



# **SENSOR CARBONSEER**

## **MANUAL DE OPERAÇÃO**

### **COPYRIGHTS (DIREITOS AUTORAIS).**

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, transmitida, transcrita, armazenada em sistemas de busca, traduzida em qualquer língua ou linguagem de computador, em qualquer forma ou qualquer meio, eletrônico, mecânico, magnético, óptico, químico, manual ou qualquer outro sem a permissão antecipada da MARATHON MONITORS INC., 3100 East Kemper Road, Cincinnati, Ohio 45241 USA.

MTH/MMI Manual de Operação do Carbonseer.

### **METALTECH SOROCABA EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS LTDA.**

Rua Artur Gomes, 427 – Centro - Sorocaba / SP – CEP: 18035-490  
Tel: (15) 3224-2466 Fax: (15) 3224-2817  
[www.metaltech.com.br](http://www.metaltech.com.br)

**INDICE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Seção 1.0 Introdução .....</b>                                       | <b>03</b> |
| <b>Seção 2.0 Descrição Técnica.....</b>                                 | <b>03</b> |
| 2.1 Princípio de Operação.....  | 03        |
| 2.2 Faixa de Operação.....  | 04        |
| <b>Seção 3.0 Desempacotando.....</b>                                    | <b>05</b> |
| <b>Seção 4.0 Instalação.....</b>  | <b>06</b> |
| <b>Seção 5.0 Manutenção.....</b>  | <b>07</b> |
| 5.1 Manutenção Preventiva.....  | 07        |
| <b>Seção 6.0 Sistemas de Medição.....</b>                               | <b>09</b> |
| <b>Seção 7.0 Lista de Checagem dos Problemas (Troubleshooting).....</b> | <b>09</b> |
| <b>Apêndice A: Sistema de Limpeza Automática do Sensor.....</b>         | <b>11</b> |
| <b>Apêndice B: Diagnóstico de Testes do Sensor.....</b>                 | <b>14</b> |
| Teste do Ar de Referência .....   | 14        |
| Teste de Impedância do Elétrodo.....                                    | 14        |
| Teste de Tempo de Resposta do Elétrodo.....                             | 15        |
| <b>Apêndice C: Entradas de Ar de Limpeza e Ar de Referência .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Apêndice D: Resistência Ohmica do sensor 800 a 900.....</b>          | <b>19</b> |
| Resistência Ôhmica do sensor 901 a 1000.....                            | 20        |

**SECÃO 1.0****INTRODUÇÃO**

O elemento sensor de ZIRCÔNIA fornece um método de medir O<sub>2</sub> em gases quentes. É construído no formato de uma sonda o qual tem uma velocidade de resposta extremamente rápida e é capaz de medir concentrações muito baixas de oxigênio ou uma ampla faixa de concentrações de oxigênio. A sonda permite "in situ" ou seja, interno, no local a medição a ser feita em um ambiente quente.

**SECÃO 2.0****DESCRIÇÃO TÉCNICA**

O "CARBONSEER" é uma versão especial de sensor de ZIRCÔNIA, desenhado para operar sob condições operacionais muito severas que são capazes de causar falhas prematuras no "SUPERSENSOR".

O elemento sensor de ZIRCÔNIA é uma pastilha deste material selada com cimento eutético em um tubo de ALUMINA. O contato elétrico para a superfície externa sensora é obtida mantendo a pressão contra o fundo da cavidade do tubo externo. O tubo externo é portanto, o eletrodo negativo do conjunto, desta forma não pode ser removido. Qualquer tentativa de remover este tubo externo resultara em danos sérios à mesma e ao sensor além de invalidar a garantia.

Provisão é feita para uma "queima" periódica da sonda que é necessária para prevenir a acumulação de resíduo de carbono em quantidades suficientes para bloquear o acesso de atmosfera na superfície sensora. Ver Seção 5, pagina 7 "Condicionamento do Sensor" para detalhes deste procedimento.

**2.1 - O PRINCÍPIO DA OPERAÇÃO**

O eletrodo externo está exposto ao gás de amostra, e se a temperatura da sonda estiver dentro da faixa de operação recomendada, uma diferença de potencial surgirá entre os 2 eletrodos, dependendo da relação das pressões parciais de oxigênio nos dois eletrodos de acordo com a expressão:

$$E = 2.303 (RT/4F) \text{ Log}_{10} (P_1 / P_2) \text{ V}$$

onde P1 e P2 são pressões parciais de oxigênio nos dois eletrodos. R é a constante dos gases (1.987 Cal. DEG. -1 mole -1). T é a temperatura absoluta e F é a constante de FARADAY (23,060 Cal.volt -1 equiv. -1). Se a pressão parcial do oxigênio em 1 eletrodo é conhecida, então uma medida desta diferença potencial vai permitir que a pressão parcial de oxigênio no outro eletrodo seja determinada.

Se é presumido que as condições de equilíbrio prevalecem na atmosfera do forno de tratamento térmico, a reação que se relaciona ao desempenho do sensor de carbono é:  $CO = C + 1/2O_2$

e a expressão da ação da Massa correspondente é:

$$K = (PO_2) * (Ac) / PCO$$

onde K é a constante da temperatura de equilíbrio, PO<sub>2</sub> e PCO são as pressões parciais de oxigênio e monóxido de carbono, e Ac é a atividade do Carbono uma quantidade termodinâmica que esta relacionada ao Potencial de Carbono e temperatura. Pela substituição na expressão para o Sensor de Carbono (SONDA) a saída de O<sub>2</sub>, nós estabelecemos uma relação entre a saída do sensor e a atividade do Carbono.

$$E = 0.0992 TR [\log_{10} (.4577Ac/K/PCO)] \text{ mV}$$

A equação final tem a seguinte forma:

$$E = 0.0551TR [A - \log_{10} PCO + \log_{10} f(C\%, TR)] + B$$

Onde A e B são constantes, TR é a temperatura absoluta em graus RANKINE e f (C%, TR) é a atividade do carbono como uma função do Potencial de Carbono e temperatura.

## **2.2 Faixa de Operação**

A resistência interna da célula, isto é a resistência através do eletrólito entre os eletrodos, diminui exponencialmente com o aumento da temperatura e é recomendado que a sonda seja usada a temperaturas acima de 700°C (1300°F).

