



# SICIT 2018

Semana de Iniciação  
Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

## APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA REDUZIR O ÍNDICE DE SUCATAS NO INTERMEDIÁRIO DOIS DE UMA EMPRESA SIDERÚRGICA

**Bruna Carolina de Oliveira Alves, Universidade de Itaúna, brunacoa@gmail.com.**

**Joel Lucas Queiroz Souza, Universidade de Itaúna, joelspmg@hotmail.com.**

**Victor Gabriel Sousa, Universidade de Itaúna, victorgabriel17@outlook.com.**

**Alecir Silva, Universidade de Itaúna, alecir09@gmail.com.**

**Resumo:** Com a finalidade de diminuir os custos e as perdas de produção em uma empresa siderúrgica, este trabalho visa estudar a viabilidade técnica para a redução de sucatas de produtos semiacabados e acabados. Os principais produtos são os vergalhões, perfis T e barras sextavadas. Esse tipo de manufatura de aço é realizado em maquinários específicos com o objetivo de fornecer o material conforme medidas e quantidades solicitadas pelo consumidor final e secundário. Durante o processo de manufatura, o corte de barras é realizado em máquinas específicas de corte. O trabalho tem como propósito a criação de um método viável utilizando conceitos de “PDCA” que permite melhorar o processo para redução de geração de sucatas em uma célula de produção denominada intermediário dois. Para a eficiência deste método, utiliza-se um conjunto de boas práticas, com a avaliação do processo e o desenvolvimento de ferramentas de melhorias. Para avaliação das condições deste trabalho é necessário o levantamento de todo o processo do setor avaliado e sua respectiva análise, encontrando suas deficiências e possibilidades de melhoria. Com base nestes dados, define-se a melhoria inicial, reduzindo as perdas com o processo de corte dos aços. A partir deste estudo, consegue-se uma significativa redução do índice de geração de sucatas, com um ganho de 13,95%, atingindo a meta estabelecida de 0,037%, o que representa uma economia em torno de 2 peças mensais. Em outubro de 2017 registra o índice de sucata de 0,028%, evidenciando a capacidade de uma redução ainda maior.

**Palavras-chave:** Redução de custo. PDCA. Sucata.

### 1 Introdução

Atualmente, a preocupação constante das empresas é entregar o produto com qualidade e dentro do prazo estabelecido. Para tanto, estas tem adotado sistemas de produção de alta tecnologia e buscando pessoas capacitadas para desenvolver e tornar confiável todo o processo, a fim de aumentar a produtividade com o menor custo possível garantindo a satisfação do cliente.

Assim, a cada ocorrência de problemas, as empresas devem ser capazes de resolvê-los de maneira eficaz, o que pressupõe a utilização de metodologias de análise e de solução de problemas adequadas.

Neste sentido, devido às condições atuais do processo e o alto índice de perda de matéria-prima, principalmente na célula pesquisada, o intermediário dois, evidencia-se a necessidade de intervir na linha de produção da empresa siderúrgica de laminação, localizada na cidade de Itaúna- MG.



O estudo consiste na aplicação do método de solução de problemas do programa seis sigma, chamado de PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) em uma célula do laminador denominada intermediário dois, que é um setor do processo constituído por gaiolas (conjunto de cilindros, guias, mancais e rolamentos, onde os cilindros são reusinados na empresa) G3, G4, G5 e G6. O estudo constata alto índice de sucata, sendo então aplicado para diminuir o número de ocorrências no período de fevereiro a outubro de 2017, que consequentemente gera perda de matéria-prima e prejuízo financeiro.

São utilizadas ferramentas estatísticas, de qualidade e controle de processo, para potencializar a redução das ocorrências, com menor custo e no menor tempo possível, para solucionar problemas crônicos de forma eficaz e analítica.

Nos próximos tópicos é demonstrada a aplicação do método PDCA para análise e solução de problemas, os resultados obtidos como aumento de produtividade, certificação da entrega do produto no prazo estabelecido pelo cliente, garantia da qualidade, redução dos custos e ganhos financeiros para a organização. Por fim é apresentada as discussões e conclusões sobre os resultados.

