

## MECANIZAÇÃO “PERSONALIZADA” DO MÉTODO DE ADIÇÃO DE AREIA REFROTÁRIA ÀS PANEAS DE AÇO EM ACIARIA\*

Anibal Lavinas <sup>(1)</sup>  
Rodrigo Veroneze <sup>(2)</sup>  
Osmar Pereira <sup>(3)</sup>  
João Altenir Lopes <sup>(4)</sup>  
Cláudio Antônio G. Valadares <sup>(5)</sup>

### Resumo

O momento da abertura da panela de aço no lingotamento contínuo é crucial para a continuidade do processo de aciaria. Qualquer falha no estabelecimento do livre fluxo de aço significa prejuízo ao sincronismo, que pode variar desde o simples atraso na produção até a parada da máquina de lingotamento, sem mencionar o aumento no risco potencial de acidentes durante a operação de abertura forçada a oxigênio. Entre os inúmeros fatores conhecidos como causas da “não abertura instantânea” estão os erros e imprecisões na operação de selagem da válvula-gaveta com areia refratária. Para reduzir esta influência negativa, soluções personalizadas para cada aciaria são projetadas na forma de sistemas eletromecânicos com diferentes níveis de automação. Na aciaria onde se situa o objeto deste trabalho, o método original de adição do insumo consistia na adição manual da areia através de um tubo de aço com a panela na posição vertical, porém os resultados eram precários devido à grande incidência de queda de detritos de escória no interior da válvula, aumento no consumo de areia, raio de distribuição do material aleatória sobre a válvula. O método foi modificado para a adição com a panela em posição inclinada, reduzindo somente a queda de detritos na região da válvula, porém ainda envolve esforço físico, aumento de calor por radiação, radiação luminosa e a exposição de dois operadores aos riscos, simultaneamente.

Este trabalho descreve a solução encontrada para a implantação de um mecanismo versátil, capaz de adicionar a areia refratária à panela de aço mesmo com esta ainda pendente na ponte-rolante, em posição inclinada de um ângulo de até 50°, acionado e monitorado remotamente. São destacadas as características de adaptação ao ambiente desfavorável. Benefícios ao sincronismo da operação, ergonomia, segurança operacional e regularidade dos resultados são esperados da sua implantação.

**Palavras-chave:** Selagem de válvula-gaveta, Panela de aço líquido, Equipamento de Adição de Areia.

## CUSTOMIZATION OF THE LADLE NOZZLE SANDING METHOD IN THE STEEL MILL

### Abstract

The ladle sliding gate opening in the continuous casting is crucial for the continuity of casting process of liquid steel. Any failure in the establishment of the free flow of steel means losses to the timing, which can vary from a simple delay in production to the stop of the continuous casting machine, not to mention the increase in the potential risk of accidents during the operation of forced opening of the sliding gate with oxygen. Among the many factors known as the causes of "non-free opening" are the errors and inaccuracies in the operation of sanding the sliding gate nozzle with refractory sand. To reduce this negative influence, customized solutions for each steel plant are designed in the form of electromechanical systems with different levels of automation. In the melt shop, where the object of this work is located, the original sanding method consisted of the manual addition of the sand through a funnel steel pipe with the ladle in the vertical position, but the results were precarious due to the large incidence of debris falling from slag line inside the sliding gate bore. The method was modified for the addition with the ladle in an inclined position, reducing the drop-in debris in the sliding gate region, but still involves the physical effort and exposure to the risk of two operators simultaneously.

This work describes the solution found for the implantation of a versatile mechanism, able to do the ladle sanding even with the ladle still pending by the crane, in an inclined position of an angle of up to 50°, triggered and monitored remotely. The characteristics of adaptation to the unfavorable environment are highlighted. Benefits to the timing of the operation, ergonomics, operational security and regularity of the results are expected from your deployment.