A temperatura máxima na qual a célula pode ser usada é limitada por 2 fatores, (a) início da condução eletrônica no eletrólito sólido o qual irá reduzir o potencial medido abaixo do valor teórico, e (b) a deterioração do eletrodo externo. O ponto onde ocorre a condução eletrônica é uma função de ambos, pressão parcial do oxigênio e a temperatura e, para zirconia estabilizada isto ocorre a pressões baixas de oxigênio e a altas temperaturas. Logo que inicia a condução eletrônica a mesma vai rapidamente aumentar

em intensidade com o aumento da temperatura diminuir ou com a diminuição da pressão parcial de oxigênio.

É recomendado que o SENSOR seja utilizado dentro de uma faixa de 700°C a 1150°C (1300°F a 2100°F). A Garantia é reduzida a ZERO para temperatura entre 1010°C e 1120°C (1850°F a 2050°F).

### **SECÃO 3.0**

#### **DESEMPACOTANDO**

Os sensores descritos neste manual são extremamente frágeis e devem ser desembalados e manuseados com cuidado. Cada sensor é despachado da MARATHON MONITORS INC./METALTECH posicionado em uma embalagem segura. ESTA EMBALAGEM DEVE SER GUARDADA PARA FACILITAR O RETORNO DO SENSOR PARA A METALTECH QUANDO NECESSÁRIO. A embalagem consiste de uma caixa externa de papelão e três espumas as quais envolvem todo o sensor (ou duas espumas injetadas).

Cada pacote contem os seguintes componentes:

1. Certificado de Aferição do Sensor de Oxigênio.
2. Sensor de Oxigênio Montado
3. Manual de Operação
4. Cartão de Registro de Garantia
5. Conexões para Sistema de Limpeza (Burn-Off).

Remover conforme segue:

1. Colocar embalagem em superfície plana.
2. Cortar a fita da parte superior da caixa externa.
3. Remover a espuma superior da caixa externa.
4. Desempacotar o sensor cuidadosamente.
5. Referir ao diagrama de instalação para detalhes das conexões.
6. Remontar a caixa vazia e guarde-a para possível reutilização.

#### **MUITO IMPORTANTE**

**PREENCHER O CARTÃO DE REGISTRO E MANDAR VIA CORREIO QUANDO DA INSTALAÇÃO DO SEU SENSOR. ISTO ESTENDERÁ SUA**

**GARANTIA PARA O TEMPO DE UTILIZAÇÃO DO MESMO NO FORNO, TEMPO PARADO NO ESTOQUE NÃO SERÁ INCLUÍDO NO PRAZO DE GARANTIA.**

#### **SECÃO 4.0**

#### **INSTALAÇÃO**

Considerações importantes para a instalação do sensor no forno.

- Posicionar o sensor horizontalmente se possível.
- Posicionar o sensor perto do termopar de controle do forno se possível.
- Posicionar o sensor para evitar contato desnecessário com fontes de calor (tubos radiantes, elementos de aquecimento), ou ventiladores.
- Posicionar o sensor para evitar contato direto com o fluxo da entrada do gás transportador (endotérmico-RX, exotérmico, nitrogênio/álcool).
- Posicionar o sensor para que o mesmo opere à 1/3 da parte superior da zona de trabalho se possível.
- Instalar o sensor em um furo de acesso no forno de 1½" polegadas de diâmetro, no mínimo.
- Assegura-se de que as linhas de centro do furo de acesso (no refratário) e a conexão soldada no forno são concêntricas para alinhamento correto.
- Assegurar solda a prova de vazamento de gás entre a conexão e a chapa metálica do forno.
- Assegurar que TODAS as conexões adjacentes ao sensor são a prova de vazamento de gás (utilizar teflon).
- Instalar o sensor para que de 2 polegadas a 6 polegadas estendam-se para dentro do forno além da face quente. Fita teflon é preferível à outros compostos para vedação.

- Observar INSERÇÃO de 1 (UMA) POLEGADA POR MINUTO e/ou grau de remoção de/para o forno quente. Inserção MAIS RÁPIDA pode causar choque térmico e anular a garantia.

- Usar cabo blindado para as conexões do sensor a instrumentação. Observar a polaridade correta e NÃO ATERRAR a blindagem do cabo no lado do Sensor. Aterrar a blindagem APENAS em um lado; lado do painel.

- Conectar tubulação de ar clara resistente a alta temperatura à entrada do ar de referência do sensor.

- Assegurar que o ar de referência esta fluindo no cabeçote do Sensor (vazão de 1-2 SCFH).

## **SECÃO 5.0**

### **MANUTENÇÃO**

O CARBONSEER não requer manutenção mecânica e qualquer tentativa de desmonta-lo pode causar danos irreparáveis e vai invalidar a garantia.

#### **5.1 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Em adição a correção (e principalmente EVITAR) fontes de choque térmico e choque mecânico, algumas condições operacionais devem ser observadas para aumentar a longevidade de ambos o forno e componentes de liga metálica.

#### **Queima periódica de fuligem.**

Operação continua em altos níveis de carbono e temperatura causara danos a maioria dos componentes do forno incluindo o CARBONSEER (Sonda de Oxigênio).É recomendado portanto que "queima" freqüente (semanal) e cuidadosa sejam conduzidas para evitar o efeito cumulativo do depósito de fuligem de carbono no forno. "Queimas" leves são normalmente conduzidas a 815-870°C (1500-1600°F) e podem ser monitoradas para certificar-nos que foi concluída adequadamente pela verificação da saída de milivoltagem do sensor de carbono (SONDA DE OXIGÊNIO).

Quando a milivoltagem cair e atingir 200 mV, devemos manter o ar fluindo para o forno por um tempo adicional de 1 hora. Cortando-se o fornecimento de ar após transcorrido o período a milivoltagem não deverá subir para valores superiores a 250 mV nos 15 minutos após o ar ter sido desligado SE NÃO HOVER ATMOSFERA ENDOTÉRMICA NO

FORNO. Isto é facilmente implementado com a introdução de um simples programa no "CARBPRO". O tempo total de "queima" de fuligem irá variar para cada aplicação, mas geralmente demora de 6 a 9 horas.