## 2 Metodologia

Para a execução de projetos de maneira bem sucedida, além da exigência por profissionais qualificados, espera-se um planejamento organizado e a utilização de uma metodologia definida. Nesse sentido, a aplicação do conhecimento, das ferramentas disponíveis, das habilidades e técnicas deve ser feita de forma estruturada.

Nesse âmbito, a metodologia apresenta as definições e correspondentes justificativas no que se refere à natureza e aos objetivos da pesquisa, a forma de abordagem, coleta e fonte de dados, o tamanho da amostra e forma de amostragem, a abrangência dos dados, a época, duração e local de realização, a forma de análise e interpretação dos dados e a forma de apresentação dos resultados. Assim, são apresentados e explicados.

Para este artigo, a pesquisa de campo do ponto de vista da natureza é aplicada, uma vez que objetiva a eliminação de sucatas em uma célula de produção, determinada intermediário dois. O problema é abordado de forma quantitativa, pois é possível traduzir opiniões em informações mensuráveis.

Em relação ao objetivo para o problema em questão, classifica-se a pesquisa como exploratória, pois envolve levantamento bibliográfico e *brainstorming* com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado. Assim, para o procedimento técnico, o trabalho de geração de sucata, se trata de estudo de caso, pois envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento.

A validação das propostas de melhorias é realizada em campo, na empresa siderúrgica, tendo como universo de pesquisa o setor de produção focado na célula do intermediário dois envolvendo as gaiolas (conjunto de cilindros, guias, mancais e rolamentos, onde os cilindros são reusinados na empresa) denominadas G3, G4, G5 e G6.

Para o universo da pesquisa é delimitado para este artigo o procedimento referente ao processo do intermediário dois, uma vez que o objetivo é identificar as causas críticas de geração de sucata na célula em questão. Assim, é analisado através das ocorrências que o intermediário dois apresenta o maior índice de sucata.

Para o estudo, as amostras utilizadas no projeto são retiradas através do dispositivo chamado de “*snap*” (funciona como uma tesoura por meio de um cilindro pneumático), CV 50 (funciona como uma tesoura que elimina a cabeça e a calda do material) e pela “queima de madeira” (analisa a marca feita em uma madeira quando encostada sobre o material quente). Todas as amostras coletadas são levadas ao laboratório para medição e análise.

O estudo é realizado entre o período de fevereiro a outubro de 2017, num total de nove meses de duração.

Durante o projeto são feitas análises de viabilidade técnica (e econômica), bem como a realização de testes de validação, *brainstorming* com os envolvidos na busca pelas melhores ideias e acompanhamento da gerência junto à equipe de trabalho. É utilizado ainda o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Ishikawa, este faz com que processos complexos sejam divididos em processos mais simples e, portanto, mais controláveis.

A aplicação de ferramentas e métodos pré-definidos oferece uma possibilidade adequada de estruturação do projeto, fornecendo dados confiáveis.

Após a coleta, os dados são analisados e interpretados, pelas ferramentas da qualidade, a fim de tomar as decisões de melhoria para o processo.

Logo, definidas as questões correlatas ao problema e determinado o objetivo do projeto, procede-se à enumeração das etapas necessárias para a redução do índice de sucata no intermediário dois, à realização dos testes e à análise dos resultados obtidos.

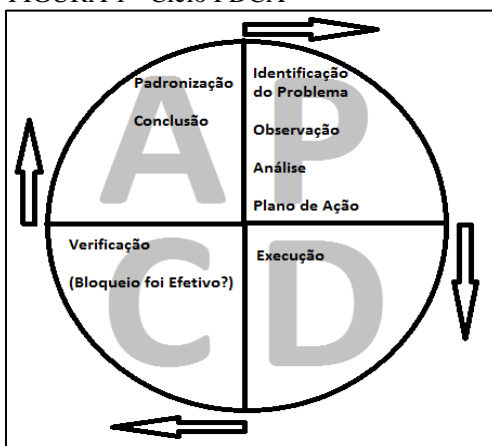
### **3 Resultados**

Este capítulo descreve as atividades executadas, visando a redução de sucatas geradas no intermediário dois. São detalhadas as etapas e os métodos utilizados neste processo de melhoria por meio do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*).

