



# ADIÇÃO AUTOMÁTICA DE AREIA DE VEDAÇÃO EM PANELAS DE AÇO DA ACIARIA DA CSN, PARA ABERTURA INSTANTÂNEA DE VÁLVULAS GAVETA<sup>1</sup>

Sandro Sibucks<sup>2</sup>  
Bruno César Calazans de Andrade<sup>3</sup>  
Pedro Victor de Araujo<sup>4</sup>  
Charles Galiano<sup>5</sup>

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo, demonstrar o desenvolvimento e instalação do sistema automático de adição de areia de vedação, para abertura instantânea de válvulas gaveta de panelas de aço na aciaria da CSN, visando eliminar os riscos ergonômicos e condições inseguras durante a operação de adição manual.

**Palavras chave:** Areia; Panelas; Abertura; Instantânea.

## AUTOMATIC ADDITION OF SAND SEAL IN STEEL LADDLES AT CSN'S STEEL PLANT, FOR INSTANTANEOUS OPENNING OF SLIDE GATE

## Abstract

This work has as objective to demonstrate the development and installation of automatic system of addition of sand seal, for instantaneous opening of slide gates of steel ladles at CSN's Steel Plant, as well as the elimination of ergonomic risk for operators during the operation of manual addition.

**Words key:** Sand, Ladle, Opening, Instantaneous.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 41º Seminário de Aciaria – Internacional, 23 a 26 de maio de 2010, Resende, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Técnico de Desenvolvimento Especialista da Gerência de Suporte Operacional da Metalurgia do Aço da CSN (GOS/GGMA), Volta Redonda – RJ;

<sup>3</sup> Engenheiro de produção da Gerência de Suporte Operacional da Metalurgia do Aço da CSN (GOS/GGMA), Volta Redonda – RJ;

<sup>4</sup> Técnico de Desenvolvimento Especialista da Gerência de Suporte Operacional da Metalurgia do Aço da CSN (GOS/GGMA), Volta Redonda – RJ;

<sup>5</sup> Supervisor de Produção da Gerência de Suporte Operacional da Metalurgia do Aço da CSN (GOS/GGMA), Volta Redonda – RJ.



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Material Refratário Granulado para Preenchimento de Válvula Gaveta (Areia de Vedação)

Com o objetivo de permitir o escoamento de aço líquido após a abertura da válvula gaveta das panelas e evitar a solidificação do aço, a válvula interna é preenchida com material refratário granulado, conhecido como areia de vedação, conforme mostrado na Figura 1.

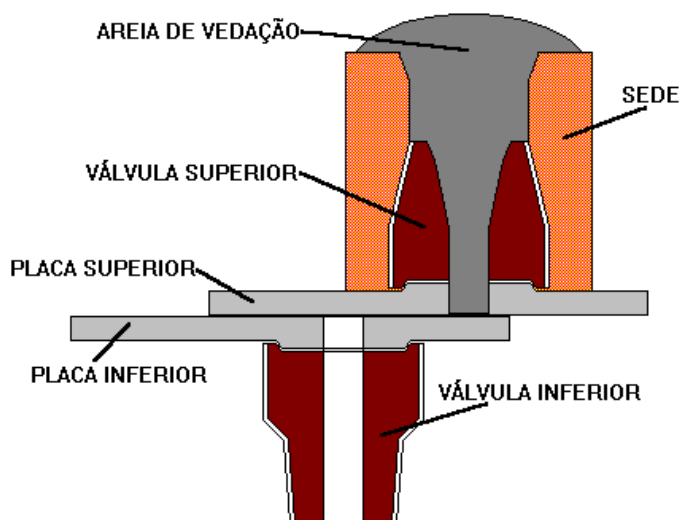


Figura 1 – Sistema de vazamento da panela de aço da CSN.