**Keywords:** Free opening ladle, steelmaking, equipment, sanding, sand filling.

- <sup>1</sup> *Engenheiro Mecânico - UFF, Gerente Técnico, CARBOOX Resende Química Ind. Com Ltda, Resende, RJ, Brasil.*
- <sup>2</sup> *Engenheiro de Produção / MBA em Gestão estratégia e Green Belt, Gerente Industrial, CARBOOX, Resende, RJ, Brasil*
- <sup>3</sup> *Projetista Mecânico, Encarregado de Manutenção e Projetos - CARBOOX Resende Química Ind. Com Ltda, Resende, RJ, Brasil.*
- <sup>4</sup> *Engenheiro Mecânico, Curso de Especialização em Engenharia Mecatrônica - UERJ, Mestrando em materiais – UNIFOA, Projetista de Máquinas e Equipamentos, J.A.Lopes Engenharia & Projetos ME, Volta Redonda, RJ, Brasil.*
- <sup>5</sup> *M. Sc, CQE/ASQ, Engenheiro Metalurgista, Assessoria Estratégica da CARBOOX Resende Química Ind. Com Ltda, Resende, RJ, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Processo de selagem mecanizada de painéis de aço

O processo de selagem mecanizada tem sido adotado em escala cada vez maior, mundialmente, em substituição aos processos manuais, considerados inseguros, anti-ergonômico e imprecisos.

Na adição mecanizada o processo ocorre de forma semiautomática, utilizando-se de um sistema de armazenagem do insumo a granel, sistema de adição por dutos tubulares para condução do material ao interior da panela, controle da operação por painel remoto e sistema de monitoramento e gravação de imagens por vídeo.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Sistema proposto

A solução proposta para realizar adição em panela com ângulos entre 40° e 50°, será apresentada abaixo:

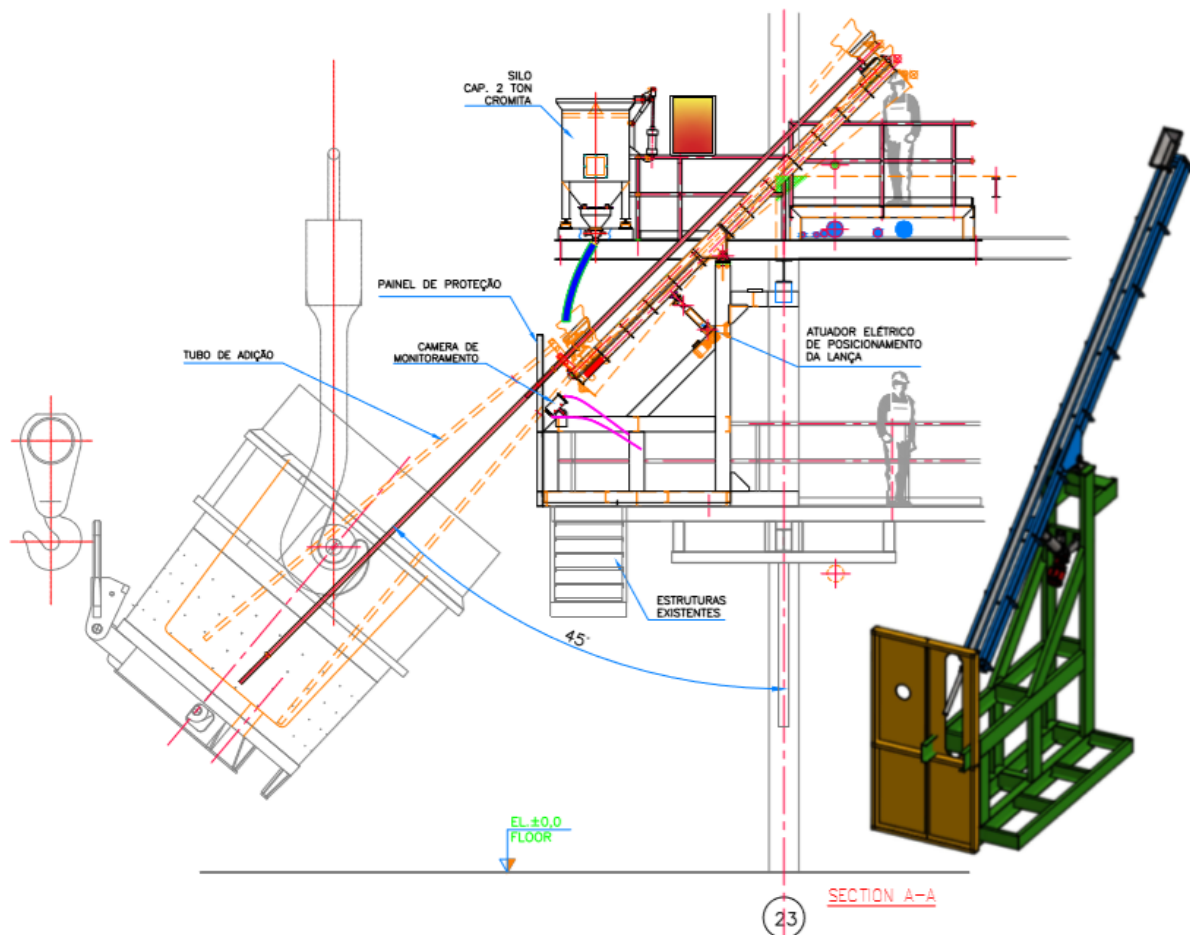


Fig. 1. Máquina de adição de Areia Refratária em Panela de Vazamento

**Contenção da areia** - Silo em aço carbono com tampa acionada pneumaticamente, preservando o produto contra contaminações, tela para retenção de impurezas grosseiras, sistema de controle de nível, sistema de aquecimento (remover umidade) e amortecimento de vibrações, preservando o produto contra a segregação granulométrica;

**Dosagem da adição** - através de válvula dosadora temporizada eletronicamente;

**Controle** – Painel remoto para controle da operação de adição, com a opção "manual" e "automático", instalado em local definido pelo cliente.

Sistema de controle via PLC e inversores de frequência para um processo seguro e dosagem controlada.

**Monitoramento** – Geração e gravação de imagens da operação de adição de areia - com câmera digital 32x zoom, gerando a imagem do interior da panela de aço;

**Posicionador de panela** – Sistema de posicionamento com indicadores a laser e sistema de vídeo remoto para indicar ao operador da ponte a posição exata para realizar adição, conforme figura 2.