#### **3.1 Aplicação da metodologia PDCA**

Neste tópico, é apresentada a metodologia PDCA, sendo relatado em cada fase do ciclo suas respectivas ações e ferramentas utilizadas. A FIGURA 1 mostra o ciclo PDCA.

FIGURA 1 - Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de CAMPOS, 2002.

### 3.1.1 Plan

A fase *Plan* (planejamento) se divide em quatro subfases: identificação do problema, observação, análise e plano de ação.

A identificação do problema é o início do ciclo PDCA, onde se escolhe e define claramente o problema para assim ver o que a empresa está perdendo ou deixando de ganhar com aquele problema e porque ele foi escolhido para ser atacado, demonstrando sua importância.

Inicialmente, os dados são coletados e analisados para comprovar o maior índice de sucata na célula do intermediário dois. Os dados são separados por ocorrência de sucata por setores da produção, com base em geração de sucatas (peças) por ano em cada célula.

Porém apenas separando as áreas e as sucatas geradas não é suficiente para concluir qual é o foco de estudo. Por isso, analisa, separadamente, as células com suas etapas, como demonstrado na TABELA 1.

TABELA 1 - Células do intermediário dois com as etapas do processo de laminação

Células	Sucatas geradas por ano (2016) (peças)	Nº de etapas	Etapas
Laminador desbastador	138	10	Trem desbaste (seis passes de laminação); Mesa de elevação/fixa; Impulsionador 1; Impulsionador 2; Gaiola D7.
Intermediário um	62	3	Gaiola 1; Gaiola 2; Tesoura CV 50.
Intermediário dois	133	4	Gaiola 3; Gaiola 4; Gaiola 5; Gaiola 6.
Trem acabador	256	8	Gaiola 7; Gaiola 8; Gaiola 9; Gaiola 10; Gaiola 11; Gaiola 12; Sistema de tratamento de barras; Calha de saída.
Leito de resfriamento	34	8	Tesoura CV 30; Caminho de rolos; Cursor; Leito; Tesoura de corte a frio; Balança; Monovia; Transferidor.



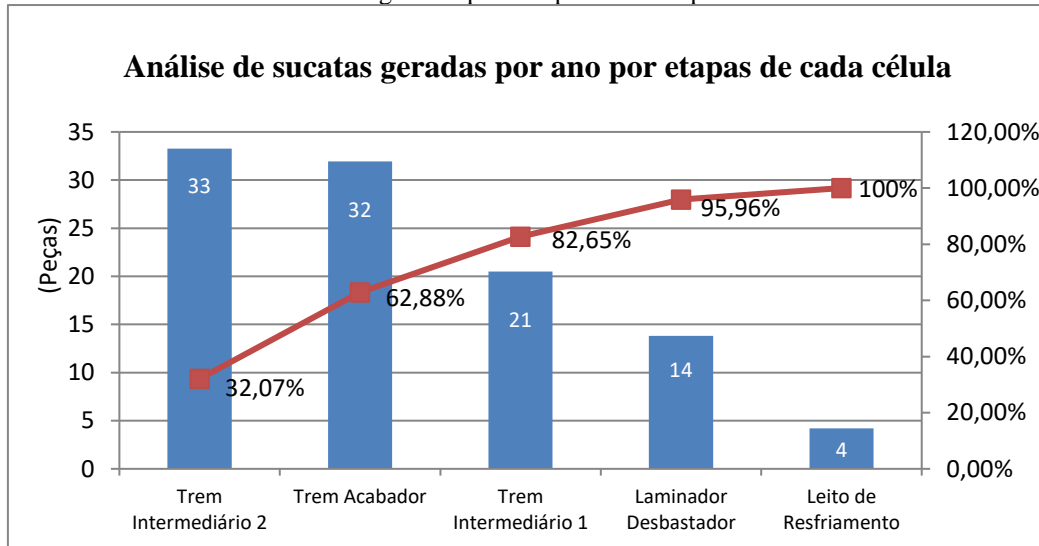
# SICIT 2018

Semana de Iniciação  
Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

Dessa forma, utilizando as sucatas geradas por ano e dividindo pelo número de etapas comprova que a célula do intermediário dois é onde ocorre o maior índice de sucata, GRÁFICO 1.

