamente na posição de medida, sem transferência da estação de tratamento externo. Conveniente para amostras sensíveis (p. ex., material hidrofílico).



SELETOR DE GÁS

O seletor de gases permite a conexão simultânea de até 4 adsorventes (1 x Hélio + 4 x adsorvente).



SISTEMA DE MEDIÇÃO AIRGUARD

O AirGuard permite a análise precisa da área superficial BET e da distribuição de tamanho de poros, protegendo amostras sensíveis da umidade e do oxigênio. Com instalação simples de um toque, garante alta precisão sem aumentar o tempo de análise e pode ser instalado em sistemas BELSORP existentes.

BELSORP MINI X

DADOS TÉCNICOS

Princípio de medição	Método volumétrico + AFSM™
Gás de adsorção	Nitrogênio (N ₂), Argônio (Ar), Metano (CH ₄), Etano (C ₂ H ₆), Dióxido de carbono (CO ₂), Hidrogênio (H ₂), n-Butano (n-C ₄ H ₁₀), iso-Butano (iso-C ₄ H ₁₀) e outros gases não corrosivos
Entradas de gás	2 portas (5 portas máx.)
Quantidade de medidas (modo de alta precisão)	Máx. 4 portas simultaneamente (3 portas no modo de alta precisão)
Faixa de medição (área superficial específica)	0,01 m ² /g e acima (N ₂), dependendo da densidade da amostra
Distribuição de tamanho de poros (diâmetro)	0,7–500 nm; opção: 0,35 nm com método molecular probe
Isoterma de baixa pressão	p/p ₀ = 10 ⁻⁴ (N ₂ @ 77 K, Ar @ 87 K)
Transdutor de pressão	133 kPa (1000 Torr) × 6 unidades
Válvula de vácuo / bomba	Bomba rotativa
Tubo de amostra	Tubo Standard, aprox. 1,8 cm ³ (opcional: 5 cm ³)
Vaso de Dewar	Volume: 2 l; tempo de retenção: 30 h
Aquecedor de pré-tratamento	50–450°C (4 portas)
Banho-maria	-10–80°C (4 portas)
Software analítico BELMaster™ 7	Adsorção isotérmica, área superficial específica BET tipo I (ISO 9277), autoanálise BET, área superficial específica de Langmuir, métodos BJH, DH, CI, INNES
Software analítico BELMaster™ 7 cont.	t-plot, NLDFT / GCMC (OP BELSim™), método MP, método de Dubinin-Astakhov, detetor molecular, cf. parcela
Dimensões (L × A × P)	280 × 650 × 465 mm (sem bomba de vácuo e PC)
Peso	38 kg (sem bomba de vácuo e PC)
Utilidade – Gás	He, N ₂ (pureza de 99,999% ou mais), 0,1 ± 0,02 MPa, junta: 1/8" Swagelok; exaustão: saída da bomba rotativa, Ø 11 mm
Utilidade – Potência	Monofásico, AC 100~240 V (50 / 60 Hz) / 10 A (incl. R.P.), 50 / 60 Hz
Certificado CE	sim
Monitor recomendado	Monitores Full HD

BELSORP MINI X

CONTATO →

microtrac.com/pt/contact-services/general-request/?prefilltext=contact_form.request&product=602

SOLICITAÇÃO DE ORÇAMENTO →

microtrac.com/pt/contact-services/quote-request-form/?prefilltext=contact_form.quote_request&product=602



MICROTRAC
a **VERDER** company

microtrac.com/pt/produtos/medicao-de-adsorcao-de-gas/area-superficial-especifica-distribuicao-de-tamanho-de-poros/belsorp-mini-x/

© Microtrac – microtrac.com / O conteúdo pode estar sujeito a modificações ou correções