

## REDUÇÃO DO PERCENTUAL DE GUSA NA CARGA METÁLICA DA ACIARIA LD\*

*Bruno César Calazans de Andrade<sup>1</sup>  
Eduardo Rodrigues Leite<sup>2</sup>  
Moisés Veltman Caldeira<sup>3</sup>  
Anderson Patrick de Almeida Moraes<sup>4</sup>*

### Resumo

No processo de produção de aço o maior volume de custo está na carga metálica, que é composta pelo gusa líquido produzido nos altos fornos e a sucata metálica oriunda dos descartes de processos produtivos da indústria. Visando atingir o custo ótimo de produção, foi definida uma produção dos altos fornos menor que a média histórica da empresa, e a compra de placas no mercado como complemento para suprir a demanda da laminação. Desta forma a otimização da utilização do gusa líquido se tornou primordial para o aumento da produção de placas, redução do custo de produção da metalurgia e conseqüentemente redução da necessidade de compras de placas no mercado. Com este novo cenário foi necessário aumentar a utilização de sucata pesada e reduzir o tempo de preparação de caixas para garantir a carga no peso e tempo necessário para atendimento dos conversores. As ações tomadas possibilitaram a redução do gusa na carga metálica de 84% para 82% atingido o resultado proposto redução de custo e aumento de produção de placas.

**Palavras-chave:** Carga metálica; Aciaria LD; Convertedor; Gusa.

### REDUCTION HOT METAL PARTICIPATION ON THE METALLIC CHARGE IN A BOF PLANT

#### Abstract

In the steelmaking process the highest cost is in the metallic charge, which is composed of hot metal, produced in the blast furnaces, and steel scrap arising from refused production processes in the industry. In order to achieve the optimum cost of slab production, was defined a blast furnaces production smaller than the historical average of the company, and the purchase of slabs on the market as a complement supply the rolling demand. Thus, the optimization of hot metal has become essential to increase the slab production, reduction of metallurgy production cost and, consequently, set down purchase slabs in the market. The new scenario, was necessary to increase the use of heavy scrap and reduce the time to ensure the charge with the weight and time required to comply with the converters demand. Were proposed actions that allowed the reduction of hot metal in metallic charge from 84% to 82%, achieving the target proposed cost reduction and increase of slab production.

**Keywords:** Metal charge; LD steelmaking; Converter; Hot metal.

<sup>1</sup> Engenheiro Especialista, Aciaria, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Volta Redonda, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Especialista, Pátio de placas, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Volta Redonda, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro de Produção, Aciaria, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Volta Redonda, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Técnico de Desenvolvimento, Aciaria, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Volta Redonda, RJ, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos com a entrada de novos concorrentes no mercado de aço, o custo do produto se tornou ponto primordial para sobrevivência das empresas em um mercado cada vez mais competitivo. Em uma usina de produção de aço integrada aproximadamente 80% do custo de produção da placa de aço se encontra no gusa líquido.

No ano de 2015 foi planejado pela CSN uma grande reforma nas baterias de coque que são responsáveis pelo abastecimento de coque para os Alto fornos para produção de gusa, sendo necessário a substituição deste abastecimento com coque comprado. Dado este novo cenário, foi necessário a redução da produção dos Alto Fornos objetivando um volume de produção economicamente viável.

Porém para atendimento a carteira de encomendas foi necessária à compra de placas de aço no mercado externo, uma vez que o aumento nos níveis de produção acarretaria em um aumento de custo da placa interna, tornando a mais cara que a do mercado externo.

Com a produção dos Alto Fornos limitada foi identificado a necessidade da redução do gusa na carga para o aumento da produtividade da aciaria e consequentemente a redução do desembolso com a compra de placas no mercado. Além disso a substituição do gusa pela sucata acarreta uma grande redução de custo devido a diferença de valor entre as duas matérias primas.

### 1.1 Processo de produção de aço

No processo de produção de aço líquido na aciaria LD são utilizadas duas matérias primas básicas: O gusa líquido e a sucata metálica.