GRÁFICO 1 - Análise de sucatas geradas por ano por n° de etapas de cada célula



Fonte: ARCELORMITTAL, 2017.

Essa célula é geradora de grande parte das ocorrências de sucata analisadas, gerando uma perda significativa de matéria prima durante o processo.

Com a escolha do problema a ser sanado, parte-se para a observação dele. Com essa observação, é coletado o maior número de informações possíveis que possa influenciar na solução do problema. Nesse momento, não se busca as causas ou se questiona as origens do problema. Nessa fase, define utilizar ferramentas como a folha de verificação, gráficos, técnica de *brainstorming*, estratificação, diagrama de Ishikawa, entre outras, podendo assim, investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.

Após analisar as informações dos setores da produção e confirmar o problema de alto índice de perda de matéria prima como sucata são realizadas estratificações dessas informações por turno e por setores responsáveis pela produção no intermediário dois.

A partir dessas informações são levantados, por meio de uma planilha interna de controle das ocorrências, os efeitos de possíveis causas que podem estar gerando as ocorrências de sucatas no intermediário dois. As ocorrências são contabilizadas e descritas em uma planilha, como demonstra a FIGURA 2, a fim de se obter o controle da produção. Nessa planilha, são observadas todas as sucatas da produção por setor, assim, para o estudo, são filtradas as ocorrências para o intermediário dois como forma de realizar um *brainstorming*.

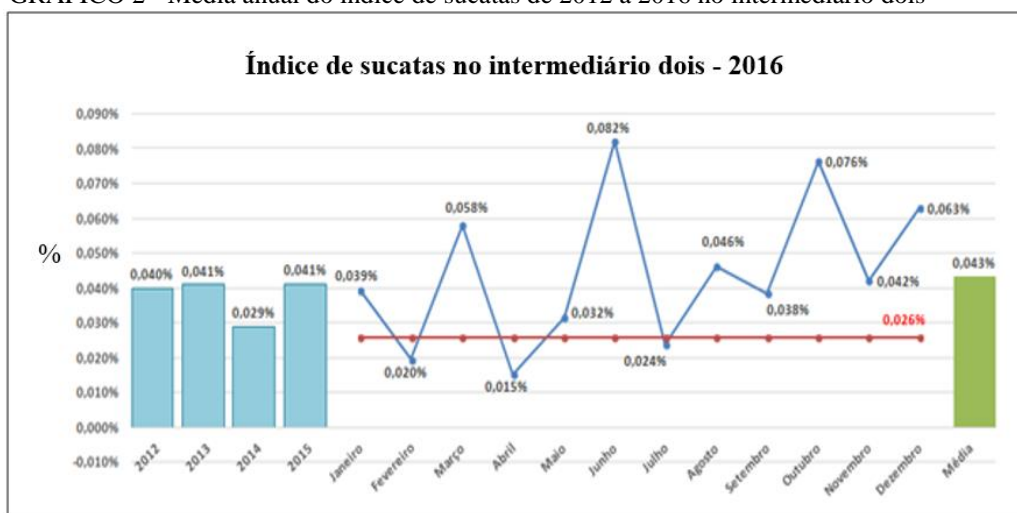
FIGURA 2 - Controle das ocorrências no intermediário dois em todos os turnos