### 1.2 Características Básicas do Material

- **Grau de sinterização controlado:** o material em contato com o aço líquido sinteriza uma fina camada, que se rompe após a abertura da válvula gaveta, devido a pressão ferrostática, permitindo o fluxo de aço líquido para o distribuidor no ligotamento contínuo;
- **Baixa molhabilidade:** esta característica garante o mínimo de penetração de aço líquido entre as partículas do material;
- **Elevada fluidez:** após a abertura da válvula gaveta o material, pelo efeito da gravidade, cai e é importante que isto ocorra com o menor atrito possível para evitar obstrução no interior da válvula da panela.
- **Baixa expansão térmica:** a sede de válvula e a válvula interna são formadas por materiais refratários de baixo grau de deformação, a expansão da areia de vedação pode ocasionar trincas nos refratários da panela de aço.



### 1.3 Composição Química da Areia de Vedação

A areia de vedação é um material a base de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e cromita ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) conforme mostrado a Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da areia de vedação

Valores	$\text{SiO}_2$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	Ctotal
Mínimo	28,80	28,00	9,70	9,50	8,50	-	0,10
<b>Médio</b>	<b>32,20</b>	<b>31,40</b>	<b>12,20</b>	<b>12,00</b>	<b>11,00</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>
Máximo	35,60	34,80	14,70	14,50	13,50	0,60	0,20

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Identificação do Problema

Durante a análise crítica dos indicadores da gerência, foi detectado um grande número de faltas de operadores na célula coordenação, o que acarretava a realização de horas extras devido ao alto índice de absenteísmo.

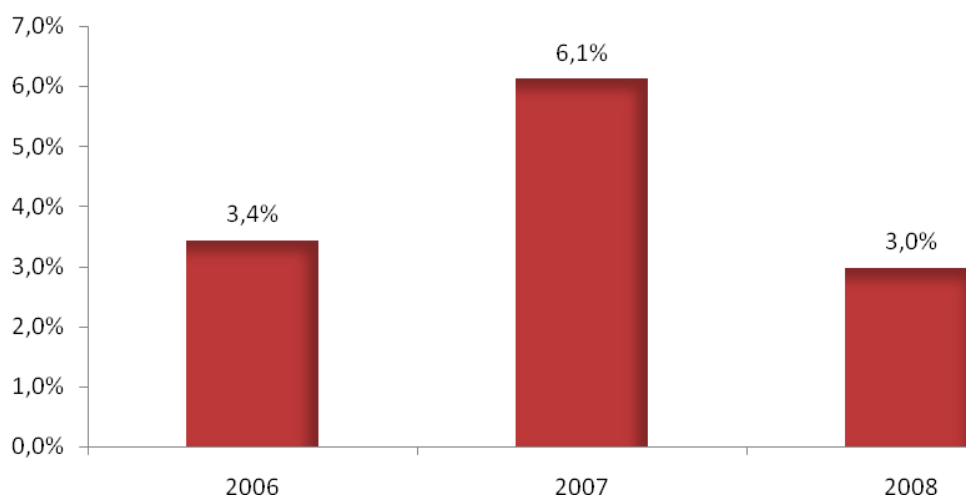


Figura 2 - Histórico do absenteísmo de operadores na célula coordenação.

Analisando a Figura 2, podemos notar uma queda no índice de absenteísmo em 2008, isto se deve a renovação de mão de obra ocorrida na célula coordenação onde foram contratados sete novos operadores, deles cinco foram alocados como colocadores de areia que conforme mostramos na Figura 3, foi a função com maior índice de absenteísmo na célula em 2007. A célula coordenação possui quatro funções: colocador de areia, carro panela, ativador e líder.