\*\*\*\* ATENÇÃO: A vazão de ar limpo e seco, preferivelmente fornecido por um compressor radial de ar de tamanho adequado, deverá ser regulada por um medidor de vazão para análise dos dados da queda de milivoltagem e aumento de temperatura durante a "queima" de fuligem. Sugerimos que a vazão MÁXIMA DE AR seja IGUAL OU INFERIOR a vazão de Gás Endotérmico que é normalmente utilizada no forno.

### **Condicionamento do Sensor.**

MARATHON MONITORS INC. reconhece que os "Tratadores Térmicos" não podem sempre se dar ao luxo de "queimas" freqüentes de fuligem em seus fornos, e está, desde 1985, envolvida no desenvolvimento de duas técnicas patenteadas que ao que tudo indica prolonga a vida do sensor que opera sob condições destrutivas. Como um benefício não esperado, descobrimos que o desempenho estatístico na repetibilidade das leituras e recuperação quando submetido a grandes perturbações melhorou substancialmente.

A primeira destas técnicas é útil para condicionar o sensor para todos os tipos de condições de operação. A mesma consiste em curto-circuitar os elétrodos do sensor enquanto o forno está em temperatura de operação e com sua atmosfera normal de trabalho. Devido as propriedades específicas da ZIRCONIA; a corrente é carregada através da área sensora como íons de oxigênio...não elétrons. Como consequência, um fluxo altamente reativo de oxigênio nascente aparece na interface do eletrodo externo, consumindo carbono depositado e renovando o filme óxido condutivo no eletrodo. É a destruição deste filme e expansão do eletrodo que causa o aumento lento da resistência do sensor durante a vida do Sensor de Carbono (SONDA DE OXIGÊNIO) até que, no final, o mesmo falha para uma condição de circuito aberto.

A segunda técnica de condicionamento é principalmente útil para a redução do acúmulo de excesso de fuligem inerente a processos de SET-POINT de carbono elevado; tipicamente de "CEMENTAÇÃO" e "DIFUSÃO. O depósito de carbono é acelerado pelo efeito catalítico do níquel presente na liga do tubo de proteção. Tal acúmulo de fuligem pode reduzir o acesso da superfície sensora à atmosfera do forno e criar uma leitura artificial do Potencial de Carbono. O controlador, agindo com sua inteligência reduzirá o fluxo do gás de enriquecimento, resultando em condições de baixo teor de carbono ou descarbonetação. Adicionando-se ar ao espaço anular entre o elemento sensor e o revestimento de liga metálica, este acúmulo de fuligem é eliminada junto com os problemas de controle correspondentes.

As figuras mostradas no Apêndice A ilustra como estas duas técnicas são fornecidas em um sistema de controle convencional da MARATHON MONITORS. Os componentes mostrados fora do sistema de controle ilustrado estão disponíveis na MMI/MTH como um

sistema de ar de referencia e "queima de fuligem" ou como componentes individuais para montagem pelo cliente.

### **SECÃO 6.0**

#### **SISTEMAS DE MEDIÇÃO**

O modelo do sensor CARBONSEER 02 pode ser usado com qualquer sistema de medição de alta impedância. Em temperaturas de operação, a impedância do sensor é tipicamente de 10K-50K ohms. Sistemas de medição com impedância de entrada de 10 Meg ohms ou superior são recomendadas.

### **SECÃO 7.0**

#### **LISTA DE VERIFICAÇÃO DE PROBLEMAS (TROUBLESHOOTING).**

##### **Verifique o problema:**

- Verificar se o sistema de medição com Sonda de Oxigênio de fato discorda com uma técnica de medição alternativa (ex.: ALNOR DEW POINTER-medidor de ponto de orvalho, ANÁLISE DE SHIM STOCK - "chapinha").

##### **Testes de Instrumento e Medidor de Voltagem:**

- A temperatura indicada no termopar da Sonda de Oxigênio está dentro de  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  ( $250^{\circ}\text{F}$ ) do termopar de controle do forno.
- Fator de processo esta estabelecido ao valor apropriado (vide tabela de referência no manual do "CARBPRO").
- A leitura da milivoltagem de O<sub>2</sub> no instrumento esta compatível com a leitura simultânea de um medidor digital de voltagem dentro de  $\pm 6$  mV. O medidor digital de voltagem (milivoltmetro) deve ter uma precisão básica de 0,5% DC com 10 ohm de impedância mínima.
- Quando um fio do sensor é desconectado do bloco de terminais da mesma, a leitura no medidor digital de voltagem nos terminais da sonda não modifica mais de 2mV.
- Após a sonda passar por curto circuito por 15 segundos, a mesma retorna a sua leitura original,  $\pm 10$ mV, dentro de 30 segundos (conforme medido com o medidor de voltagem - milivoltmetro/multímetro).
- Os fios conectores estão limpos e com bom contato com os terminais do sensor?

**Testes do Ar de Referencia:**

- Ar de referência consiste de ar limpo do ambiente, livre de contaminantes (nunca ar comprimido). Tente fontes alternativas de ar de referencia se está em duvida.
- O fluxo do ar de referencia é de 0,5 a 1,0 CFH no medidor de vazão.
- O tubo de ar de referencia pode ser desconectado NO SENSOR e irá borbulhar em um copo de água (ar de referência está definitivamente chegando ao sensor).
- Com o instrumento em modo de controle manual e a leitura de milivoltagem de Oxigênio (02 mV) estável, desligando o ar de referência por 30 segundos não resultara na perda de mais do que 5mV no visor de milivoltagem de Oxigênio (02mV).

**Teste de Impedância:**

- Com o sensor no mínimo em 815°C (1500°F), o valor obtido no teste esta entre 0,1 a 50K ohm.
- Observação Visual (sempre remover o sensor a 1 polegada por minuto se o forno esta quente).
  - O conjunto sensor/revestimento não mostra nenhum acumulo significativo de fuligem ou outros depósitos.
  - O tubo principal de cerâmica do sensor esta fisicamente intacto.
  - Tubo de proteção não esta empenado.