ANO	MÊS	DIA	TUR N°	TARUGO	AÇO	TIPO	BITOLA	COMPR. DO TARUGO	HORA DA PARADA			TEMPO PARADO	TIPO	OCORRÊNCIA	Sucata		CÉLULA	EQUIPAMENTO	COMPONENTE	SUB-COMPONENTE	MODO DE FALHA	DESCRIÇÃO DA PARADA
									INTERVALO	INÍCIO	FIM				88	133						
2016	Jan	11	3	130 Sinobrás	A12	BQE	1/2"	2,55	16	16:50	17:12	00:22	A	5	2	Trem Intermediário 2	Cadeira 3 (Inter 2)	Guia seca de entrada	-	Estocou	Material estocou na entrada da G3, devido a cabeça da barra estar com 39,3 estocando na guia	
2016	Jan	19	2	130 Cariacica	A12	BCH	14x9,0mm	2,55	13	13:20	13:58	00:38	A	5	1	Trem Intermediário 2	Cadeira 6 (Inter 2)	-	-	Estocou	Barra estocou na entrada gaiola 6	
2016	Jan	23	3	130 Cariacica	A12	BCH	1.1/2"x4,5mm	2,55	14	14:26	14:46	00:20	A	5	1	Trem Intermediário 2	Cadeira 6 (Inter 2)	-	-	Retardou a mordida	Material retardou a pega na mordida	
2016	Jan	25	3	130 Sinobrás	S20	BRE	7/8"	2,48	21	21:20	21:38	00:16	A	5	2	Trem Intermediário 2	Cadeira 4 (Inter 2)	-	-	Fora de posição	Material chegou fora de posição na entrada da G4	
2016	Jan	26	2	130 Juiz de Fora	A12	BRE	1"	2,53	11	11:47	12:00	00:13	A	5	2	Trem Intermediário 2	Cadeira 3 (Inter 2)	-	-	Estocou	Material estocou na guia de entrada da G06.	
2016	Jan	26	3	130 Cariacica	S20	BRE	1"	2,48	17	17:40	17:53	00:13	A	6	2	Trem Intermediário 2	Cadeira 3 (Inter 2)	Guia de entrada	-	Estocou	Material estocou na entrada da G3 devido a Gaiola ter desalinado	
2016	Jan	29	1	130 Cariacica	S20	CTN	7/8"x1/8"	2,48	24	0:22	0:56	00:34	A	11	2	Trem Intermediário 2	Cadeira 5 (Inter 2)	-	-	Solto	Soltou o copo lado do acionamento da G5.	
2016	Jan	29	1	130 Cariacica	S20	CTN	7/8"x1/8"	2,48	4	4:58	5:40	00:42	A	5	2	Trem Intermediário 2	Cadeira 5 (Inter 2)	-	-	Solto	Soltou o copo lado do acionamento da G5.	

Com o propósito de apresentar de maneira mais clara os efeitos das ocorrências é realizado outro *brainstorming* para observar, as descrições dos efeitos e posteriormente colocá-los no Diagrama de Ishikawa (6M) e observar em qual M (Método, Máquina, Mão de obra, Material, Meio Ambiente e Medida) se encontram.

Dessa forma, com o objetivo de reduzir o número de perdas, com base em dados históricos, é estabelecida a meta de 0,037% para o índice de sucata até outubro de 2017. O GRÁFICO 2 demonstra que, no ano de 2016, houve oscilações do índice de sucata em cada mês. A meta foi instituída em cima dos meses com as melhores taxas, concluindo que é possível alcançá-la.

GRÁFICO 2 - Média anual do índice de sucatas de 2012 a 2016 no intermediário dois



Essa meta foi estabelecida por meio da relação de produtos laminados em cada mês de 2016 pelo índice de sucata gerado. Após isso, calculou-se a média anual dessa divisão e assim, pôde-se estabelecer a meta. A FIGURA 3 mostra o cronograma das fases do PDCA.



# SICIT 2018

Semana de Iniciação Científica e Tecnológica

Universidade de Itaúna

FIGURA 3 - Cronograma para acompanhamento das fases do PDCA

FASE DO PDCA		P/R	CRONOGRAMA 2017												Farol			
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez				
P	1- IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	P																○
		R																○
	2- OBSERVAÇÃO	P																○
		R																○
D	3- ANÁLISE	P																○
		R																○
C	4- PLANO DE AÇÃO	P																○
		R																○
A	5- EXECUÇÃO	P																○
		R																○
A	6- VERIFICAÇÃO	P																○
		R																○
A	7- PADRONIZAÇÃO	P																○
		R																○
A	8- CONCLUSÃO	P																○
		R																○

Legenda: Barras: Status: P: Planejado R: Realizado Atrasado Concluído Em andamento e no prazo

Em seguida, inicia a etapa de análise para descobrir, testar e confirmar a causa fundamental do problema. Para isto são checadadas todas as causas possíveis que podem estar influenciando de alguma maneira a ocorrência do problema e se faz uma verificação hipotética para definir quais destas são as mais prováveis. Daí, é feita análise profunda dessas causas, correlacionando-as com os efeitos e ao mesmo tempo verificando a possibilidade de bloqueio das mesmas.