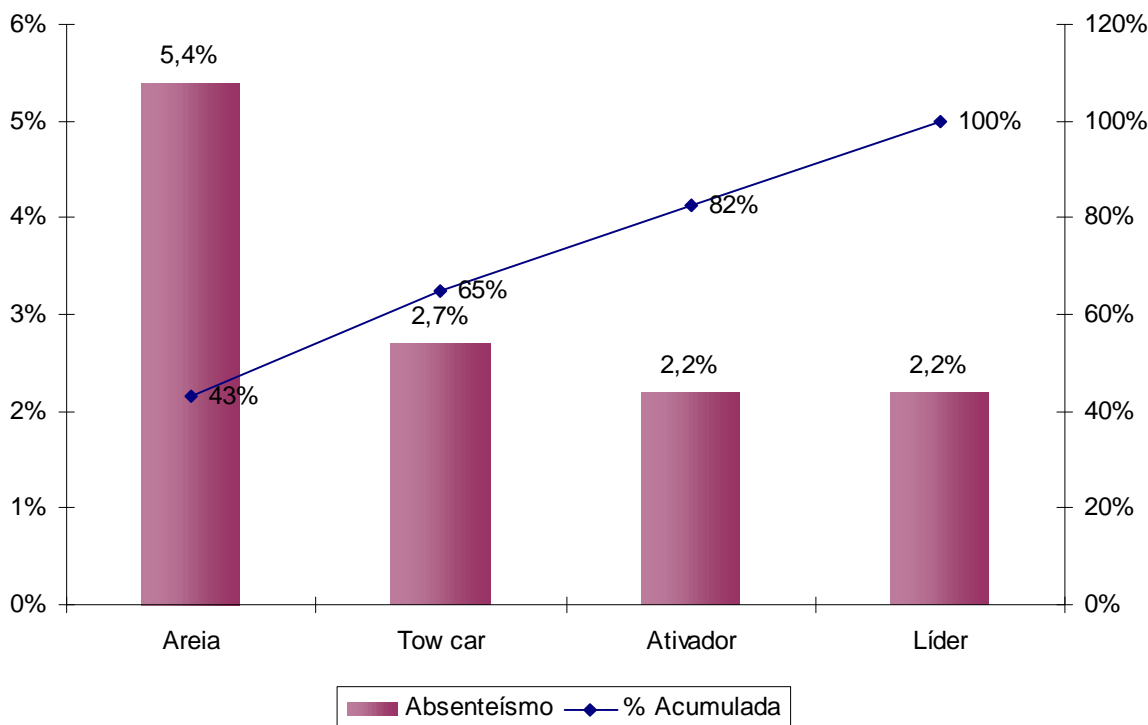


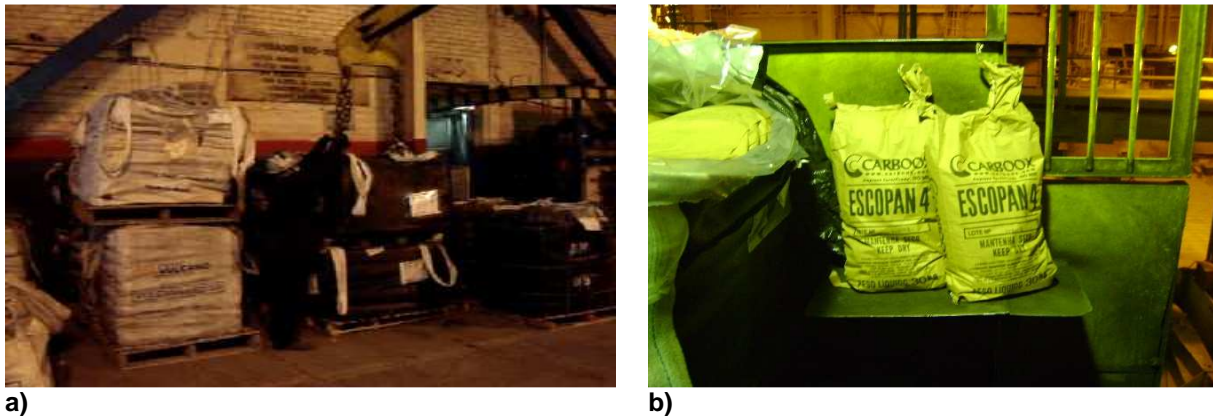
Figura 3 – Índice de absenteísmo por função na célula coordenação em 2007.

## 2.2 Observação

Visando identificar os motivos para o elevado índice de problemas lombares dos operadores de colocação de areia, foi feita a análise crítica de todas as atividades realizadas por estes colaboradores.

