

# RELATO DE EXPERIÊNCIA DO REPROCESSAMENTO DE SUCATA GERADA NA ÁREA DE REDUÇÃO DE UMA USINA SIDERÚRGICA

**Muller Cardoso Marques**

cardoso.muller@yahoo.com

**Robert Cruzoaldo Maria**

robert.maria@ifmg.edu.br



*Com a competitividade cada vez mais acirrada no mercado, as empresas tem buscado incessantemente novas formas de reduzir custos e evitar prejuízos. O presente trabalho visa a análise do reprocessamento da sucata gerada na área de redução de uma usina siderúrgica, evitando dessa forma o prejuízo de se vender a mesma por um custo inferior ao da sua produção. Para tanto, foi utilizado o ciclo PDCA para nortear a experiência. Por fim foi possível constatar que a atividade não gera nenhum impacto negativo na qualidade do produto além de evitar grandes prejuízos.*

*Palavras-chave: Gestão da Qualidade, Controle da Qualidade Total, Ciclo PDCA*

## 1. Introdução

Em uma usina siderúrgica integrada geralmente a sucata gerada nos altos fornos durante o manuseio do ferro gusa não é um problema, devido à utilização da mesma, em sua totalidade, na aciaria durante o processo de refino do ferro gusa para obtenção do aço, onde a sucata é empregada como parte da carga metálica e também como elemento refrigerante.

Nesses casos a sucata é carregada no interior do convertedor ou do forno elétrico, por meio de uma calha, antes da adição do ferro gusa líquido oriundo do alto forno, porém na usina em questão o processo de refino primário é realizado através de um Forno à Arco Elétrico – FEA dotado de um sistema conhecido como *Consteel*, onde a sucata é alimentada de forma contínua no interior do forno por meio de uma abertura lateral feita na carcaça do FEA.

Contudo, hoje esse processo encontra dificuldades na utilização da sucata gerada na área de redução, dificuldades essas devido a limitações da máquina, como por exemplo, pequena abertura na carcaça dificultando a utilização de sucatas de formatos irregulares, fazendo atualmente com que seja necessário realizar a venda da sucata, por um preço bem inferior ao valor gasto para a produção da mesma, cerca de 30% do valor do custo de produção.

Este prejuízo, que depois é incorporado ao custo de produção aumentando o valor do gusa produzido foi o fator primordial para a proposta do reprocessamento da sucata na área do alto forno, onde foi proposto a adição da mesma em locais e quantidades a serem determinadas durante o processo de vazamento do metal, utilizando assim da energia térmica do metal líquido para a realização da fusão da sucata adicionada, transformando-a assim em produção efetiva, contribuindo para a redução do custo do gusa.

## 2. Referencial teórico

### 2.1. Controle da qualidade total

Segundo a definição de Ishikawa, K., “praticar um bom controle de qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que seja mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”.

O Controle da Qualidade Total – TQC (*Total Quality Control*) é um sistema gerencial baseado na participação de todos os empregados e todos os setores de uma empresa na condução e no estudo da qualidade.

#### 2.1.1. Conceitos do TQC

- Qualidade

De acordo com a definição de Campos, V. F., “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

Segundo Campos (1992) o conceito de qualidade total é formado a partir de cinco componentes ou dimensões para a qualidade, sendo eles, qualidade, custo, entrega, moral e segurança.

Qualidade é a dimensão da Qualidade Total que se refere às características específicas dos produtos finais ou intermediários da empresa, definindo assim a capacidade desses bens ou serviços promoverem a satisfação dos clientes.

O custo está relacionado ao custo operacional para a fabricação do bem ou do fornecimento do serviço envolvendo, por exemplo, custos de compra, venda, produção, recrutamento e treinamento.

A entrega é o componente que está relacionado diretamente com a entrega dos produtos finais e intermediários da empresa, a qual deve ocorrer corretamente na quantidade, data e local determinados.

A moral é o item que mede a satisfação média dos empregados que trabalham na empresa, este item é muito importante se considerarmos que os produtos fornecidos pela empresa serão produzidos por uma equipe de pessoas, logo, para que haja uma produção de qualidade que garanta as necessidades do cliente, é importante que exista um bom ambiente de trabalho.

Segurança no contexto da Qualidade Total está relacionada à segurança das pessoas que trabalham na empresa e a segurança dos clientes que irão utilizar o produto.

- Processo

Segundo Campus (1992) um processo pode ser denominado como um conjunto de causas que têm como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado de produto do processo. Um processo pode ser dividido em uma família de causa devido a sua complexidade, sendo elas, insumos ou matérias-primas, equipamentos ou máquinas, informações do processo ou medidas, condições ambientais ou meio ambiente, pessoas ou mão de obra e métodos.

- Item de controle e item de verificação

O primeiro passo para se conseguir controlar o processo é identificar os seus clientes e quais deverão ter as suas necessidades satisfeitas, clientes esses que podem ser tanto externos como internos na empresa. Após a definição dos clientes deve-se identificar quais os produtos que lhes serão entregues.

O próximo passo é a definição das características desse produto que são necessárias para o melhor atendimento de cliente, onde essas características deverão ser transformadas em grandezas mensuráveis denominadas itens de controle. Os itens de controle devem ser acompanhados periodicamente para que seja possível identificar eventuais resultados indesejáveis no processo.

Um processo pode ter seus itens de controle afetados por diversas causas, sendo que as principais causas que podem ser medidas e controladas são denominadas de itens de verificação. É importante ressaltar que é o acompanhamento dos itens de verificação que garante os bons resultados de um item de controle.

- Problema

Segundo os conceitos do Controle de Qualidade Total, problema é o resultado indesejável de um processo, ou seja, é um item de controle que não atingiu o nível desejado.