Pode-se fazer o uso de ferramentas como *Brainstorming*, diagrama de causa e efeito, lista de verificação, Gráfico de Pareto, histogramas, Gráfico de dispersão ou correlação entre outros.

No estudo, após separar pelo modo de falha, é utilizada a ferramenta dos Cinco Porquês para encontrar a causa raiz das ocorrências de sucata. Para isso, os efeitos são discutidos em reuniões, por meio de *brainstorming*, e assim definir as causas raízes que estão levando ao alto índice de sucata no intermediário dois.

Com as causas raízes definidas, elas são separadas pelo Diagrama de Ishikawa que apresenta o resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) separando por Método, Máquina, Mão de obra, Material, Meio Ambiente e Medida.

Para prosseguir, todas essas causas são analisadas na matriz GUT, que as prioriza em Gravidade (G) x Urgência (U) x Tendência (T). Assim, é possível classificar as causas em escala de 1 a 5, para cada aspecto Gravidade, Urgência e Tendência, multiplicando entre si encontra-se as maiores notas atribuídas.

O estudo, inicialmente, é feito com os supervisores responsáveis pela célula do intermediário dois, por meio de *brainstorming*, relatando suas diferentes pontuações (baseadas no conhecimento e experiência). Em seguida, cada aspecto é julgado pelos supervisores da célula com cada causa encontrada, para assim chegar a um consenso das opiniões, obtendo a média de cada resultado e assim formando a matriz de priorização.

Para que as causas fundamentais encontradas na fase de análise possam ser neutralizadas e tratadas, define um plano de ação elaborado por meio de discussões com o grupo envolvido e utilizando a ferramenta 5W1H, onde também são determinados os prazos e os custos necessários. É importante que as ações sejam baseadas nas causas e não nos efeitos. É preciso muito cuidado para que estas ações não produzam efeitos colaterais indesejados e, caso ocorram, é preciso adotar ações eficientes para eliminar ou minimizar seus danos, caso não seja

possível evitá-los. O ideal é propor situações diferentes, analisar a eficácia e custo de cada uma e escolher a melhor, definindo metas tangíveis em todos os níveis da operação.

Sendo assim, após a finalização da matriz GUT, obtêm-se, então, as causas raízes dos efeitos que estão influenciando o alto índice de sucata no intermediário dois. As causas priorizadas pela matriz são analisadas. O QUADRO 1 apresenta as causas a serem tratadas.

QUADRO 1 - Causas a serem tratadas para reduzir o índice de sucata no intermediário dois

Nº	CAUSA FUNDAMENTAL	Nº	CAUSA FUNDAMENTAL
1	Falha durante o controle de processo.	9	Há falha durante a regulagem da guia deixando-a apertada ou folgada.
2	Não confere-se durante o processo, a fixação do funil da mesa de laço.	10	Não há responsável para inspeção dos desgates dos funis.
3	Falha no plano de manutenção da mesa de laço, pois não se inspeciona a chapa superior antes dos rolos da mesa de laço.	11	Falha no plano de manutenção da mesa de laço, pois não se observa a fixação do parafuso da calha.
4	No projeto não contemplava o rebaixo.	12	No plano não contempla a inspeção da chapa de desgaste do fundo da calha da mesa laço.
5	Falha na sistemática de inspeção do processo.	13	Há falha durante a montagem da guia não percebendo o alinhamento correto, fazendo o material chegar fora de posição.
6	Falha no treinamento da maneira correta de retirar a cera do canal.	14	Não há sistema para travar a solenóide para evitar que o mesmo se solte e tenha perda de sinal do HMD.
7	Há falha de ajuste de luz das gaiolas deixando o material fora do especificado.	15	Erro de digitação no momento do lançamento.
8	O material apresenta defeito interno no tarugo (porosidade interna, trincas internas, macroinclusões, segregação ou porosidade central).	16	Programação errada da ficha de calibração.