Figura 1: Carregamento de Gusa



Figura 2: Carregamento de Sucata

A transformação destas matérias primas em aço líquido acontece através de reações químicas na presença de oxigênio que é soprado no interior dos conversores LD.



Figura 3 – Conversor LD durante o sopro

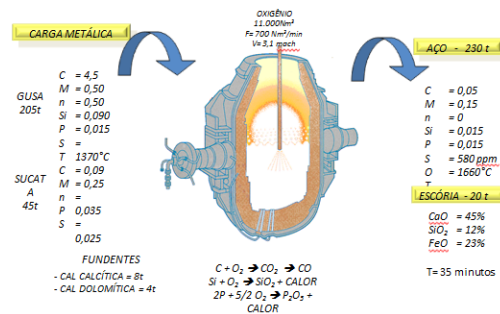


Figura 4 – Reações básicas no conversor LD

A CSN possui 3 conversores de produção de aço líquido com capacidade de 230 toneladas, para esta produção a carga média objetivada é de 254 toneladas de gusa e sucata.

O percentual de gusa na carga metálica é calculado com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Gusa na carga} = \frac{\text{Tonelagem de Gusa}}{\text{Carga Total}} \times 100$$

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizada a ferramenta MASP – Método de Análise e Solução de Problemas, essa ferramenta consiste em 8 passos estruturados para analisar, planejar, executar, verificar, padronizar e documentar a solução de um problema. Esta metodologia consiste em 8 etapas:

- ✓ **Identificação do problema** – Nesta etapa deve – se definir claramente o problema;
- ✓ **Observar** - Momento de se realizar uma observação profunda sobre o problema em questão para que a etapa posterior de análise possa ser efetuada com o máximo de informações possíveis;
- ✓ **Analisar** - Na etapa de análise do problema o objetivo é descobrir as suas possíveis causas fundamentais. Atacando as causas, será possível solucionar o problema de forma eficaz.
- ✓ **Planejar** - Nesta etapa é elabora o Plano de Ação (pode ser mais de um) para atacar as causas fundamentais dos problemas, defina responsabilidades, prazos, custos, métodos de execução e indicadores para monitorar a eficácia da ação;
- ✓ **Agir** – Executar o plano de ação e acompanhar cronograma;
- ✓ **Verificar** - Aqui é feito o controle das ações, é verificado se os planos de ação e cronogramas foram executados e se seus resultados foram satisfatórios em atender as demandas iniciais;
- ✓ **Padronizar** - Uma vez que a solução do problema foi alcançada é importante padronizar o seu sucesso, o objetivo é evitar que o problema volte a ocorrer;
- ✓ **Concluir** - Este é um momento para gestão do conhecimento, documentar e refletir sobre os problemas e usar essa reflexão como insumos para o planejamento de futuros projetos e processos.

No ano de 2014 o percentual de gusa na carga foi de 84,02% com um valor objetivado de 83,07. Na figura 5 podemos observar que apenas no mês de maio/14 foi atingida a meta do indicador.