- Controle de processo

Segundo Campus, V. F., o controle de processo é exercido pelo ciclo PDCA e compreende três principais ações:

- Estabelecimento da “diretriz de controle” (Planejamento da Qualidade)
- Manutenção do nível de controle (Manutenção de Padrões)
- Alteração da diretriz de controle (Melhorias)

## 2.2. Ciclo PDCA

Segundo Campus (2014), o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) de controle de processos é composto pelas seguintes etapas:

- Planejamento (P)

Essa etapa consiste em estabelecer metas sobre o item de controle e estabelecer o método para alcançar as metas.

O problema identificado na Fase 1 da etapa P do Ciclo do PDCA é gerado a partir da meta de melhoria, após a identificação do problema e o estabelecimento da meta, para se conhecer as características do problema, deve ser feita uma análise do fenômeno ou análise do problema. Esta análise consiste em investigar as características específicas do problema, com uma visão ampla e sob vários pontos de vista, levando em conta os objetivos a serem alcançados, permitindo assim a localização do foco do problema.

O próximo passo é a análise do processo, realizada sobre os meios, que objetiva a descoberta das causas fundamentais do problema, nessa análise deve-se investigar o relacionamento existente entre o fenômeno e quaisquer deficiências que possam existir no processo.

Após a análise do processo deve ser estabelecido um plano de ação (sobre os meios), que é um conjunto de contramedidas com o objetivo de bloquear as causas fundamentais.

- Execução (D)

Executar as tarefas conforme foi previsto na etapa de planejamento e coletar os dados que serão utilizados na etapa de verificação do processo. Nesta etapa são essenciais a educação e o treinamento nas atividades a serem executadas no trabalho.

- Verificação (C)

Com os dados coletados na execução, deve-se comparar o resultado alcançado com a meta planejada, confirmando a efetividade da ação de bloqueio adotada. Para Werkema(2013) se a meta de melhoria não foi atingida, deve-se retornar a fase de análise do fenômeno, realizar uma nova análise, elaborar um novo plano de ação e emitir o chamado “Relatório de Três Gerações”, que é o documento que relata o esforço de se atingir a meta por meio do giro do PDCA, devendo conter no relatório o que foi planejado (passado), o que foi executado (presente), os resultados obtidos (presente), os pontos problemáticos, responsáveis pelo não atingimento da meta (presente) e a proposição (plano) para resolver os pontos problemáticos (futuro).

Caso o bloqueio tenha sido efetivo deve-se passar para a etapa A do Ciclo do PDCA.

- Atuação corretiva (A)

Nesta etapa deve-se atuar no processo em função dos resultados obtidos. Está atuação pode ser realizada de duas formas possíveis:

- Adotar como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada;
- Caso o plano não tenha sido efetivo, agir nas causas do não atingimento das metas.

Após a padronização vem a conclusão, na qual deverá ser feita uma revisão das atividades realizadas e o planejamento para a trabalho futuro.

Neste contexto, para Werkema (2013) o ciclo PDCA é um método de gestão e representa o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. Para que se consiga atingir as metas poderá ser necessária a utilização de várias ferramentas analíticas para coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Entre as ferramentas analíticas, as técnicas estatísticas são de especial importância, dentre elas cabe-se destacar:

Sete Ferramentas da Qualidade:

- Amostragem;
- Análise de Variância;
- Análise Multivariada;
- Confiabilidade.
- Análise de Regressão;
- Planejamento de Experimentos;
- Otimização de Processos.

Segundo Campos (2014), em uma empresa todos utilizam o ciclo PDCA porém os operadores utilizam mais intensamente o ciclo PDCA na manutenção, devido ao seu trabalho ser essencialmente o cumprimento de padrões, utilizando o mesmo para melhorias geralmente quando estes participam dos círculos de controle da qualidade (CCQ). Conforme se sobe na hierarquia mais se utiliza o Ciclo PDCA para melhoria, desta forma pode-se dizer que a principal função das chefias é estabelecer novos níveis de controle que garantam a sobrevivência da empresa.

### 3. Metodologia

A metodologia aplicada no presente trabalho será a do relato de experiência visto que o mesmo descreve uma dada experiência que pode contribuir de forma relevante na sua área de atuação, tendo como base a utilização do ciclo PDCA para a realização do mesmo, visto que a metodologia do PDCA se encaixa perfeitamente no passo a passo do desenvolvimento desta experiência.

Abaixo segue a descrição do passo a passo adotado.

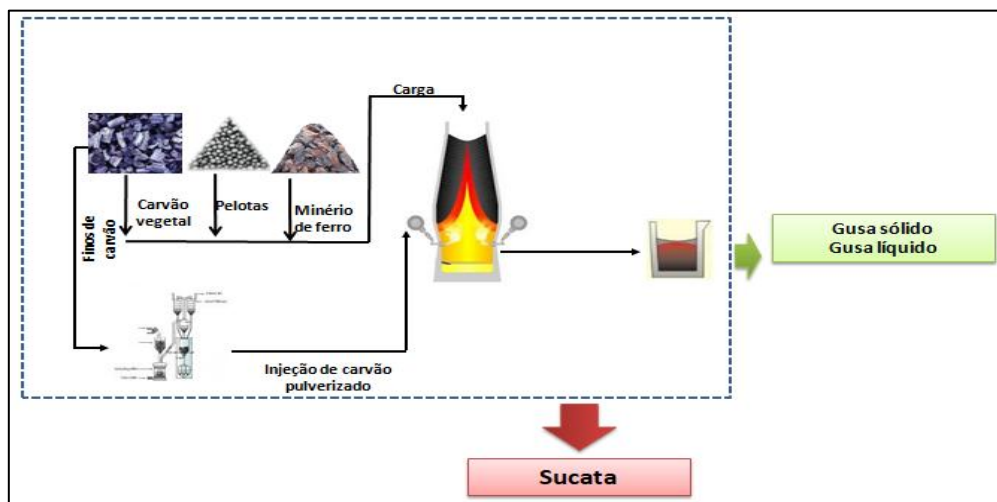
- 1º passo – Etapa P (Planejamento) – parte 1 – Identificação do problema e definição da meta
- 2º passo – Etapa P (Planejamento) – Parte 2 – Análise do problema
- 3º passo – Etapa P (Planejamento) – Parte 3 – Definição do plano de ação
- 4º passo – Etapa D (Desenvolvimento)– Treinamento, execução e acompanhamento das tarefas do plano de ação.
- 5º passo – Etapa C (Verificação) – confirmação da eficácia da ação de bloqueio adotada
- 6º passo – Etapa A – Padronização das ações
- 7º passo – Etapa A – Conclusão