O plano de ação é definido, por meio de *brainstorming*, a partir das causas apresentadas no QUADRO 1.

### 3.1.2 Do (D)

A fase *Do* (fazer) de desenvolvimento se divide em apenas uma subfase, execução. Após definir e revisar todo o plano de ação, é hora de colocá-lo em prática. As ações devem ser tomadas com rigor e todos os envolvidos precisam estar cientes de seus objetivos, tarefas e prazos, para que ocorra o bloqueio efetivo das causas fundamentais. Devem ser dada atenção especial as ações que necessitam da participação e cooperação de todos, deixando claro para cada um: qual sua tarefa, o porquê dela, o entendimento e se estão de acordo.

Com o plano de ação em execução é possível observar as causas que estão sendo eliminadas. A conclusão das causas se dá ao fato das causas raízes apontarem para ações que não afetam apenas o setor operacional da célula intermediário dois, como também o setor da elétrica e oficina de cilindros. Assim, ocorre à mobilização de outros setores para alcançar a meta.

### 3.1.3 Check (C)

A fase *Check* (checar) se divide em apenas uma subfase, verificação. Nesta etapa verifica se as ações implementadas foram efetivas para o bloqueio, comparando os resultados anteriores com





# SICIT 2018

Semana de Iniciação  
Científica e Tecnológica

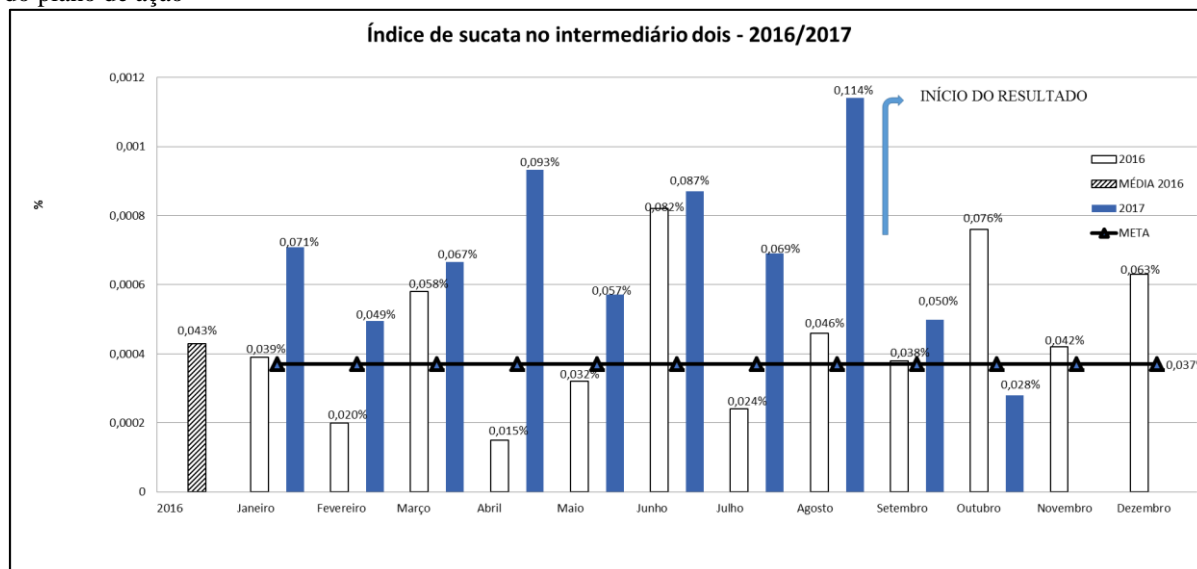
Universidade de Itaúna

os encontrados após a execução. Isto permite responder a seguinte pergunta: O problema está realmente eliminado? Caso positivo, segue para a próxima etapa, a de padronização. Se a resposta for não, deve voltar na etapa de observação, para que a equipe possa checar o que não foi visto anteriormente e definir a causa. É possível que o problema não tenha sido solucionado, mas está reduzido, porque não foram atacadas todas as causas do problema, devendo então voltar a observação e defini-las. Além disso, observar se houve o surgimento de efeitos colaterais e tratá-los.