**CONGRATULAÇÕES:**

Você adquiriu o melhor Sensor de Carbono no mercado internacional. Para utilizar as capacidades desta aparelho magnifico, observe as recomendações no manual de instruções. Remeta o cartão de registro quando você iniciar operação com o sensor. Se, na eventualidade seu aparelho falhar prematuramente, siga as seguintes instruções para podermos acatar sua reclamação:

- 1- Cuidadosamente preencher o formulário de reclamação, prestando o máximo de informação sobre as condições e a falha para que possamos expedir vossa reclamação e continuar a melhorar nosso produto.

2- Anexar ao formulário, o sensor intacto e na caixa original; e devolve-o a MARATHON/METALTECH.

Garantia - 12 meses:

Não há garantias, expressas ou subentendidas, incluindo as garantias de negociação e colocação para uso, fornecida pelo distribuidor exclusivo ou representante para os sensores de carbono de ZIRCONIA, exceto a garantia expressa contra os defeitos no material, e mão-de-obra descrita a seguir.

A MARATHON MONITORS INC. (MMI), como fabricante, garante o produto de estar livre de defeitos no material e mão-de-obra sob uso e serviço normal. A obrigação da MMI sob esta garantia é limitada para substituição ou reparo, a sua opção, dos sensores de carbono de zirconia aqui listados, se a falha ocorrer durante o período de validade da garantia. Se houver falha prematura remeter o sensor junto com o formulário na embalagem original à MMI. Quando a MMI receber irá examinar e se for aceito como defeituoso tomara uma atitude.

Não haverá nenhuma garantia no caso da quebra ser devido choque térmico ou mecânico. Adicionalmente, não haverá nenhuma garantia aplicável ao sensor o qual foi sujeito a abuso, negligência ou acidente. Qualquer sensor é coberto pela garantia de uso conforme indicado desde a data da instalação.

Para sensores operando a temperaturas elevadas, a garantia é reduzida conforme segue:

|                           |                |
|---------------------------|----------------|
| até 1010°C (1850°F)       | - 1 ano        |
| 1010-1065°C (1850-1950°F) | - 6 meses      |
| 1065-1120°C (1950-2050°F) | - 3 meses      |
| acima de 1120°C (2050°F)  | - sem garantia |

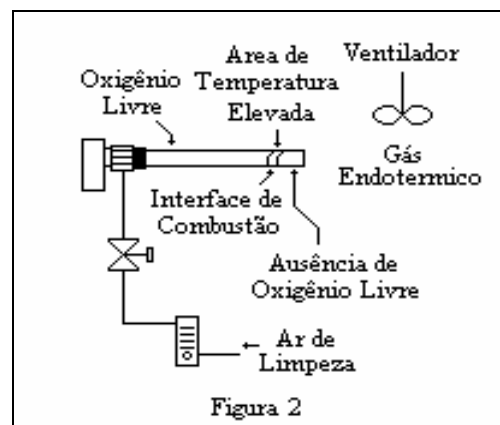
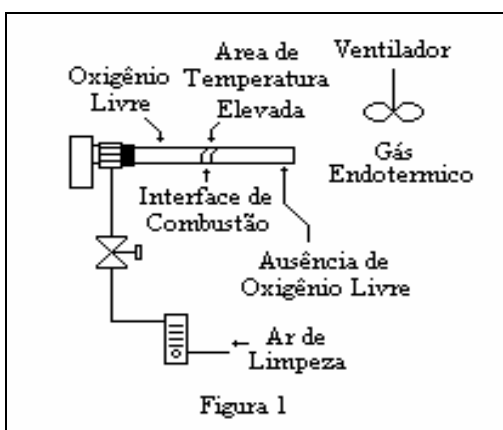
Esta garantia não será honrada a menos que o cartão de Garantia seja preenchido e devolvido à MMI\MTH e somente se o sensor for instalado de acordo com as especificações e os procedimentos da MMI conforme descritos nos manuais de operação/instalação. A MMI não será de modo algum, responsável por danos especiais ou conseqüente.

**APÊNDICE A****SISTEMA DE AUTO-LIMPEZA DO SENSOR DE OXIGÊNIO**

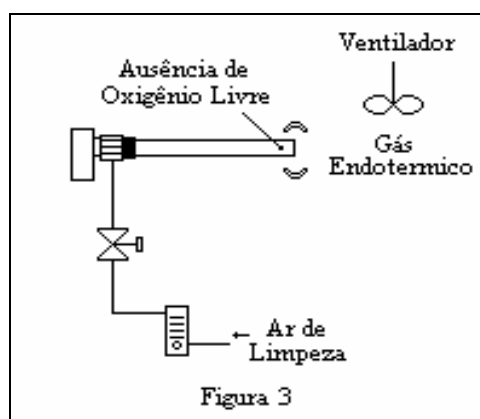
Fato: Acima de 80% das falhas do eletrodo do sensor de oxigênio são devidas ao excessivo acumulo de carbono no eletrodo externo.

A limpeza automática de sensores de oxigênio utilizando-se de "Ar de Limpeza" para a queima do acumulo de carbono pode ser feito com sucesso se as variáveis envolvidos no processo são compreendidas. Todos os seguintes itens contribuem ao processo, em ordem de importância:

- quantidade de ar adicionado para a queima;
- circulação de atmosfera do processo ao redor do sensor;
- localização e quantidade de carbono acumulada.



Quando o ar é forçado para dentro do tubo de proteção do sensor (figura 1), a reação de combustão entre o ar e a atmosfera do forno ocorre. A localização desta reação irá naturalmente estabilizar em um ponto de equilíbrio. É freqüentemente possível ver exatamente onde esta reação está acontecendo olhando o revestimento do sensor durante a queima. Um ponto quente marcará o local.



Se modificamos a quantidade de ar, o local da interface de combustão se modifica. Quanto mais alto a vazão de ar, mais afastado, no tubo de proteção do sensor a interface (quente) se movera (figura 2). Se ar suficiente é adicionado, a reação de combustão pode ser movida completamente para o lado de fora do sensor (figura 3).

Observe que a atmosfera na frente da interface não contém quantidade significativa de oxigênio livre, enquanto a atmosfera atrás da interface contém. A remoção de carbono sólido é muito mais eficiente se o oxigênio livre está presente para reagir com ele.