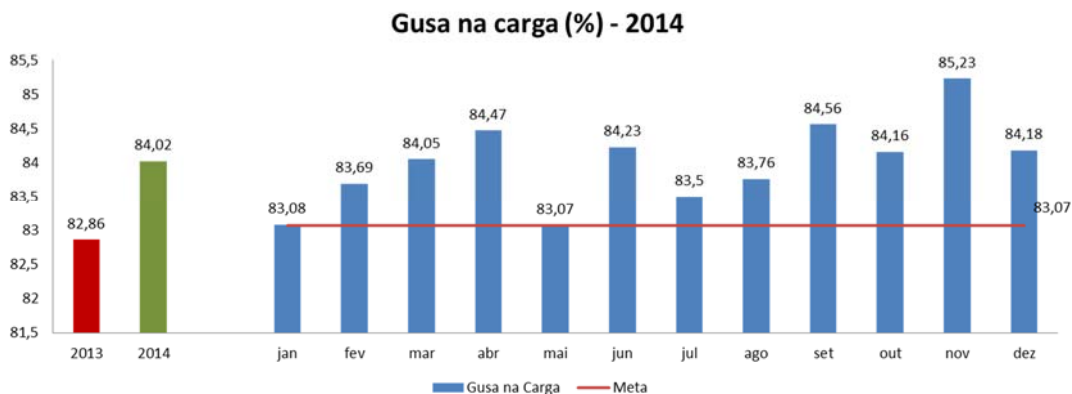


Figura 5 – Percentual de gusa na carga 2014

## 2.1 Identificação do problema

Fazendo uma análise dos motivos na do não atendimento a meta através dos relatórios dos supervisores de turno da aciaria foi visto que o principal motivo para o não atingimento da meta era o excesso de carros torpedos cheios representado 36% das ocorrências, conforme Figura 6, porém apesar da elevada participação no não atingimento do resultado esta causa se mostrou difícil de ser trabalhada uma vez que existem muitas variáveis envolvidas. Desta forma iniciamos a análise da segunda maior causa que foi a falta de sucata pesada que representa 24% das ocorrências.

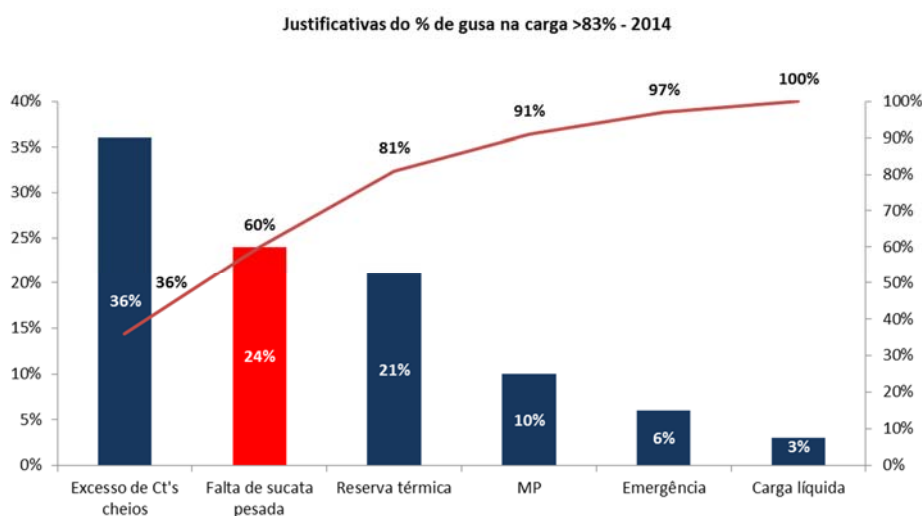


Figura 6 – Análise das justificativas do não atingimento do gusa na carga

## 2.2 Observação

### 2.2.1 Geração de sucata pesada

Analisando os tipos de sucata utilizados na aciaria podemos ver que temos um mix de sucata com densidade variada, conforme tabela na Figura 7.

Tipos de sucata	Densidade (t/m3)	Origem	
Sucata de laminação	0,79	Gerada nos processos de laminação de placas, bobinas e blanks	
Sucata A	2,54	Beneficiamento da escória de aciaria	
Sucata de Ferro	2,29	Gusa descartado no poço de emergência	
Sucata Pesada	7	Placas de aço sucata na dimensão de 1m	
Oxícorde	0,35	Materiais metálicos diversos (vigas, cantoneiras, etc), na dimensão de 1m	

Figura 7 – Tabela de tipos de sucata

A sucata de placas de aço é a de maior densidade e segundo levantamento de placa sucata na UPV foi visto que tínhamos um estoque aproximado de 60 mil toneladas, porém as placas possuem um comprimento médio de 10 metros e para consumo na aciaria necessitam ser cortadas em pedaços de 1 metro.

Este corte ocorre já no pátio de sucata PMP onde uma empresa contratada beneficia a sucata para consumo na aciaria, porém as placas necessitam de um pré corte nos pátios de corte de placa para a dimensão de 3 metros devido a capacidade das pontes rolantes do pátio de sucata.