### 2.2.1 Fornecimento da areia de vedação

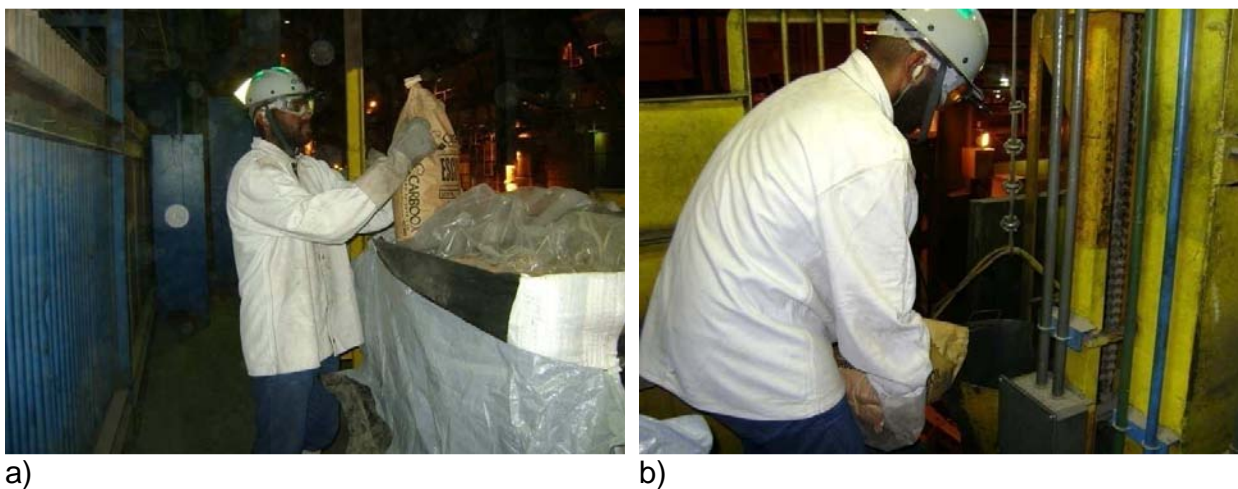
A areia de vedação é fornecida em sacos de papel multifolhados de 30 kg cada, acondicionados em bags de 1.500 kg sobre pallets de madeira, através do sistema de abastecimento da CSN. Os bags de areia são transportados com auxílio da Ponte Rolante de produção nº 185 e jigue específico, da área de abastecimento no piso para a plataforma de adição de areia com acompanhamento do operador. Neste momento, a Ponte Rolante deixa de atender a atividade principal que é o transporte das placas de aço para preparação e tratamento de refino. A Figura 4 mostra como é feito o abastecimento da areia de vedação para adição manual na ala de corridas da CSN.



a) b)  
**Figura 4** – a) Abastecimento da plataforma com bags de 1,5 ton, b) sacos de papel de 30 Kg.

### 2.2.2 Procedimento para adição da areia de vedação

A areia de vedação é adicionada em todas as painéis antes do vazamento do aço líquido nos conversores, manualmente por um operador, com auxílio de um funil metálico retrátil com contra-peso, posicionado em uma plataforma. A quantidade de material a ser adicionado é baseada no volume da válvula interna e da sede de válvula, levando em consideração o desgaste do refratário durante a campanha da panela. Na CSN a quantidade adicionada é de 60 kg. Cada saco possui 30 kg, a Figura 5 mostra a operação de retirado do saco de areia do bag e a adição no tubo alimentador.



a) b)  
**Figura 5** – a) Retirado do saco de areia do bag, b) adição de areia no tubo dosador.

### 2.3 Análise do Problema

Foram observadas diversas atividades que não garantem uma condição ergonomicamente correta, além de condições de riscos de acidente durante a realização da tarefa de adição de areia:

- dificuldade na estropagem do bag;
- espaço restrito durante o posicionamento do bag na plataforma;
- trânsito da ponte rolante durante a operação de colocação de areia;
- exposição a alta temperatura durante a inspeção da válvula da panela;



- esforço excessivo durante o manuseio do funil de adição;
- contato com o funil a alta temperatura;
- exposição do operador a particulados;
- manuseio de sacos de 30 kg; e
- Rotação e inclinação do tronco do operador durante o manuseio dos sacos.