## 4. Resultados

### 4.1. Etapa P identificação do problema

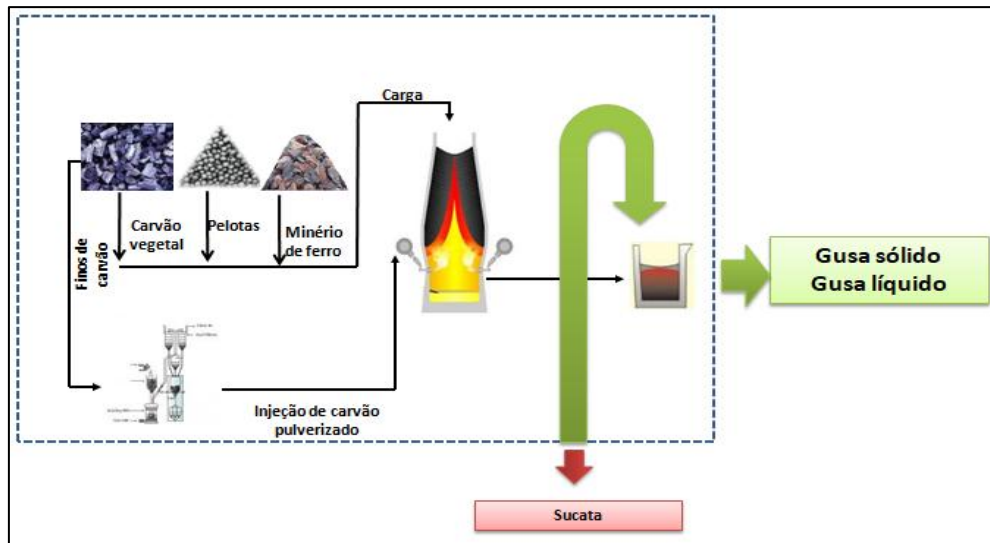
Como foi dito anteriormente o prejuízo gerado pela produção de sucata, que depois é incorporado ao custo de produção aumentando o valor do gusa produzido foi o fator primordial para a proposta do reprocessamento da sucata na área do alto forno, onde foi proposto a adição da mesma em locais e quantidades a serem determinadas durante o processo de vazamento do metal, utilizando assim da energia térmica do metal líquido para a realização da fusão da sucata adicionada, transformando-a assim em produção efetiva, contribuindo para a redução do custo do gusa. As figuras 1 e 2 abaixo ilustram esses cenários.

Figura 1 - Fluxo de produção com venda de sucata



Fonte: o próprio autor (2016).

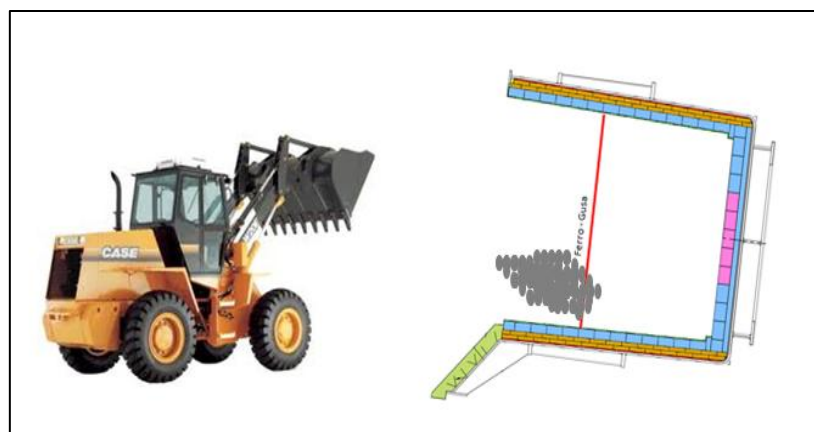
Figura 2 – Fluxo de produção com reprocessamento



Fonte: o próprio autor (2016).

Em um primeiro cenário proposto a fusão da sucata ocorreria na própria panela de gusa, onde sucatas menores seriam adicionadas no interior da panela de gusa por uma pá carregadeira, antes de a panela ser posicionada para o vazamento do metal líquido (conforme ilustração abaixo).

Figura 3 – Carregamento de sucata na panela de gusa



Fonte: o próprio autor (2016).

#### 4.2. Etapa P análise do fenômeno e processo

Nesta fase foi realizado um estudo detalhado para identificar às características do problema, sendo realizada a estratificação de toda a sucata gerada no processo.