Isto significa que ar suficiente deve ser usado para empurrar a interface de combustão, no mínimo, até o eletrodo do sensor e, de preferência, um pouco além. Para julgar o nível de oxigênio livre, é necessário interpretar a milivontagem do sensor. Por exemplo, a 925°C (1700°F) os seguintes valores se aplicam :

| O <sub>2</sub> mV | % O <sub>2</sub>        |
|-------------------|-------------------------|
| 1150              | 9.9 x 10 <sup>-19</sup> |
| 700               | 3.6 x 10 <sup>-11</sup> |
| 100               | 0.43                    |

A quantidade de ar necessário em algumas instalações depende tremendamente da quantidade de atmosfera circulando no forno ao redor do sensor. Quanto maior a velocidade de circulação da atmosfera, maior será o ar necessário para deslocar a interface para fora da ponta do sensor. Um exemplo ocorrido nos mostrou que 20 CFH não foi o

suficiente para superar a circulação da atmosfera, mas quando o ventilador do forno foi desligado, menos de 2 CFH foi suficiente.

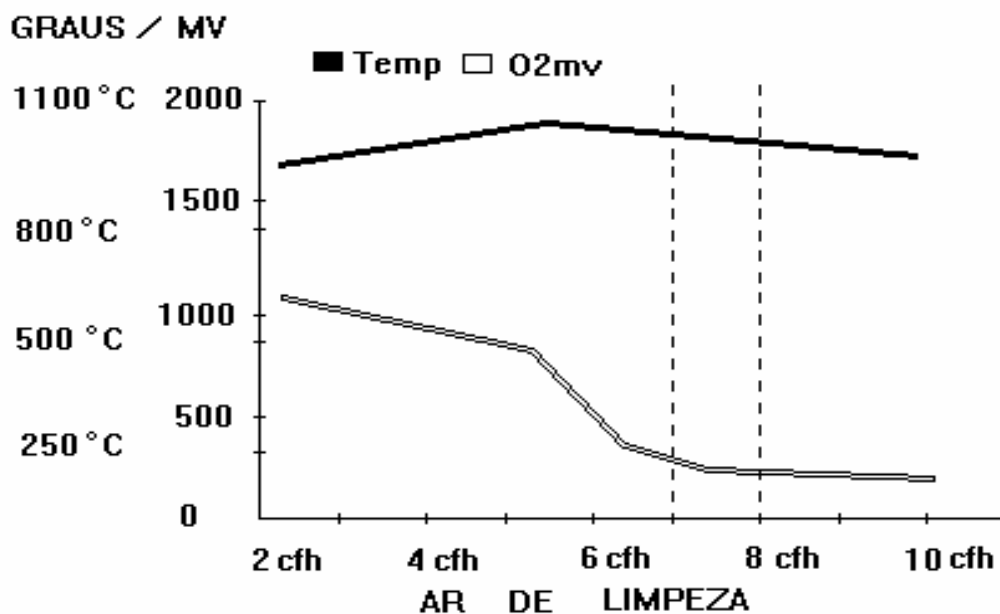


Figura 4

Se a reação de combustão é centralizada na ponta do sensor, um aumento de temperatura de 100°C (200 Graus Fahrenheit) pode ser observada no termopar do sensor. Cuidado deve ser tomado para conservar a ponta do sensor abaixo de 1010°C (1850°F), ou danos permanentes resultarão.

A determinação da vazão correta de ar é estimada relacionando a vazão utilizada na queima no sensor versus a milivoltagem (mV) do sensor. A Figura 4 é um exemplo típico dos dados obtidos no Software "Process Master" e utilizada para determinar a vazão correta (em CFH) para uma queima perfeita.

Na situação acima (figura 4), o fluxo de ar de 6-7 CFH seria selecionado porque isto fornece uma temperatura mais baixa bem como algum oxigênio livre na ponta do sensor. Se a quantidade de ar necessário é alto demais que interfere com o processamento do produto, o sensor deve ser recolocado a um local que tenha menos influência do sistema de circulação de gases.

A tempo de duração da queima do sensor é tipicamente de 3 a 6 minutos. A frequência da operação depende do grau em que o carbono esta sendo acumulado (3 a 6 vezes por dia é típico nas aplicações de fornos contínuos). Em aplicações de forno câmara (batch type), a queima deve ser feita no inicio de cada ciclo.

Para verificar sua eficácia, simplesmente remova o sensor após uma queima e examine-o.

## **APÊNDICE B**

### **TESTE DE DIAGNÓSTICO DO SENSOR DE OXIGÊNIO**

Fato: Mais de 60% de todos os sensores de oxigênio retornados em GARANTIA à MMI para avaliação, são simplesmente limpos; testados, encontrados funcionando perfeitamente e devolvidos para o cliente.

Não há, infelizmente, nenhum teste definitivo que prove que o sensor de oxigênio é absolutamente preciso. A única maneira de verificar que o sensor de oxigênio esta sendo preciso em sua leitura é compara-lo a um "SENSOR DE OXIGÊNIO DE REFERÊNCIA" exposto a mesma atmosfera. Entretanto, há vários testes que podem ser executados, qualquer um dos quais pode provar que o sensor não esta sendo preciso.

#### **TESTE DO AR DE REFERÊNCIA.**

Um fluxo constante do ar de referência (0.5-1.0 cfh) é necessário a todos os sensores de oxigênio MMI para manter a precisão nas leituras. Se esta vazão é interrompida, o milivoltagem gerada pelo sensor vai, naturalmente, cair a uma velocidade de menos de 20mV/minuto. Se a velocidade estiver entre 20 mV/minuto e 200 mV/minuto, ou ainda a direção da mudança esta para cima (milivoltagem subindo) ao invés de para baixo, uma rachadura estará presente no sensor a qual causará leituras incorretas. Se esta velocidade ultrapassar 200 mV/minuto, é muito provável que o sensor (tubo de zirconia) esteja completamente quebrado.

A maioria das rachaduras nos sensores de oxigênio são devido ao choque térmico durante a instalação ou remoção do mesmo do forno.

#### **TESTE DE IMPEDÂNCIA DO ELÉTRODO.**

O impedância do sensor de oxigênio é uma função da área superficial de contato do eletrodo, os materiais particularmente envolvidas, e a temperatura. Quanto menor a impedância, maior é a área superficial em contato ativo no eletrodo.