Considerando o padrão de adição de areia de 60 kg por panela de aço, lembrando que temos um operador por turno de trabalho para adicionar areia nos três conversores da aciaria, temos a seguinte análise mostrada na Tabela 2.

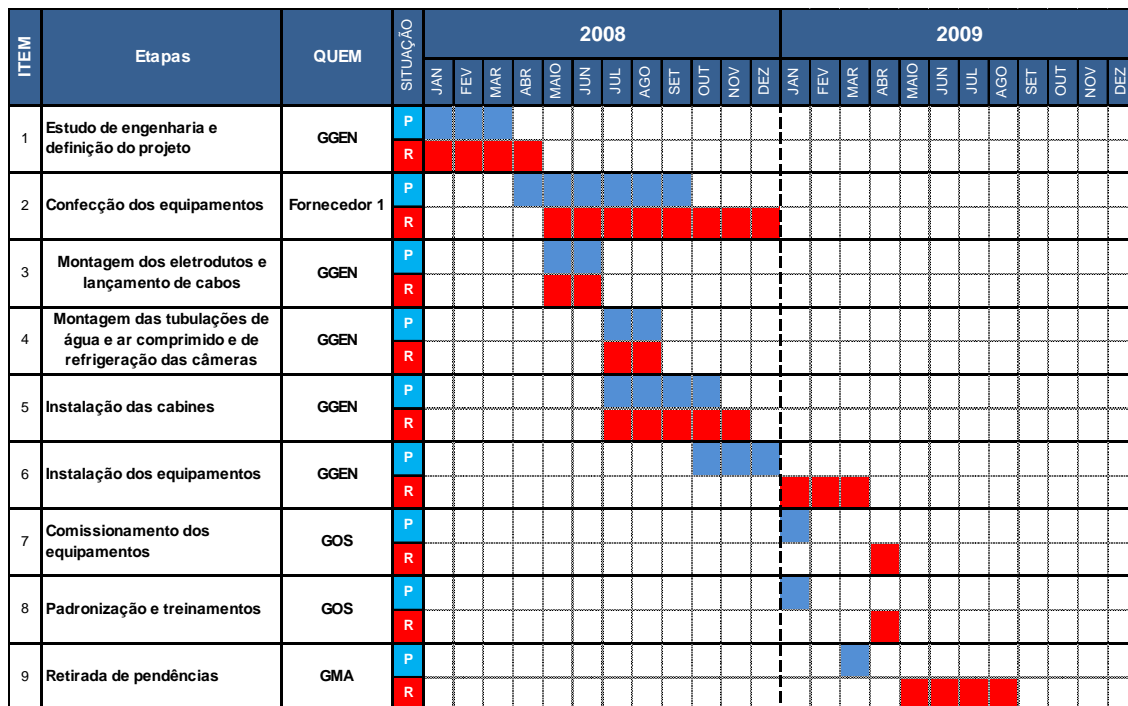
**Tabela 2** – Demonstrativo do manuseio de areia de vedação pelos operadores

Operador	Kg / adição	Nº de corridas / turno 6 h	Total de adições/dia
01	60 kg	17	1.020 kg
Operador	Kg / adição	Nº de corridas / mês (24 d)	Total de adições/mês
01	60 kg	17 x 24 = 408	24.480 kg

Como podemos ver o operador manuseia cerca de 1 t de areia de vedação por dia de trabalho.

## 2.4 Ações Tomadas

Após a análise das condições da área e dos riscos operacionais foi definido como solução do problema a implantação de um sistema automático de adição de areia de vedação para cada conversor da aciaria. Conforme planejamento demonstrado no cronograma apresentado na Figura 6.