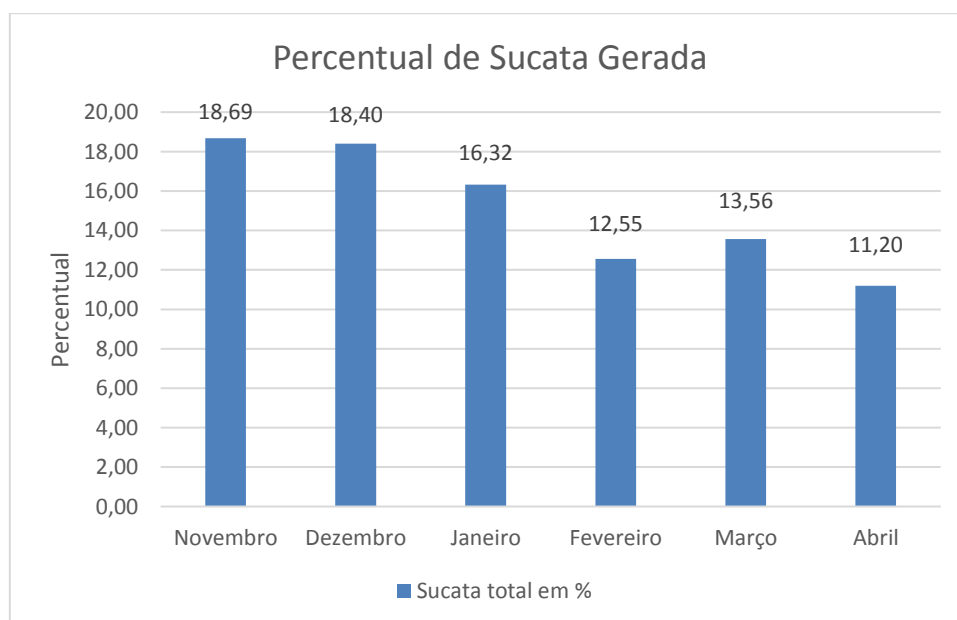
No alto forno a sucata é gerada em todo o processo de movimentação do gusa líquido, sendo que em maior volume na máquina de lingotar gusa (MLG) também conhecida como



embarrador, na baía de descarte, nas painelas de gusa durante o manuseio do mesmo entre o alto forno e a aciaria e entre o alto forno e a máquina de lingotar gusa.

O gráfico abaixo apresenta o percentual de sucata gerado na área do Alto-forno durante seis meses, observa-se que é um valor alto - 11.770t no período o que corresponde a 15% da produção total de 78.283t -, porém vem caindo constantemente, saindo de aproximadamente 20% da produção bruta do mês para aproximadamente 10% da produção mensal. Esta redução é resultado de diversos trabalhos que estão sendo realizados com o foco na redução da sucata gerada.

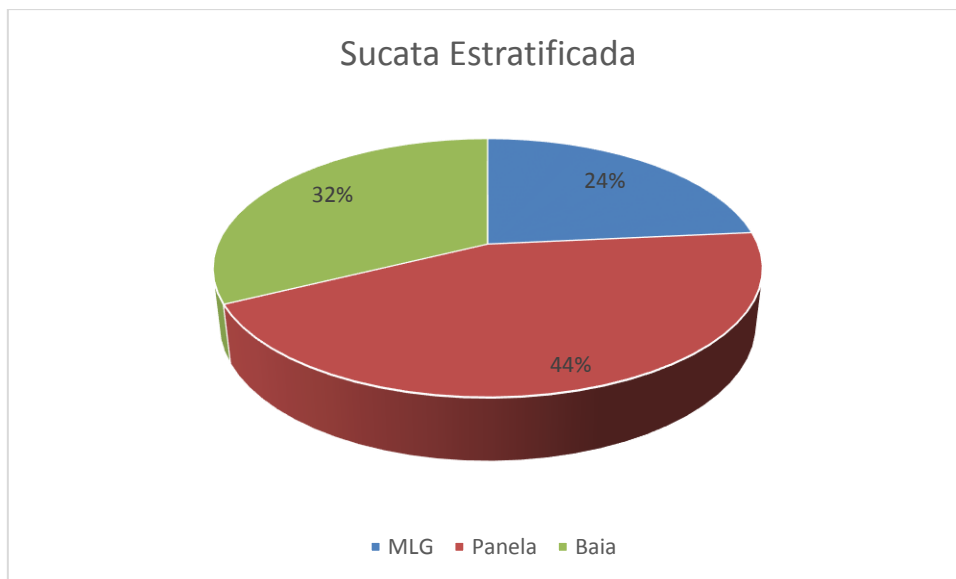
Figura 4 – Percentual de sucata gerada



Fonte: o próprio autor (2016).

Ao realizar a estratificação da sucata gerada ao longo desses seis meses, foi possível verificar a grande influência da sucata gerada nas painelas de gusa, sendo as mesmas responsáveis por 44% de toda a sucata gerada no período (como pode ser visto no gráfico a seguir).

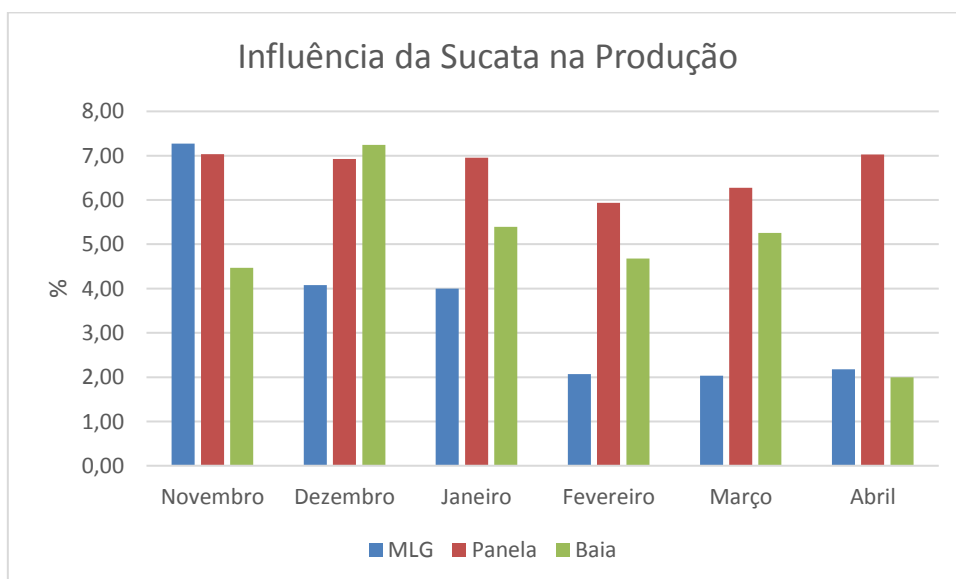
Figura 5 – Estratificação da sucata gerada



Fonte: o próprio autor (2016).