Um valor abaixo de 50K ohms à temperaturas acima de 815°C (1500° F) é considerado aceitável, enquanto valores mais altos indicam problemas.

Sensores novos quase sempre leiam mais baixo que sensores que já estão funcionando por um tempo e os resultados medidos a altas temperaturas são sempre mais baixos que os resultados medidos a baixas temperaturas.

Este teste não é válido abaixo de 760°C (1400° F).

### **TESTE DE RESPOSTA DO ELÉTRODO.**

Quando um sensor de oxigênio é submetido a um curto circuito, o mesmo é convertido de um aparelho medidor de oxigênio em uma "bomba de oxigênio". O oxigênio é transportado do lado do ar de referência do eletrodo para o lado da atmosfera do forno. Um eletrodo em curto circuito acumulará uma pequena quantidade de oxigênio livre ao redor do eletrodo externo. Quando o curto circuito é removido, a quantidade de tempo necessário para dissipar completamente o oxigênio e retornar o gás à interface do eletrodo a sua composição original é um parâmetro importante.

Para executar este teste, é necessário que o sensor seja curto circuitado por 15 segundos, remover o curto e medir a quantidade de tempo necessário para recuperar 99% da leitura original de milivoltagem. Se este tempo exceder 60 segundos nas temperaturas acima de 815°C (1500°F), o sensor está respondendo pobremente e a precisão do mesmo é questionável.

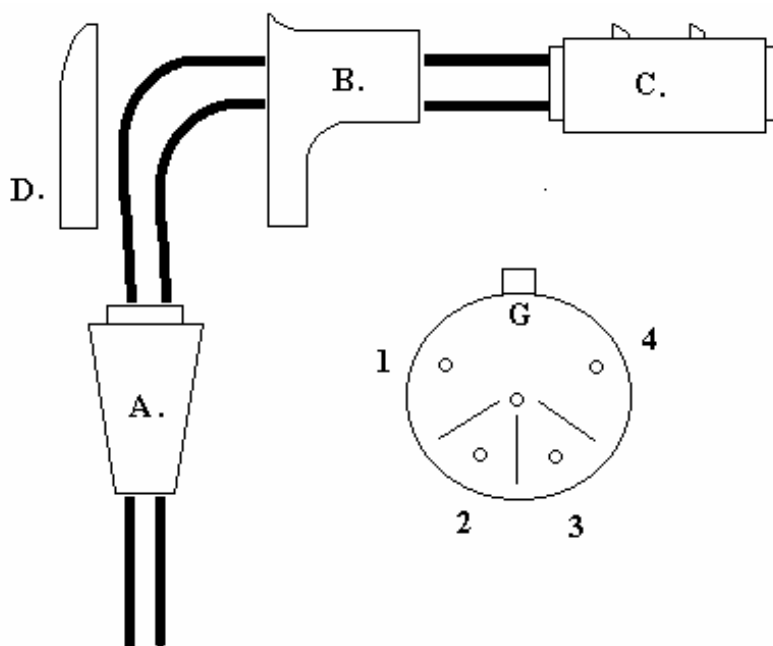
Se um sensor consegue passar todos os testes acima mas ainda está duvidoso, o próximo passo é remover o sensor e examiná-lo para verificar se há danos óbvios ou contaminação de carbono sólido (fuligem). Se o mistério ainda persistir, devolver o sensor à MMIMTH para avaliação.

## ATENÇÃO

Para aqueles usuários que desejam utilizar o conector padrão MMI / AACC para instalação das sondas siga atentamente estas instruções.

Este esquema tem a finalidade de eliminar as confusões na instalações dos sensores CARBONSEER, ULTRAPROBE, PICCOLO; CARBONSENSOR; e outros produzidos pela MMI / AACC e Metaltech.

### Esquema dos conectores macho e fêmea



- Pino # 1 - Sensor Negativo (-)**
- Pino # 2 - Sensor Positivo (+)**
- Pino # 3 - Termopar Negativo (-)**
- Pino # 4 - Termopar Positivo (+)**

Favor Verificar se o conector existente está de acordo com o desenho acima. Se, após conectar o plug, a temperatura no instrumento ler valor negativo a posição dos fios no plug deverá ser modificada.

Obs.: A Conexão dos fios do Termopar e Sonda, direta/e nos terminais do Sensor, sem a utilização de terminais (plugs) apresenta maior precisão e menor possibilidade de causar problemas ou adicionar erros.