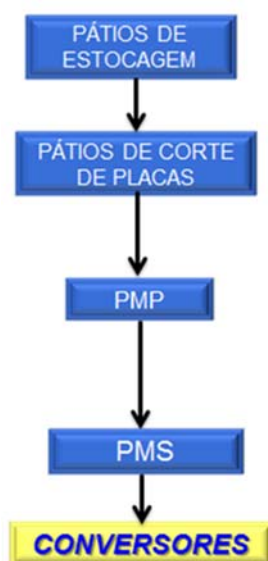


Figura 8 – Fluxo de placas sucata

Avaliando a capacidade de transporte e descarga de placas no PMP, vimos que em média poderíamos movimentar aproximadamente 600 toneladas por dia, porém a capacidade de beneficiamento era de 180 toneladas dia.

O serviço de corte é feito por uma empresa contratada com a utilização de maçaricos manuais, são disponibilizados para a atividade 8 maçariqueiros em regime de turno de revezamento. A Figura 9 ilustra o layout da área de corte do PMP.



40m	9m	5m	20m	5m
Estoque de chapas	Eletroimãs	Baia de corte	Estoque de material cortado	Baia de corte

Figura 9 – Área de corte do PMP

Foi visto que a geração de placa cortada no PMP era de apenas 70 toneladas dia devido a necessidade de corte de outros tipos de materiais como tiras, chapas e materiais diversos. Outro ponto avaliado foi a alta ociosidade dos maçariqueiros que após o término do corte necessitavam aguardar o tempo de retirada do material cortado e a preparação dos materiais para corte.

### 2.2.2 Preparação de caixas de sucata

Outro fator a ser analisado é a confecção das caixas de sucata, pois foi visto que muitas vezes a falta de sucata pesada ocasionava o não atingimento das metas de gusa na carga.

A preparação das caixas de sucata na aciaria são confeccionadas em 2 pátios de sucata: PMS e PMP.

O PMS é o pátio de manuseio de sucata e se encontra no interior do galpão dos conversores, já o PMP que é o pátio de manuseio e preparação se encontra a 700 metros do galpão da aciaria e o transporte das caixas de sucata é feito por locomotivas ferroviárias. A Figura 10 mostra a disposição destes pátios na UPV.



Figura 10 – Disposição dos pátios de sucata

A Figura 11 mostra uma tabela comparativa entre os 2 pátios de confecção de caixas de sucata:

Características	PMP	PMS
Equipamentos	✓ 3 Pontes rolantes (2 operando) ✓ 1 Escavadeira hidráulica	✓ 2 Pontes Rolantes ✓ 2 Balanças
Tipos de sucatas	✓ Sucata de laminação	✓ Todos os tipos de sucata
Abastecimento	✓ Ferroviário e rodoviário	✓ Ferroviário
Operação	✓ Contratada	✓ Própria

Figura 11 – Disposição dos pátios de sucata

Avaliando a participação de cada pátio no atendimento das caixas de sucata da aciaria, vemos que a participação do PMP na confecção das caixas de sucata vem reduzindo com o passar do tempo. A figura 12 mostra o histórico de caixas preparadas no PMP.