No gráfico a seguir que demonstra a estratificação da sucata em percentual em relação à produção bruta, fica evidente que os trabalhos realizados para a redução da sucata gerada, resultaram principalmente na redução das sucatas proveniente da máquina de lingotar gusa e na gerada na baia de descarte, onde as mesmas apresentaram uma redução considerável, enquanto a sucata gerada nas painelas se manteve praticamente estável no período, mantendo-se com um percentual de geração entre 6 a 7% da produção bruta aproximadamente.

Figura 6 – Percentual de sucata estratificado pelas fontes geradoras



Fonte: o próprio autor (2016).

Este cenário demonstra a necessidade de se atuar no momento na tentativa da redução da geração de sucata na panela, mas também demonstra a necessidade de se criar um novo modo de consumo da mesma, que seja mais viável para a empresa, pois devido às características do processo, ainda que reduzida, essa geração sempre existirá.

#### **4.3. Etapa P plano de ação**

O plano de ação foi desenvolvido em uma ação conjunta das equipes de processo e de produção da empresa em questão onde através de uma seção de brainstorming foi definido como deveria ser realizada a experiência, bem como as premissas de segurança que deviriam ser respeitadas, as condições para a realização, a sequência com o passo a passo da atividade, os dados que deviriam se registrados e acompanhados durante a execução da experiência,

Abaixo seguem as condições definidas como critérios para a realização do procedimento:

- Destino da panela de gusa para a máquina de lingotar.

A princípio foi determinado que o reprocessamento de sucata fosse realizado somente quando o destino da panela fosse para a máquina de lingotar gusa, até que se tivesse a garantia que toda a sucata adicionada na panela foi fundida, sem restar nenhum resíduo que possa atrapalhar a utilização do gusa em corridas destinadas a aciaria.

- Média da temperatura do gusa na corrida anterior acima de 1360°C no canal de corrida.

Esta medida também visa garantir a fusão completa da sucata adicionada na panela.

- Silício na panela da última corrida menor igual a 1%.

Esta medida foi adotada de forma preventiva até que se tivesse a garantia da não influência do reprocessamento na qualidade final do gusa.

- Tara da panela menor que 70t.

Esta medida foi adotada para que seja mais fácil de verificar a influência do reprocessamento no aumento da tara da panela.

- Peso máximo de sucata na panela de 1,5t.

Este peso foi determinado como parâmetro base para os primeiros procedimentos, o mesmo foi aumentado gradualmente para identificação do peso limite de sucata a ser adicionado na panela de gusa.

Foram definidos os seguintes parâmetros para acompanhamento:

- Diferença da temperatura do gusa do canal e da temperatura do gusa na panela;
- Evolução das taras das panelas;
- Quantidade de sucata de panela gerada.

Abaixo segue a sequência a ser seguida durante realização da atividade:

- Pesar sucata que será carregada na panela e informar o peso e número da panela para o operador da sala de controle para que seja registrado;
- Adicionar sucata na panela de gusa com o auxílio da pá carregadeira após a limpeza da panela;
- Enviar a panela para o aquecedor, de forma a remover umidade e pré-aquecer a sucata;
- Pesar a panela após o aquecedor, já com a sucata;
- Posicionar a panela na bica e iniciar o vazamento com a coifa móvel em cima da panela;

Como forma de garantir um pré-aquecimento ideal da sucata adicionada à panela, foi orientado que a mesma deverá permanecer no aquecedor por no mínimo 30 minutos após a adição da sucata.

Uma das definições do plano de ação foi a elaboração de uma orientação técnica para ser seguida pela equipe de operação, nesta orientação foi descrito o objetivo da atividade, as condições para a realização do teste, a sequência das atividades e os parâmetros a serem acompanhados.

A meta inicial de reprocessamento adotada foi de 100 toneladas por mês.

#### **4.4. Etapa D execução**

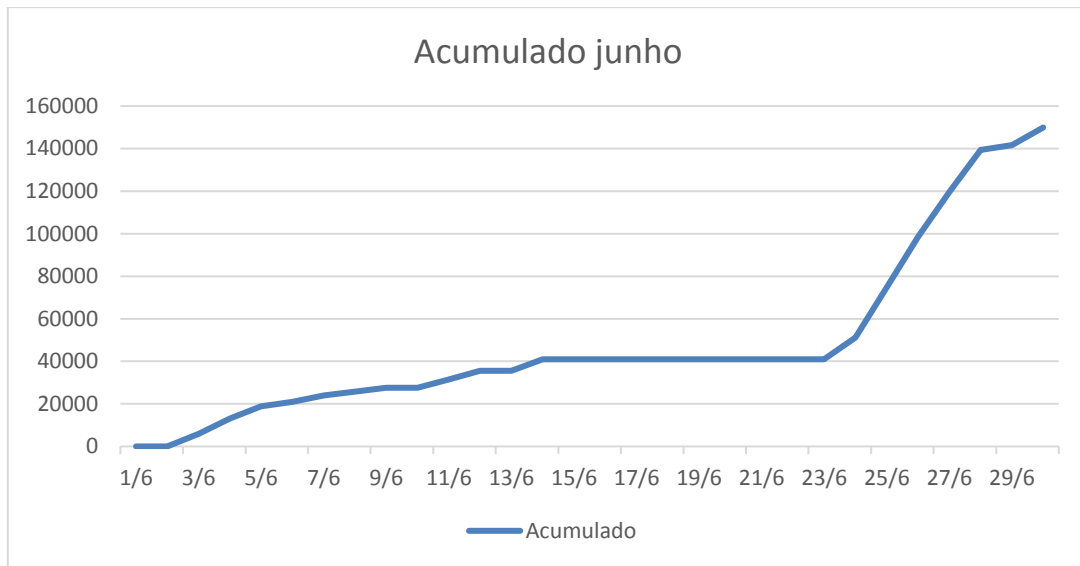
Nesta fase que consiste na atuação de acordo com o plano de ação e na coleta dos dados que serão utilizados na etapa seguinte, foi criada uma planilha no Excel, onde foram organizados os dados das corridas em que houve a utilização de sucata na panela de gusa, para a formação de um banco de dados da experiência em questão de forma detalhada.