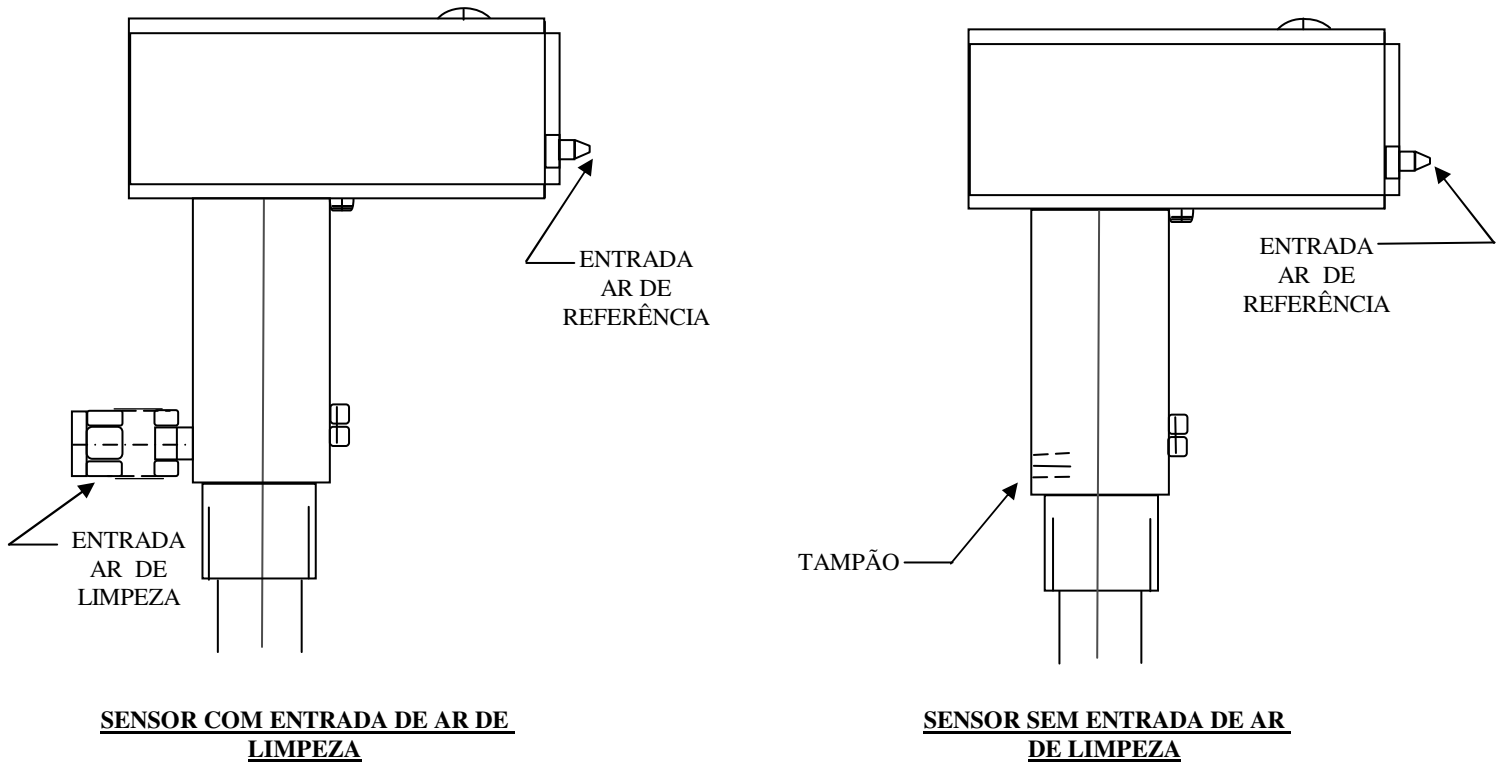
O cabeçote dos sensores possui uma entrada independente do conector p/ aqueles que desejam conectar direta/e nos terminais do cabeçote.

**AVISO IMPORTANTE:**

Os sensores modelo CARBONSEER foram alterados para permitir ao cliente escolher a possibilidade de ter, ou não, a entrada do ar de limpeza (nossa recomendação é de **sempre** interligar o ar de limpeza no sensor com comando automático de funcionamento).

Os sensores são fornecidos com um tampão de vedação (1/8") na entrada do ar de limpeza e um conjunto de conexões para substituir o tampão (plug), se o ar de limpeza vir a ser utilizado.

A figura abaixo mostra a localização do plug e conexão:



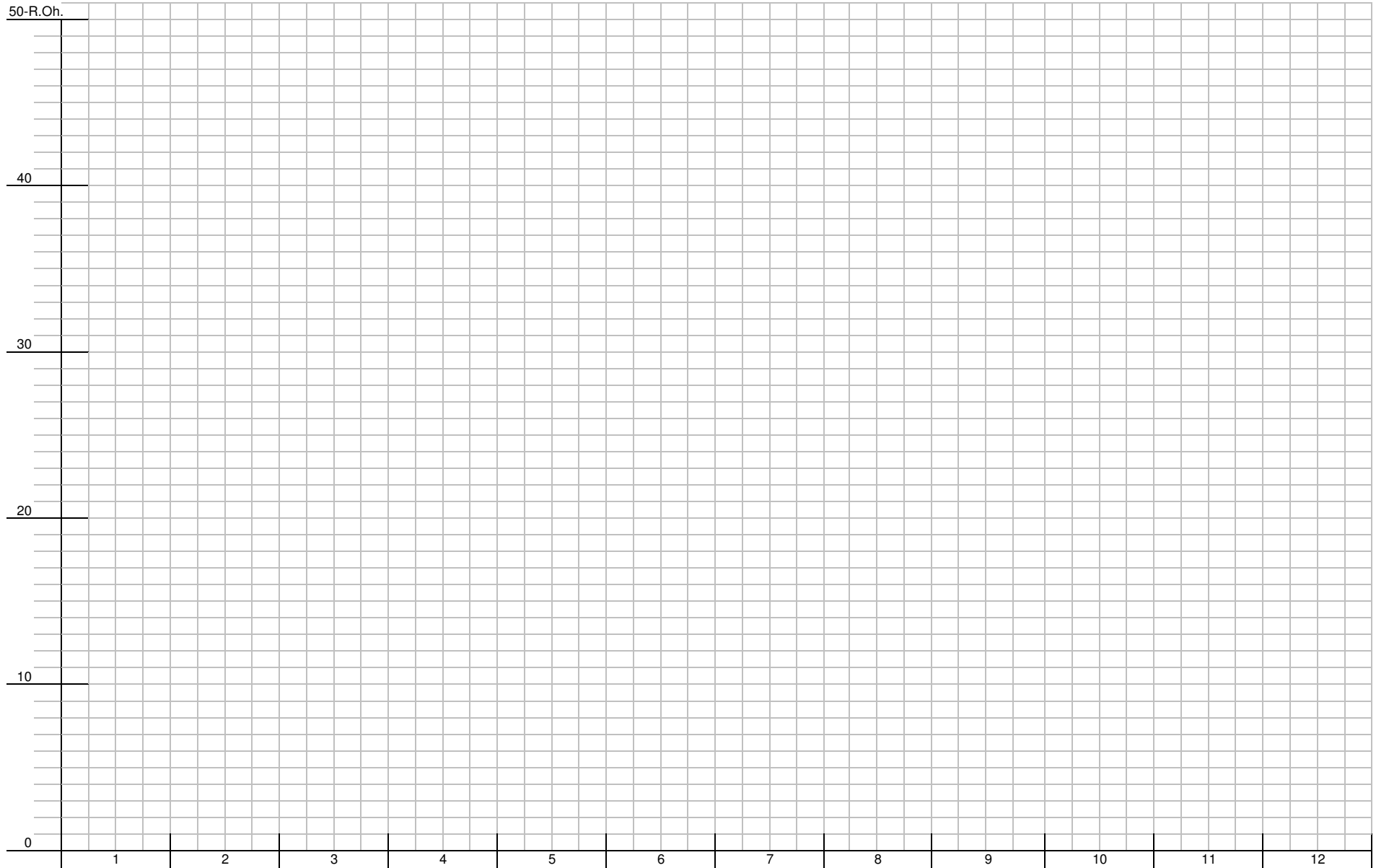
**NOTAS:**

- O CARBOSEER é construído de maneira que o tubo externo é parte integrante da montagem. Jamais tente separá-lo. Se o fizer irá desmontar o sensor e invalidar a garantia.
- Após a fabricação o sensor foi testado e submetido a altas temperaturas, o que pode causar alguma descoloração no tubo externo.