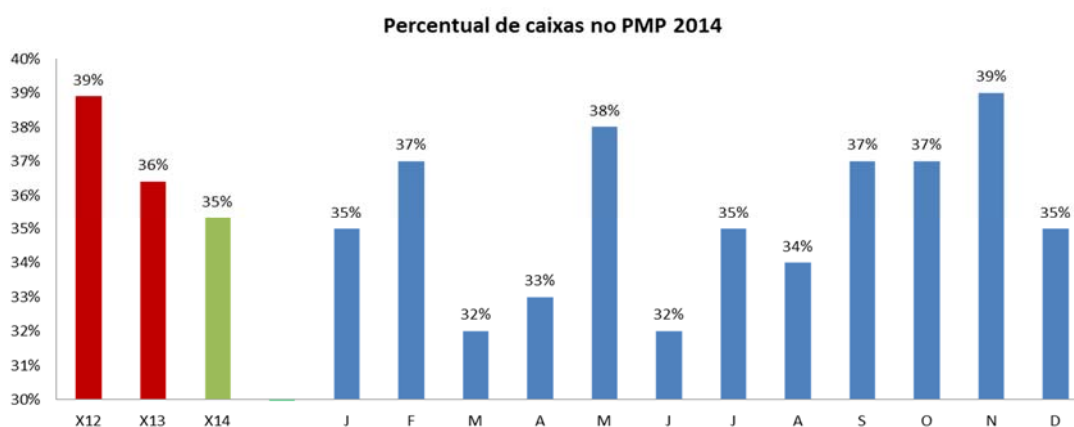


Figura 12 – Disposição dos pátios de sucata

### 2.3 Análise do problema

Após o mapeamento de todo o processo e a análise dos dados levantados foi definido que os principais problemas a serem trabalhados para a redução do percentual de gusa na carga metálica da aciaria eram:

- ✓ Falta de critério para definição do gusa na carga;
- ✓ Baixa produtividade do corte de placas;
- ✓ Desbalanceamento da carga de sucata;
- ✓ Baixa utilização do PMP para confecção de caixas;

Outros fatores foram avaliados, porém não foram identificados como gargalos do processo. Fatores como a logística de abastecimento do PMP e o envio de sucata para o PMS, além da quantidade de vagões e locomotivas se mostraram suficientes para o atendimento da demanda necessária.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise de todo o fluxo de abastecimento de sucata para aciaria, beneficiamento de sucata pesada e variáveis operacionais, foi definido um conjunto de ações para buscar o atendimento do gusa na carga objetivado de 82%.

### 3.1 Padrão de percentual de gusa na carga

Foi definido uma nova planilha para definição do gusa na carga a partir de algumas variáveis como:

- ✓ Ritmo dos alto fornos;
- ✓ Número de carros torpedos cheios;
- ✓ Ritmo da aciaria;

Desta forma foi possível uma melhor visão para definição do gusa na carga para o turno. A Figura 14 mostra a planilha de acompanhamento do gusa na carga.

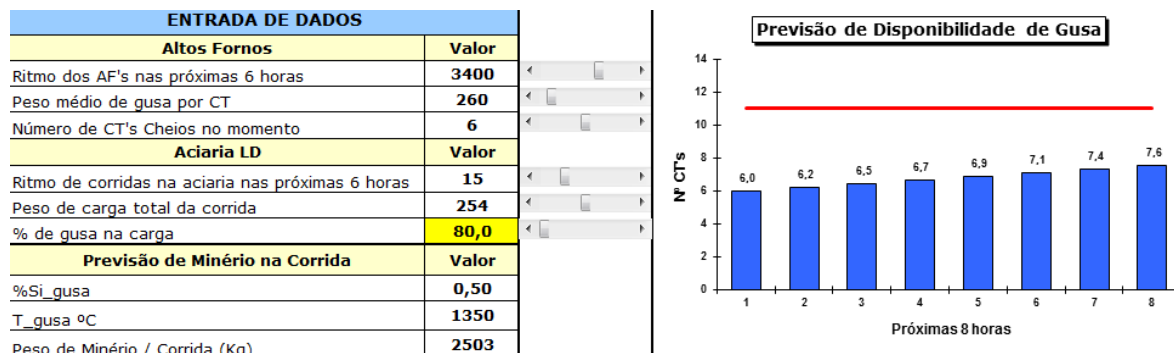


Figura 14 – Planilha de definição do gusa na carga

Esta ação possibilitou o maior controle do percentual de gusa adequado as condições de processo.

### 3.2 Aumento da produtividade de corte de placas sucata

Foi observado que a capacidade de corte de placas no PMP era insuficiente, desta forma foi implantado o corte mecanizado com maçarico duplo. Além disso, foi feita a instalação de bicos de 30mm nestes maçaricos que possibilitaram o aumento no número de pontos de corte de 2 para 4 no PMP, uma vez que a menor vazão de oxigênio destes bicos em relação aos bicos de 50 mm utilizados permitiu o aumento de bicos sem uma queda significativa da pressão da linha.