Para o acompanhamento experiência foram elaborados gráficos a partir dos dados armazenados na planilha de acompanhamento, como uma forma de facilitar a visualização da experiência como um todo.

Seguindo o plano de ação, foi realizada nesta etapa a elevação gradativa do peso de sucata adicionada na panela, onde se observou que em algumas poucas corridas com adição de sucata superior a 3t a fusão da sucata foi incompleta, começando a restar resíduos na panela de gusa, devido a este cenário a adição da mesma passou a ser limitada a 2800kg, evitando assim possíveis problemas em corridas posteriormente enviadas a aciaria.

Durante o primeiro mês de execução o reprocessamento foi interrompido por nove dias devido a falhas em um dos aquecedores de panelas, retornando normalmente após a normalização do mesmo, após a paralisação da experiência, foi possível superar a meta estabelecida para o mês mesmo com os dias de paralisação, atingindo ao final do mês a marca de aproximadamente 150t de sucata reprocessada (149.920kg no total), conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

Figura 7 – Consumo de sucata acumulado



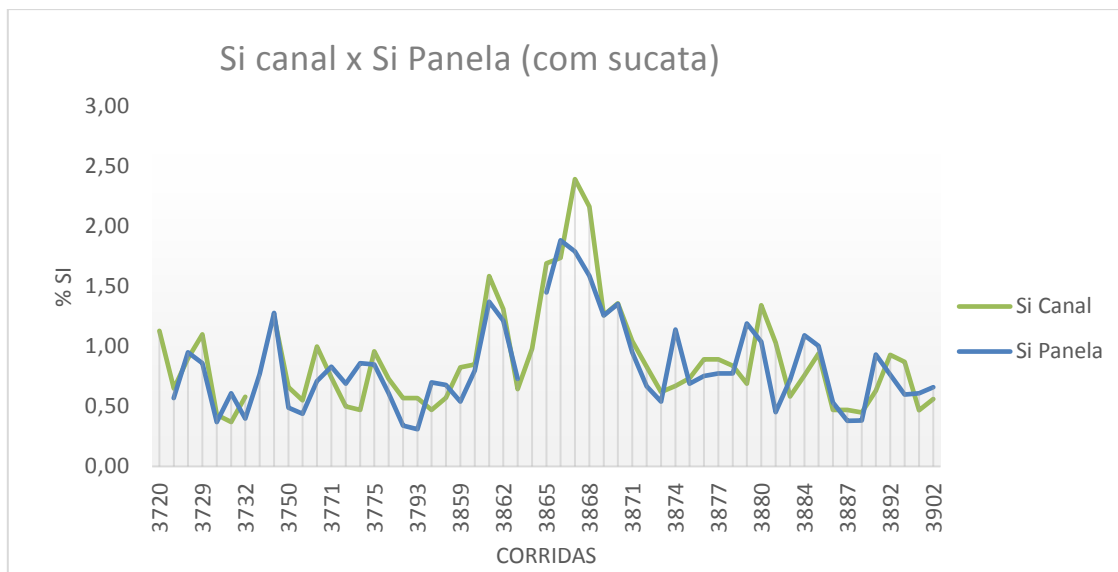
Fonte: o próprio autor (2016).

#### 4.5. Etapa C verificação

Nesta etapa foi realizada a análise detalhada da experiência, tendo como base os dados coletados durante o primeiro mês após o início de reprocessamento, bem como as opiniões relatadas pela equipe de operação, com o objetivo de verificar a eficácia da atividade e o não comprometimento do processo e da qualidade do gusa.

O gráfico abaixo demonstra a variação do silício do gusa amostrado no canal de corrida para o silício do gusa amostrado na panela de gusa.

Figura 8 – Comparação silício do canal com silício na panela

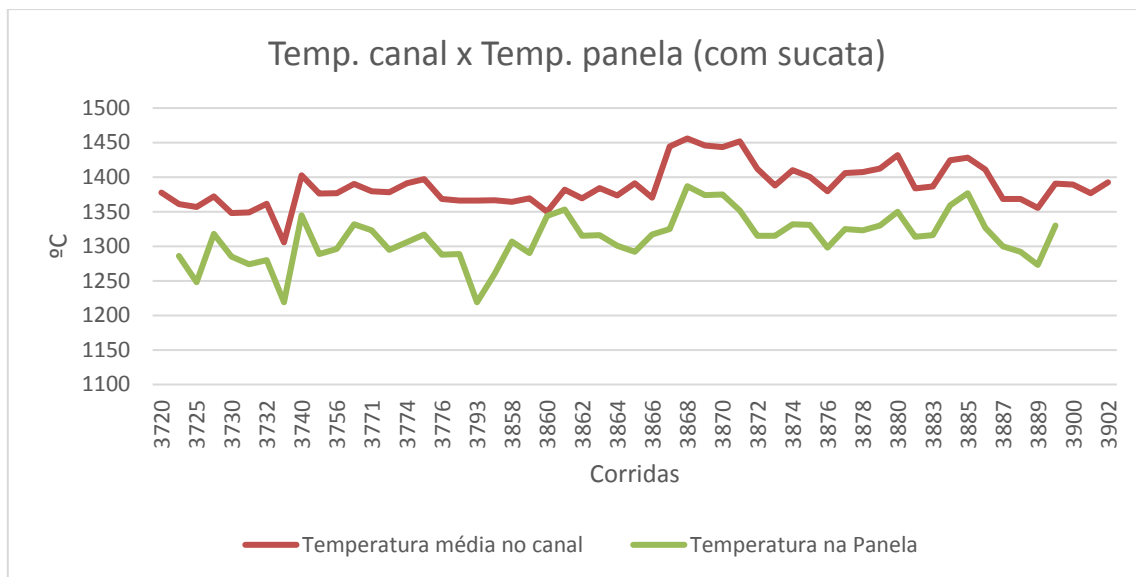


Fonte: o próprio autor (2016).