# HISTÓRICO DE RESISTÊNCIA OHMICA DO SENSOR

Para Temperatura de 800 À 900°C

Nº de Série: \_\_\_\_\_ Data da Instalação: \_\_/\_\_/\_\_ Forno: \_\_\_\_\_ Temperatura do Teste \_\_\_\_\_ °C (deve ser sempre a mesma)



*Tempo em Meses*

**OBS.** O teste de resistência ohmica, deverá ser executado sempre na mesma temperatura, semanalmente e com o forno estável por no mínimo 30 minutos. (Temperatura e Atmosfera).

**IMPORTANTE:** A garantia perde a validade se este documento não estiver corretamente preenchido durante visitas de nosso pessoal técnico, e se não for enviado junto com o sensor quando de eventual manutenção em GARANTIA.

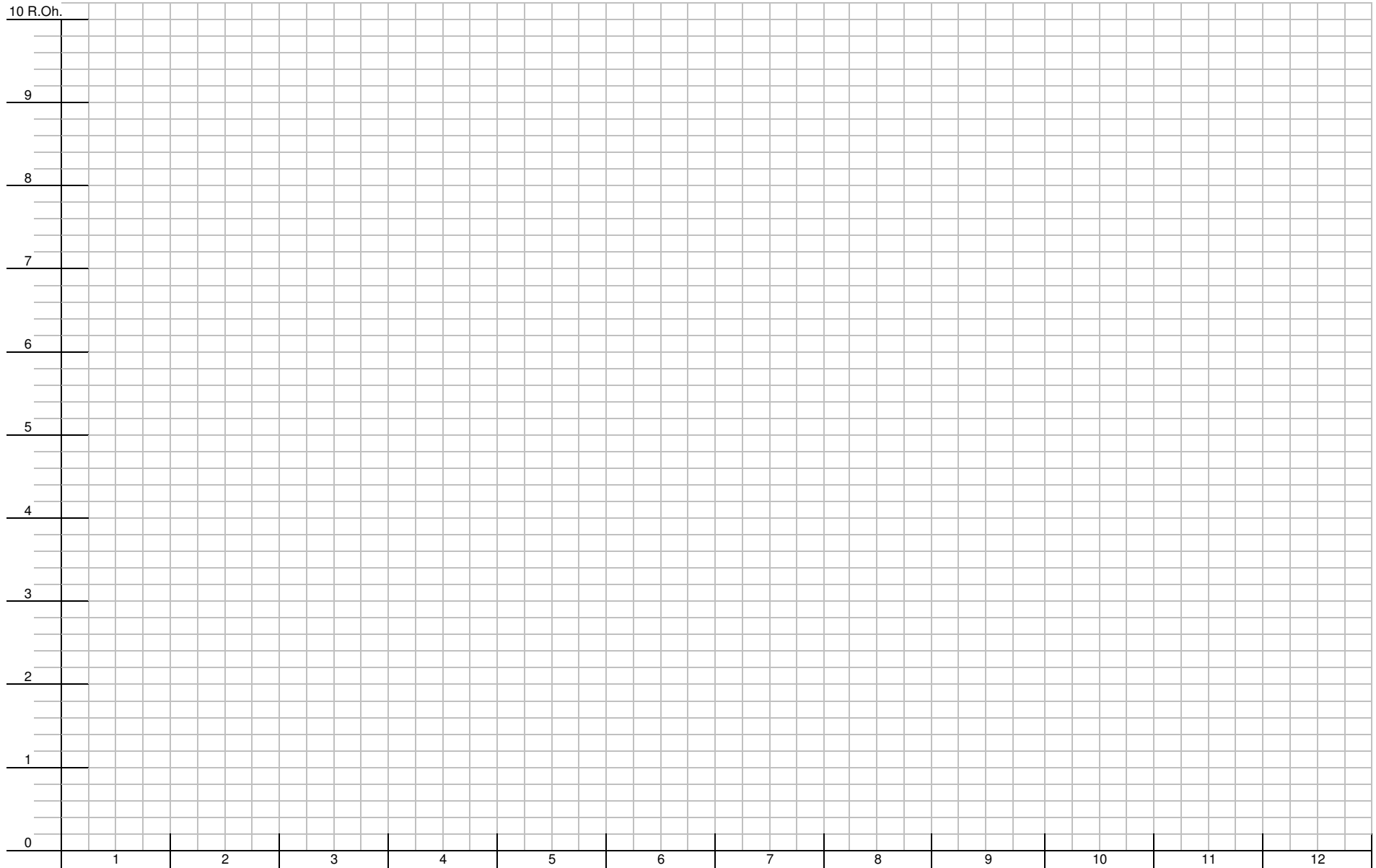
**METALTECH SOROCABA EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS LTDA.**

Rua Artur Gomes, 427, Centro - Sorocaba/SP - CEP: 18035-490 - Tel: (15) 224-2466 Fax: (15) 224-2817 site: [www.metaltech.com.br](http://www.metaltech.com.br)

# HISTÓRICO DE RESISTÊNCIA OHMICA DO SENSOR

Para Temperatura de 901 À 1000°C

Nº de Série: \_\_\_\_\_ Data da Instalação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Forno: \_\_\_\_\_ Temperatura do Teste \_\_\_\_\_ °C (deve ser sempre a mesma)



*Tempo em Meses*

**OBS.** O teste de resistência ohmica, deverá ser executado sempre na mesma temperatura, semanalmente e com o forno estável por no mínimo 30 minutos. (Temperatura e Atmosfera).

**IMPORTANTE:** A garantia perde a validade se este documento não estiver corretamente preenchido durante visitas de nosso pessoal técnico, e se não for enviado junto com o sensor quando de eventual manutenção em GARANTIA.