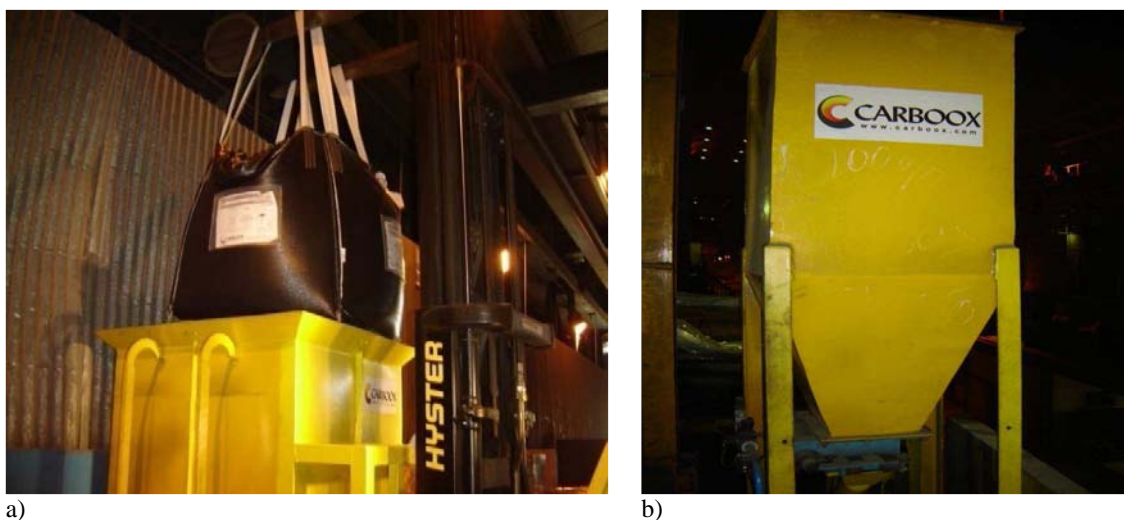


**Figura 6** – Cronograma de implantação do sistema automático de adição de areia.



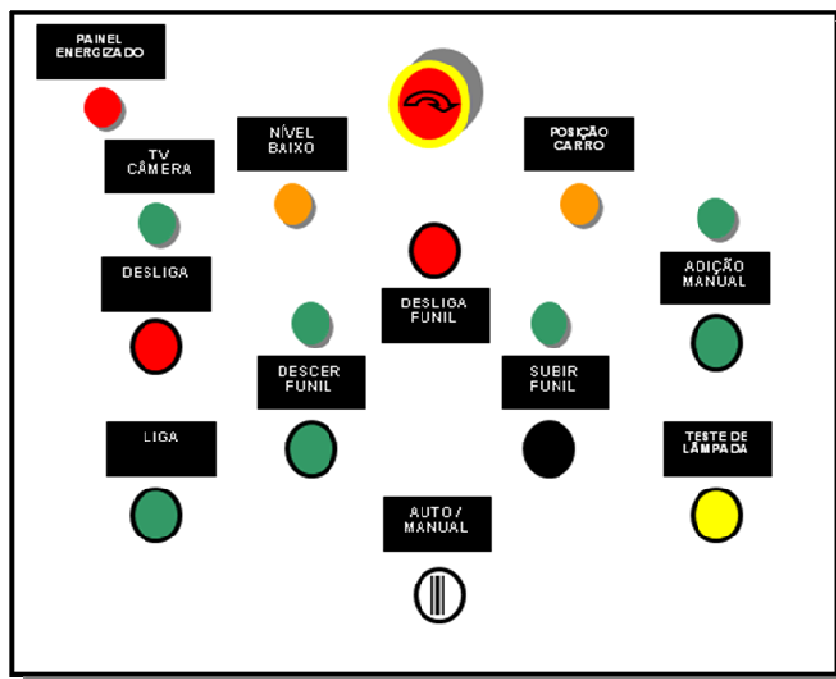
## 2.5 Apresentação do Sistema Implantado

O equipamento de adição automática de areia de vedação é composto de um silo com capacidade de 1.700 kg de material que alimenta um silo auxiliar com capacidade de 300 kg. O refratário granulado escoam do silo maior para o silo menor por gravidade. O silo principal possui um sensor de nível que informa quando o nível mínimo de segurança do sistema é atingido. A alimentação do sistema é feita através do silo principal por bags contendo 1.500 kg de material, com a utilização de empilhadeiras, esta operação é demonstrada na Figura 7.