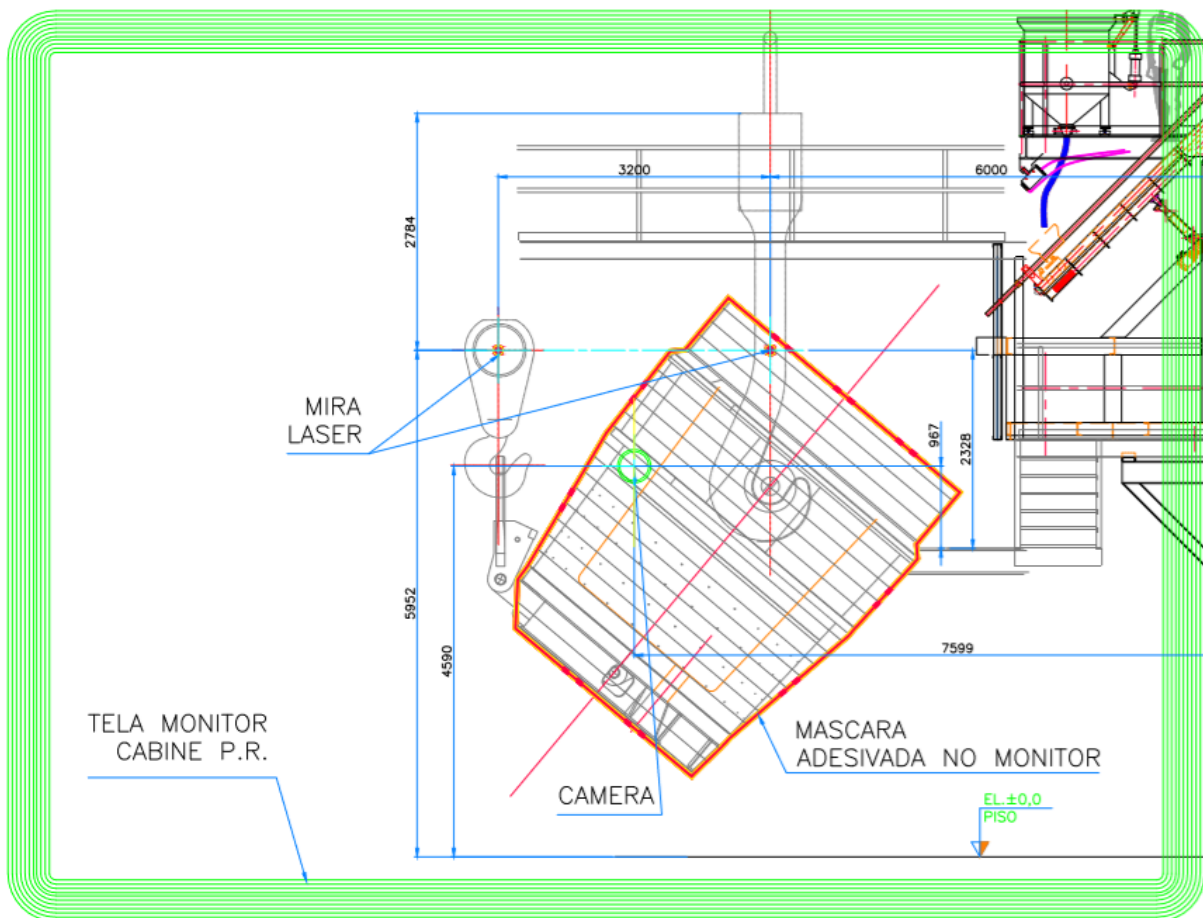


Fig. 2. Vista do operador de ponte - Laser e câmera de posicionamento panela

**Segurança** - Abertura do silo com acionamento remoto (elimina uso de escadas e abertura da tampa em manual pelo operador);  
Reduz a exposição do operador no momento de adição;  
Sistema visual (giroflex), acionado quando o equipamento está em funcionamento, minimizando os riscos de acidente com ponte rolante.

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Avaliação dos tempos envolvidos no processo de adição

Para simular o processo, o mais próximo possível da realidade e utilizando o equipamento objeto deste estudo, foi fabricado um dispositivo metálico, com a geometria semelhante à de uma válvula de panela considerando os ajustes de trabalho (40°, 45° e 50°), onde o equipamento realizou adições cronometradas do início ao final do fluxo de areia.



Fig. 3. Dispositivo metálico para simulação do processo de adição



Fig. 4. Pré-montagem e teste Máquina de adição

Durante o processo de adição simulada, realizamos 20 adições nos ângulos de trabalho já mencionados. Consideramos que haverá 2 ciclos de medição, para garantir as premissas de nosso projeto.

As medições realizadas abaixo, no primeiro ciclo, demonstram que independente do ângulo de adição, a quantidade de areia adicionada sempre se mantém a mesma, porém os tempos apresentados estão acima do desejável para o sincronismo dos processos de Aciaria.

Primeiro ciclo de adição											
Nº adições	Ângulo adição	Quant. Adicionada (kg)	Tempo de adição (segundos)	Nº adições	Ângulo adição	Quant. Adicionada (kg)	Tempo de adição (segundos)	Nº adições	Ângulo adição	Quant. Adicionada (kg)	Tempo de adição (segundos)
1	40º	30,02	47,02	1	45º	30,07	46,06	1	50º	30,01	46,06
2	40º	30,02	47,02	2	45º	30,03	46,05	2	50º	30,07	46,05
3	40º	30,03	47,06	3	45º	30,02	46,05	3	50º	30,04	46,04
4	40º	30,02	47,03	4	45º	30,05	46,06	4	50º	30,03	46,07
5	40º	30,03	47,07	5	45º	30,02	46,07	5	50º	30,02	46,06
6	40º	30,01	47,09	6	45º	30,01	46,06	6	50º	30,01	46,07
7	40º	30,03	47,01	7	45º	30,05	46,07	7	50º	30,06	46,01
8	40º	30,01	47,06	8	45º	30,04	46,06	8	50º	30,06	46,02
9	40º	30,01	47,00	9	45º	30,06	46,08	9	50º	30,04	46,02
10	40º	30,01	47,01	10	45º	30,06	46,06	10	50º	30,02	46,00
11	40º	30,03	47,09	11	45º	30,06	46,07	11	50º	30,05	46,01
12	40º	30,01	47,02	12	45º	30,03	46,07	12	50º	30,07	46,00
13	40º	30,00	47,01	13	45º	30,03	46,09	13	50º	30,06	46,06
14	40º	30,01	47,01	14	45º	30,01	46,08	14	50º	30,06	46,04
15	40º	30,04	47,07	15	45º	30,01	46,08	15	50º	30,06	46,04
16	40º	30,04	47,01	16	45º	30,01	46,06	16	50º	30,05	46,04
17	40º	30,02	47,01	17	45º	30,06	46,06	17	50º	30,04	46,01
18	40º	30,02	47,04	18	45º	30,03	46,07	18	50º	30,06	46,02
19	40º	30,04	47,04	19	45º	30,06	46,08	19	50º	30,01	46,06
20	40º	30,03	47,07	20	45º	30,01	46,09	20	50º	30,06	46,00
<b>Maior Valor:</b>		30,04	47,09	<b>Maior Valor:</b>		30,07	46,09	<b>Maior Valor:</b>		30,07	46,07
<b>Menor Valor:</b>		30,00	47,00	<b>Menor Valor:</b>		30,01	46,05	<b>Menor Valor:</b>		30,01	46,00
<b>Média:</b>		30,02	47,04	<b>Média:</b>		30,04	46,07	<b>Média:</b>		30,04	46,03