Conforme pode-se observar no gráfico acima a variação do silício no gusa no período foi muito pequena, oscilando entre variação positiva e negativa, tendo como média no período uma variação positiva de 0,04%, ao compararmos este período com o período anterior a execução da atividade observamos que houve uma pequena redução na variação do silício do gusa, que anteriormente apresentava uma variação média de 0,05% do gusa da panela em relação ao gusa amostrado no canal de corrida.

O gráfico abaixo demonstra o comparativo da temperatura do gusa amostrado no canal para o gusa amostrado na panela, nele pode-se observar que a temperatura de panela apresenta uma queda quase padronizada em relação temperatura média amostrada no canal, no período em questão ela apresentou uma queda de 74°C em média, queda esta que se manteve praticamente a mesma em relação ao período anterior à execução da atividade quando a média de variação era de 73°C.

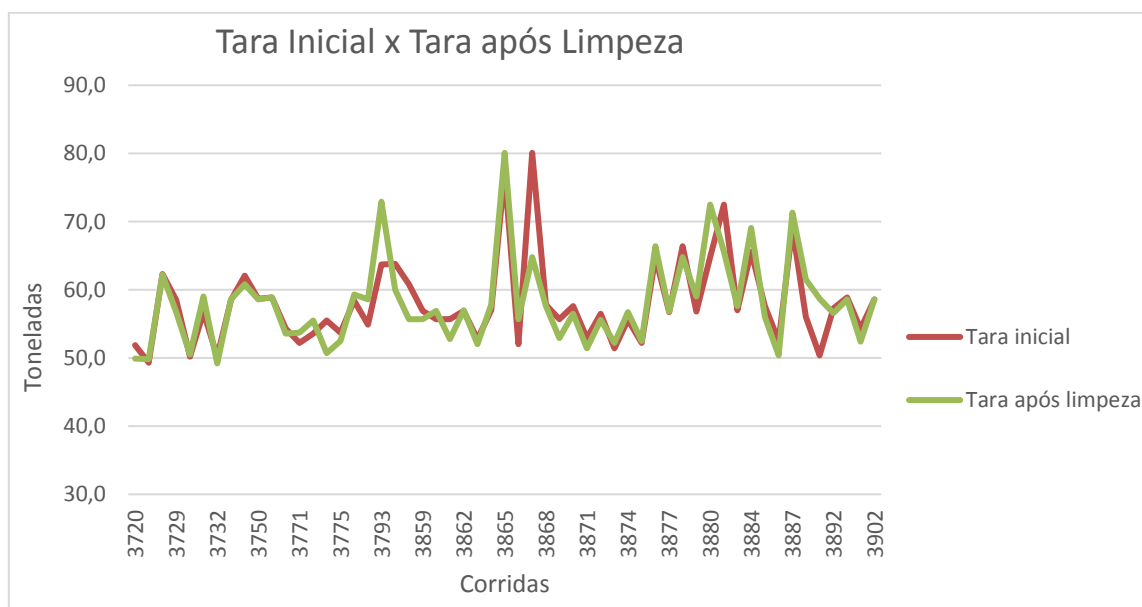
Figura 9 – Comparativo temperatura do gusa no canal e na panela



Fonte: o próprio autor (2016).

O gráfico a seguir mostra o comparativo da tara inicial da panela com a tara final, após a limpeza da mesma, nele é possível verificar que quase não houve variação da tara durante a realização da experiência, com a mesma se mantendo quase que inalterada.

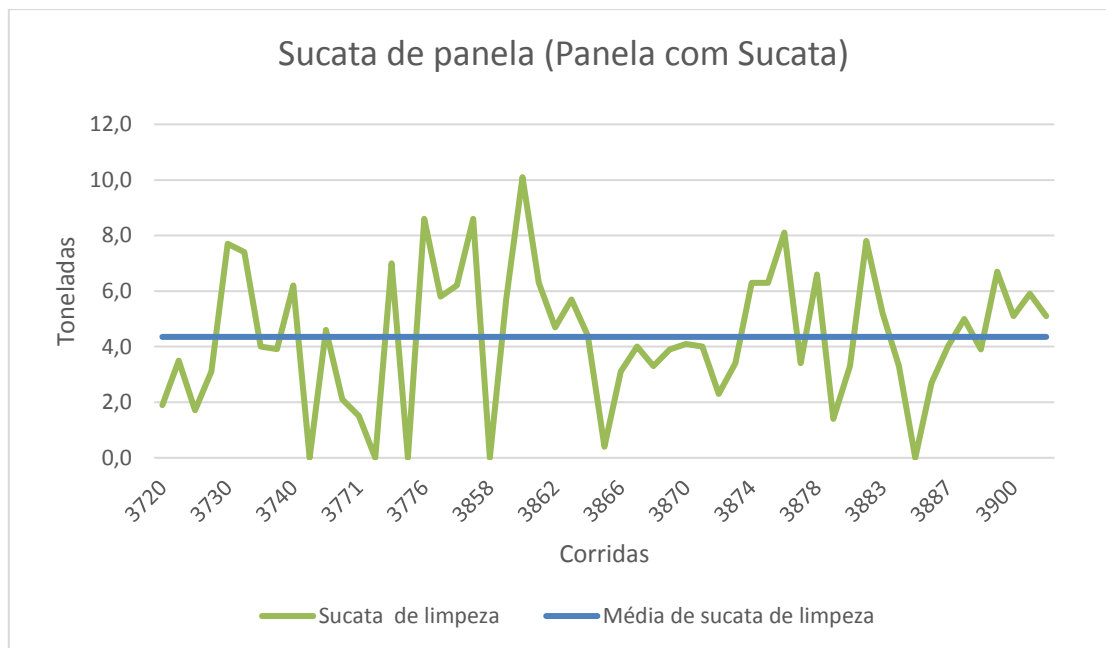
Figura 10 – Comparativo tara da panela



Fonte: o próprio autor (2016).