Figura 15- Corte com maçarico duplo

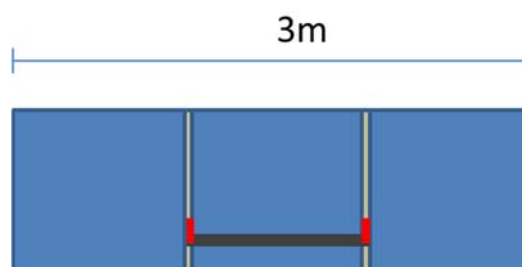


Figura 16 - Esquemático do corte com maçarico duplo

Esta ação permitiu o aumento da produção no corte por aumentar a produtividade do maçariqueiro e reduzir o manuseio de material.

Com a mudança na tecnologia de corte observamos que era necessário mudar o layout da área de oxicorte para reduzirmos a ociosidade dos maçariqueiros. A mudança propiciou o aumento de 2 para 4 baias de corte, reduzindo o *setup* para início do corte. A Figura 17 mostra o novo layout da área de oxicorte.



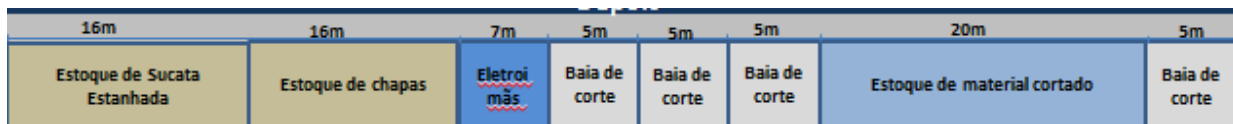


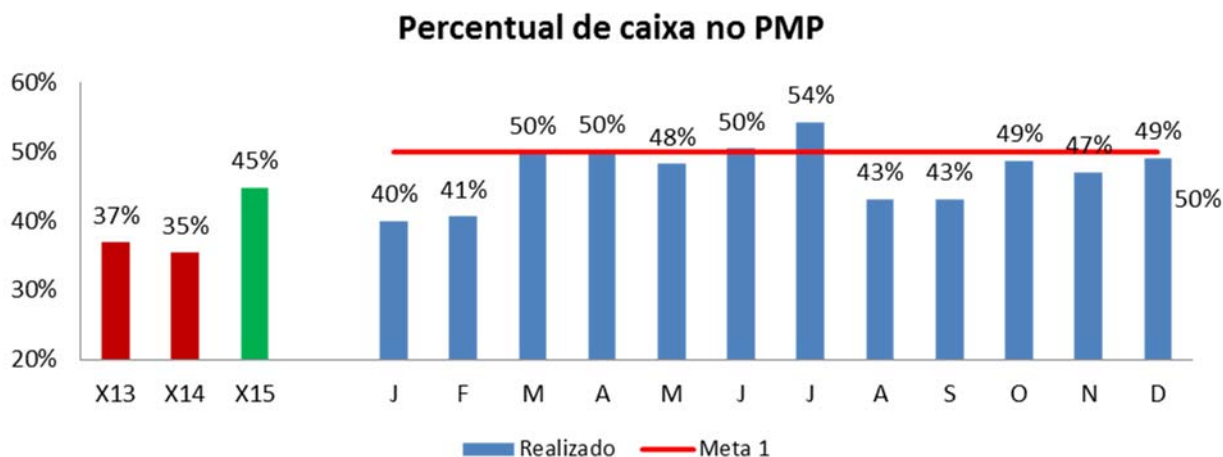
Figura 17- layout da área de oxicorte

Com as ações aplicadas no pátio de preparação de sucata foi possível o aumento da capacidade de corte de placas de 180 t/dia para 520t/dia, sem aumento de efetivo.

### 3.3 Aumento da utilização do PMP para confecção de caixas de sucata

Foi observado no trabalho que a utilização do PMP para confecção de caixas era menor que no PMS e que a principal causa desta baixa utilização era a limitação de consumo de apenas um tipo de sucata.