Tabela 1. 1º Ciclo de adição – Quantidade de areia adicionada em cada ângulo de trabalho

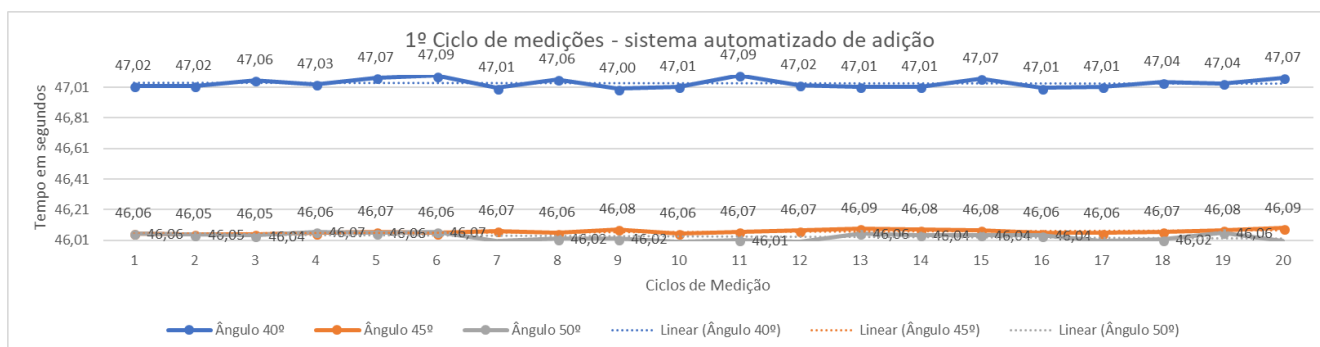


Gráfico 1. 1º Ciclo de adição – Tempos de adição nos ângulos de 40°, 45° e 50°

Foram realizados os ajustes necessários no sistema de condução da areia, e em seguida realizado um segundo ciclo de medições, que demonstra a obtenção de resultados sensivelmente mais adequados à função do equipamento na Aciaria.