Outro ponto analisado foi à geração de sucata de panela, fator muito importante para a análise da experiência, devido ao mesmo servir como item de verificação da fusão da sucata adicionada, pois ele tende a aumentar em caso de solidificação da mesma na parede da panela.

Figura 11 – Sucata de panela



Fonte: o próprio autor (2016).

No gráfico acima é possível observar que existe uma grande variação na geração da sucata de panela, tendo uma amplitude de 10,1t com um desvio padrão de 2,45t e média de 4,35t, correspondendo a 5,94% da produção bruta, valor este inferior aos quase 7% de geração dos seis meses anteriores a experiência.

#### 4.6. Etapa A padronização

Após a análise detalhada do primeiro mês da experiência optou-se por padronizar a mesma tendo como base a orientação técnica criada para a equipe de operação, sendo realizadas algumas modificações devido a fatores observados durante a execução.

As novas condições definidas para a realização da atividade da atividade foram:

- Aquecedor de panela funcionando e disponível;
- Temperatura do gusa de no mínimo 1380°C no canal de corrida no vazamento anterior, para panelas enviadas à aciaria;
- Temperatura do gusa de no mínimo 1360°C no canal de corrida no vazamento anterior, para panelas enviadas a máquina de lingotar gusa.

O limite de sucata a ser adicionado na panela foi limitado em 2,8t.

#### 4.7. Etapa A conclusão

Após todo o processo executado pode-se avaliar que os resultados obtidos no primeiro mês foram muito satisfatórios, onde se pode constatar que a atividade em questão não causa nenhum dano ao processo no que se diz respeito à qualidade final do produto, conseguiu-se também



superar a meta inicialmente estipulada, sendo também possível determinar a quantidade ideal de material a ser utilizado em cada reprocessamento.

## 5. Conclusão

Ao final de três meses após o início da nova prática operacional ficou evidente a importância da mesma para a economia do setor, pois segundo dados da equipe de processo, cada tonelada reaproveitada evitou um prejuízo de cerca de R\$ 1.000,00, gerando dessa forma uma economia de aproximadamente R\$ 360.000,00 no período. Contudo sabe-se que a melhor opção é trabalhar para diminuir a quantidade de sucata gerada no processo evitando assim este retrabalho.

## 6. Referências

BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. Gestão da Qualidade, Produção e Operações. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

VIEIRA, Sonia. Estatística para a qualidade. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BATALHA, Otávio Mário. Introdução à Engenharia de Produção. 6. reimpr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

WERKEMA, Cristina. Métodos PDCA e DMAIC e suas Ferramentas Analíticas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CAMPUS, Vicente Falconi. TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 9ª ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2014.

JUNQUEIRA, E. L.; CARDOSO, A. A.; CHAVES, C. A. A utilização do PDCA como método para solução de anomalias dentro de uma empresa do segmento metalúrgico. Revista Ciências Exatas, Universidade de Taubaté, v. 2, n. 1, 2008.

SOUSA, W. C. de; MADEIRA, L. M.; NETO, G. C. O.; SANTOS, J. P. Aplicação da Ferramenta PDCA para Resolução de Problemas que Influenciam na Eficiência no Planejamento de Produção: um Estudo de Caso em uma Empresa Metalúrgica. 10º Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende; out. 2013.

CHIROLI, D. M. G.; GIROTO, A. V. O.; PAPPA, M. F.; Utilização do Ciclo PDCA associado ao Diagrama de Ishikawa como ferramentas de gestão em uma organização não governamental. 28º Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru; nov. 2011.

CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. *Production*, vol.17, n. 1, p. 216-229, Jan/Abr. 2017.

FERREIRA, Deisemar; MORABITO, Reinaldo e RANGEL, Socorro. Um Modelo de Otimização Inteira Mista e Heurísticas *RelaxandFix* para a Programação da Produção de Fabricas de Pequeno Porte. *Revista Produção*, v. 18, n. 1, p. 076-088, Jan/Abr. 2008.

*AS DIFERENÇAS ENTRE PESQUISA DESCRITIVA, EXPLORATÓRIA E EXPLICATIVA, PORTAL DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <[www.posgraduando.com/diferencas-pesquisa-descritiva-exploratoria-explicativa.html](http://www.posgraduando.com/diferencas-pesquisa-descritiva-exploratoria-explicativa.html)> Acessado em 06 de fev. 2018*

*PESQUISAS: EXPLÓRATORIA, DESCRITIVA E EXPLICATIVA. MONOGRAFIAS BRASIL ESCOLA. Disponível em: <[www.monografias.brasilecola.uol.com.br/regras-abnt/pesquisas-exploratoria-descritiva-explicativa.htm.html](http://www.monografias.brasilecola.uol.com.br/regras-abnt/pesquisas-exploratoria-descritiva-explicativa.htm.html)> Acessado em 06 de fev. 2018*

*PESQUISA QUANTITATIVA E PESQUISA QUALITATIVA: ENTENDA A DIFERENÇA. INSTITUTO PHD. Disponível em: <[institutophd.com.br/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-entenda-a-diferenca.html](http://institutophd.com.br/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-entenda-a-diferenca.html)> Acessado em 06 de fev. 2018*