**Figura 7** – a) Abastecimento do silo principal, b) Silo intermediário.

A Figura 8 apresenta o painel de controle do sistema, que foi instalado na cabine do carro panela, nele existem as funções de acionamento do sistema de geração de imagens, controle de zoom, adição de material, movimentação do tubo alimentador (funil) e regulagem da quantidade adicionada através de um relé temporizador, que controla o tempo de abertura da válvula dosadora instalada no silo intermediário. Este tempo é determinado internamente no painel e ajustado para adicionar 60 kg de areia de vedação por panela de aço.



400 X 500 X 200mm

**Figura 8** – Desenho esquemático do painel de controle do sistema de adição de areia.<sup>(1)</sup>

Dentro da cabine do carro panela, temos também um monitor que recebe o sinal da câmera refrigerada, localizada na plataforma, que monitora a região de vazamento da panela de aço, quando a mesma é posicionada no local da adição de areia, possibilitando a inspeção da válvula da panela. A Figura 9 apresenta o modelo de monitor utilizado.





Figura 9 – Monitor do sistema de adição de areia

### 3 RESULTADOS OBTIDOS

Os testes assistidos dos equipamentos foram iniciados no início de abril de 2009. Durante cinco meses os sistemas foram operados com a presença de um operador na plataforma da areia, para auxiliar na inspeção da válvula da panela. Neste período foi feito o treinamento dos operadores e a retirada de pendências no sistema. Com a eliminação do manuseio dos sacos de areia, nestes meses, já foi observada uma expressiva melhora no índice de absenteísmo na célula, como podemos observar na Figura 10.

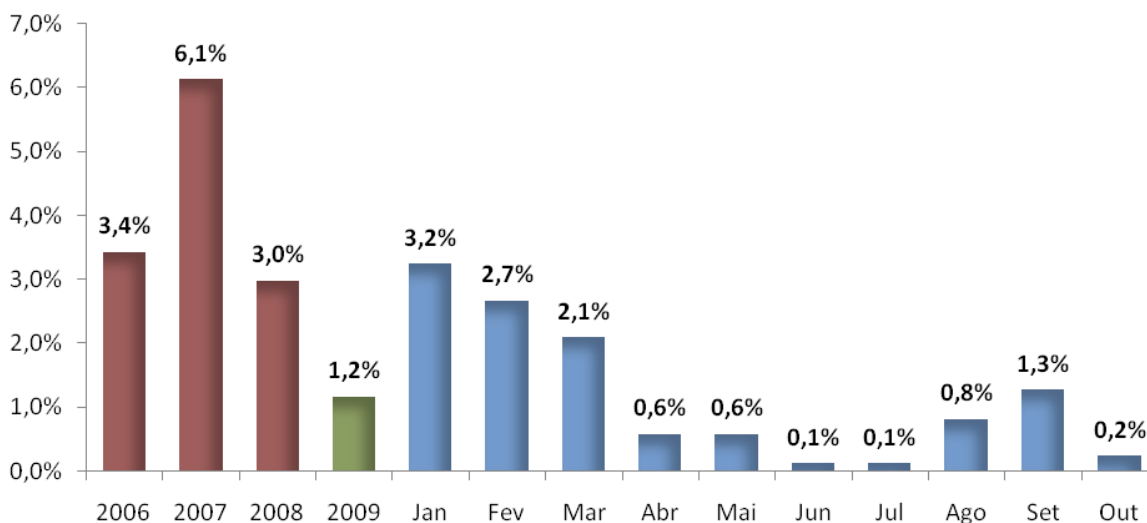


Figura 10 – Índice de absenteísmo na célula coordenação.