Segundo ciclo de adição											
Nº adições	Ângulo adição	Quant. Adicionada (kg)	Tempo de adição (segundos)	Nº adições	Ângulo adição	Quant. Adicionada (kg)	Tempo de adição (segundos)	Nº adições	Ângulo adição	Quant. Adicionada (kg)	Tempo de adição (segundos)
1	40º	30,04	20,06	1	45º	30,04	20,05	1	50º	30,05	19,07
2	40º	30,00	20,05	2	45º	30,04	20,03	2	50º	30,02	19,08
3	40º	30,05	20,06	3	45º	30,04	20,03	3	50º	30,01	19,06
4	40º	30,04	20,05	4	45º	30,06	20,03	4	50º	30,05	19,07
5	40º	30,05	20,06	5	45º	30,03	20,04	5	50º	30,03	19,04
6	40º	30,04	20,05	6	45º	30,06	20,04	6	50º	30,01	19,09
7	40º	30,03	20,06	7	45º	30,07	20,03	7	50º	30,02	19,06
8	40º	30,06	20,08	8	45º	30,04	20,01	8	50º	30,05	19,05
9	40º	30,06	20,06	9	45º	30,04	20,00	9	50º	30,02	19,04
10	40º	30,06	20,08	10	45º	30,01	20,03	10	50º	30,06	19,07
11	40º	30,06	20,04	11	45º	30,03	20,02	11	50º	30,01	19,05
12	40º	30,02	20,06	12	45º	30,02	20,00	12	50º	30,01	19,07
13	40º	30,01	20,07	13	45º	30,02	20,03	13	50º	30,05	19,09
14	40º	30,02	20,05	14	45º	30,02	20,04	14	50º	30,01	19,08
15	40º	30,04	20,06	15	45º	30,04	20,00	15	50º	30,04	19,05
16	40º	30,01	20,06	16	45º	30,00	20,03	16	50º	30,00	19,07
17	40º	30,04	20,08	17	45º	30,01	20,01	17	50º	30,02	19,04
18	40º	30,03	20,05	18	45º	30,04	20,04	18	50º	30,03	19,06
19	40º	30,03	20,05	19	45º	30,02	20,04	19	50º	30,04	19,06
20	40º	30,01	20,08	20	45º	30,04	20,04	20	50º	30,00	19,07
<b>Maior Valor</b>		30,06	20,08	<b>Maior Valor</b>		30,07	20,05	<b>Maior Valor</b>		30,06	19,09
<b>Menor Valor</b>		30,00	20,04	<b>Menor Valor</b>		30,00	20,00	<b>Menor Valor</b>		30,00	19,04
<b>Média</b>		30,04	20,06	<b>Média</b>		30,03	20,03	<b>Média</b>		30,03	19,06

Tabela 2. 2º Ciclo de adição – Quantidade de areia adicionada em cada ângulo de trabalho

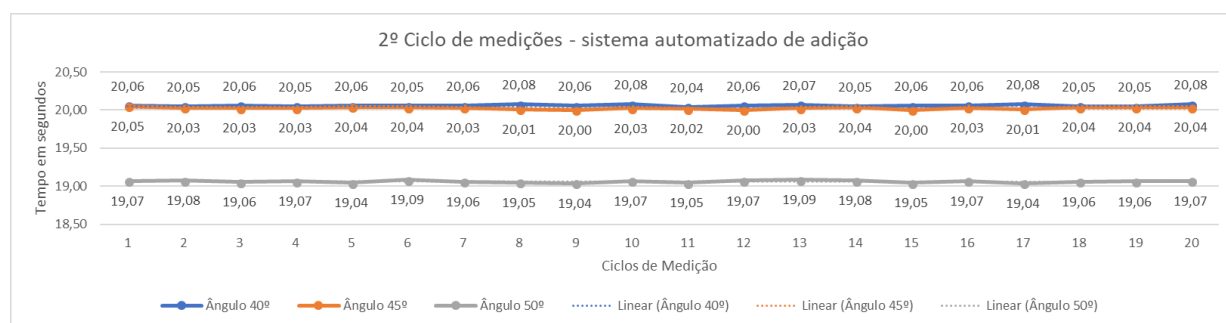


Gráfico 2. 1º Ciclo de adição – Tempos de adição nos ângulos de 40º, 45º e 50º

### 3 CONCLUSÃO

O mecanismo proposto para solucionar a situação encontrada na aciaria, mostra-se adequado em testes de validação, em todos os aspectos considerados.

Notadamente, foi obtida uma otimização dos tempos envolvidos na operação através do redesenho do sistema de condução de areia refrataria.

Desta forma o equipamento traz benefícios em termos de segurança operacional, precisão na execução da operação, perspectiva de redução de consumo de areia refrataria e uma redução no tempo de execução da tarefa.

Com estes requisitos, pode-se esperar também um ganho no índice de aberturas livres entre 0,5% e 1,0%, que será possível medir após a instalação do equipamento na planta industrial.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos os profissionais envolvidos na construção deste projeto, desde sua fase de concepção até os envolvidos no momento do *startup*.

## REFERÊNCIAS

- 1 M. Santos, F. J. Silva, Y. Nobuyuki, I. Toshihiro. Mecanismo de válvula gaveta - R SERIES. ABM Week – 46° Aciaria (ISSN 1982-9345). 2015.
- 2 Proenza, F., 1996, Manual Protec do projetista de máquinas. 71 ed. Editora F.Proenza, São Paulo.
- 3 R. Veroneze, O. Pereira, Manual de instalação e operação CARBO-MAQ Escopan.