Desta forma foi proposta uma mudança de layout onde pudéssemos utilizar uma gama maior de materiais, aumentando a densidade da sucata utilizada e conseqüentemente reduzindo o tempo de confecção de caixas. A Figura 18 mostra o gráfico de percentual de caixas preparadas no PMP.



As ações iniciaram no mês de fevereiro de 2015 e o resultado de gusa na carga atingiu a meta no mês de março. Nos meses de maio e agosto a meta não foi atingida devido ao reparo geram dos conversores A e B que comprometeram o escoamento da aciaria. A Figura 19 mostra o gráfico do indicador em 2015.

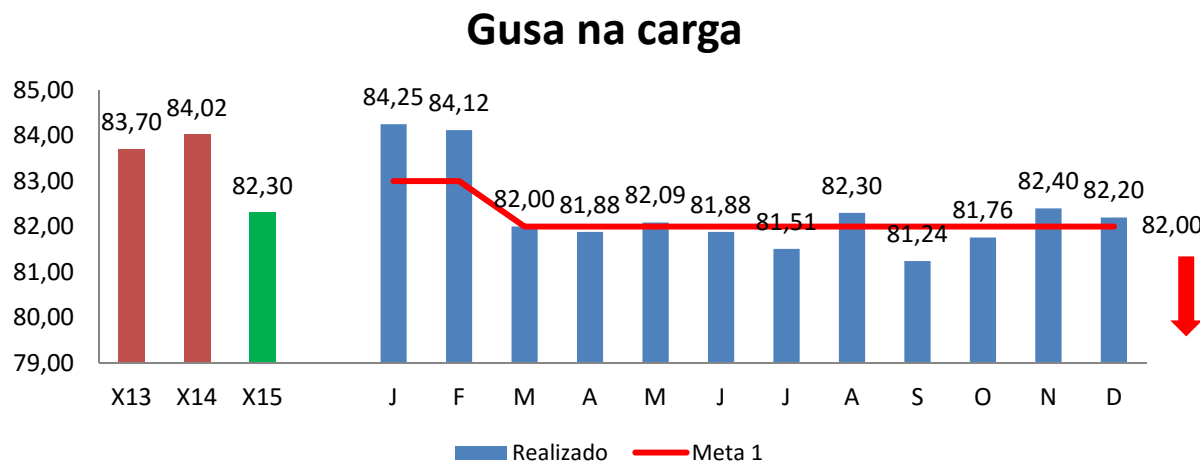


Figura 18 – Acompanhamento do Gusa na carga 2015

Esta redução da utilização do gusa na carga propiciou um aumento na produtividade de placas em 66 mil toneladas podendo reduzir a compra de placas..

Outro resultado relevante foi a redução do custo de produção pela substituição do gusa pela sucata.

#### **4 CONCLUSÃO**

Podemos concluir com este trabalho que a flexibilidade do percentual de gusa na carga é muito importante para definir a competitividade em uma usina integrada. A mudança na tecnologia de corte propiciou além de um aumento da produtividade um ganho considerável na ergonomia e segurança dos operadores envolvidos neste processo. O emprego de ferramentas de lean manufacturing como a redução de setups, mudança de layout e redução de estoques de matéria prima se mostrou extremamente eficaz na solução de problemas de forma rápida e com baixos investimentos.

Outros indicadores importantes que devem ser avaliados na redução do percentual de gusa na carga em uma aciaria LD como a reserva térmica da carga e zona de impacto dos conversores, não formam afetados uma vez que o processo está ajustado para a meta proposta de 82%, para casos abaixo destes valores estas variáveis deverão ser avaliadas para reduzir o efeito colateral do projeto.

A melhoria no processo de beneficiamento propiciou a redução de um ativo imobilizado da empresa que pode ser utilizado diretamente na produção, reduzindo o desembolso com compra de matérias primas

#### **REFERÊNCIAS**

- 1 CAMPOS, Vicente Falconi – TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 2º ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.]
- 2 WERKEMA, Cristina - Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. 2ºed. Grupo Werkema 2012.
- 3 SILVA, A.C., Estudo prospectivo do setor siderúrgico, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, Rio de Janeiro 2008.