A Figura 11 mostra a melhoria alcançada no índice de abertura instantânea no mês de setembro, onde foi alcançado o melhor resultado do ano e o maior período já alcançado sem aberturas de painéis com oxigênio, totalizando 30 dias sem ocorrência. Este número veio mostrar que com a implantação do sistema automático de adição de areia foi possível melhorar a qualidade da adição.

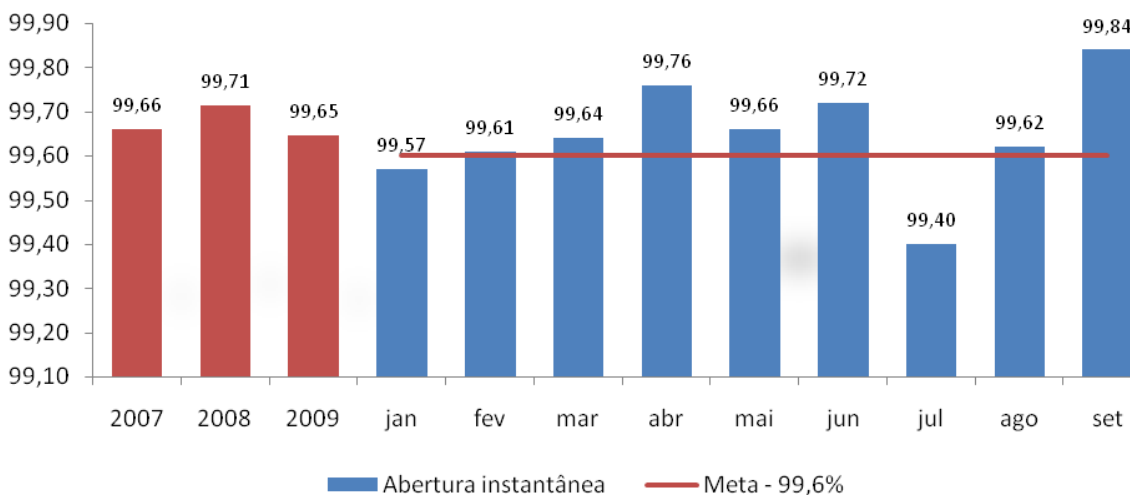


Figura 11 – Índice de abertura instantânea em painéis de aço.

## 4 DEMAIS GANHOS

### 4.1 Segurança

Para a instalação do sistema foi necessário a construção de uma cabine para os operadores de carro panela, uma vez que os monitores e os painéis precisariam de



proteção, como é possível observar na Figura 12, estas cabines melhoraram a condição de trabalho do operador e a sua segurança durante suas atividades.



a) b)  
Figura 12 – a) Cabine de operação do carro panela antes do projeto, b) Cabine de operação após a implantação do projeto.

## 4.2 Meio Ambiente

Para o meio ambiente este projeto foi muito importante devido a mudança da embalagem, que eliminou a geração do resíduo de 48.000 mil sacos de papel por ano.

## 4.3 Custo

Com a implantação do projeto o operador de carro panela agregou a função do operador de colocação de areia que pode ser alocado para outras atividades dentro da gerência.

## 5 CONCLUSÃO

A melhoria das condições de trabalho, através da automação de processos e atividades, é um fator muito importante dentro da indústria, pois permite melhorar a confiabilidade, segurança e variabilidade dos processos. Estes fatores aliados a uma maior satisfação do colaborador na execução de suas atividades trazem resultados muito bons para o clima da organização.

## Agradecimentos

A empresa Carbox que participou em todo o processo, com a confecção dos equipamentos e a assistência técnica.

Ao Engenheiro Alencar Quaresma pelo suporte técnico.



A equipe da Gerência de Manutenção da Aciaria, pela ajuda nas modificações do projeto.

A equipe da empresa GTEL que foi responsável pela montagem dos equipamentos.

A toda a equipe da Célula Coordenação de Painelas pelo empenho e dedicação para que pudéssemos ter sucesso no projeto.

## REFERÊNCIA

- 1 Insumos Metalúrgicos, CARBOOX Manual de Operação do Sistema de Adição Mecanizada de Escopan 4 para Painelas de Aço com Tubo de Acionamento Vertical, 2008