Após a implantação do plano de ação ser concluída, começa-se uma nova etapa. A etapa de verificação dos resultados das ações definidas. Se as ações estão dando certo, começa-se a análise dos resultados propostos. Para a redução do índice de sucata no intermediário dois, os primeiros resultados começam aparecer a partir de setembro de 2017.

Pelo GRÁFICO 3 é possível comparar os resultados de 2016 e 2017 com a meta do estudo (0,037%). Primeiramente, analisando os resultados, 2016 teve um índice de sucata melhor quando colocados em paralelo com 2017. Porém, no ano de 2016, o mercado apresenta diversas oscilações o que dificulta a produção em larga escala.

GRÁFICO 3 - Comparação do índice de sucata no intermediário dois entre 2016 e 2017, após a implementação do plano de ação



Em 2017, o índice de sucata gerado é maior devido às causas estudadas neste trabalho. O propósito do estudo, com base no plano de ação, é apresentar resultado a partir de setembro de 2017, quando a execução do plano de ação termina. Dessa forma, analisando o mês de setembro de 2017 e os meses sequenciais com a meta (0,037%), é possível notar que os índices alcançados estão se aproximando do objetivo.

Ainda comparando, no GRÁFICO 3, o mês de agosto de 2017 apresenta o índice de sucata no intermediário dois de 0,114%, porém em setembro do mesmo ano, esse resultado reduz mais de 50%, passando para 0,050%. Esse valor está bem próximo da meta, sendo analisado por mais alguns meses para garantir o alcance do objetivo do estudo. No mês de outubro de 2017, observa que a meta é alcançada, a partir de então, as ações implantadas são monitoradas para garantir a

eficácia das mesmas e evitar que o surgimento de possíveis causas secundárias que possam influenciar no processo.

### 3.1.4 Act (A)

A fase *Act* (agir) se divide em duas subfases, padronização e conclusão.

A padronização acontece após a causa principal do problema ser identificada, a ação implementada e ocorrer o bloqueio efetivo dessa causa, sendo então alcançados resultados satisfatórios. O objetivo da padronização é prevenir contra o reaparecimento do problema. Para isso, transforma-se essa ação em um procedimento operacional padrão, a ser seguido e são realizados treinamentos visando transmitir a alteração a todos os envolvidos. Posteriormente, são efetuadas auditorias constantes, garantindo o cumprimento desses padrões, para manutenção e melhoria dos bons resultados adquiridos.

As ações estabelecidas para eliminar as causas são implementadas e conforme está demonstrado no GRÁFICO 3, em setembro é possível ver redução do índice de sucata no intermediário dois.

As ações concluídas são acompanhadas para comprovar e tratar qualquer causa secundária que possa surgir. Assim, as causas são monitoradas ao longo dos próximos meses para tornar as ações rotineiras e padronizadas. Todas as evidências de conclusão são apresentadas de acordo o plano de ação.

## 4 Discussão

O estudo do problema índice de sucata no intermediário dois é realizado por meio da metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). É limitado um período de análise criteriosa com início em fevereiro de 2017 a outubro de 2017, com o resultado em 2016 de 0,043% é definida a meta de redução para 0,037% (meta estabelecida por meio da relação de produtos laminados em cada mês de 2016 pelo índice de sucata gerado). Entre esses dois percentuais é possível encontrar uma redução que pode ser quantificada em ganho de peças para demonstrar o ganho em cada em mês em que for alcançada a meta.

Inicialmente, calcula-se essa redução em ganho de peças por mês, pela meta de 2017, 0,037%, dividindo pela média em 2016, 0,043%, sendo demonstrado na EQUAÇÃO (1).

$$\frac{META\ 2017}{MÉDIA\ 2016} * 100\% = \frac{0,037\%}{0,043\%} * 100\% = 86,05\% \quad (1)$$

Assim, é possível subtrair do total de 100% o valor calculado na EQUAÇÃO (1), encontrando em percentual um ganho em peças de 13,95%. Esse percentual sendo convertido em quantitativo de peças por tonelada, utilizando como base a média de 2016, considerando o valor total de produção no ano (2016) dividido pelo total de meses no ano e multiplicada pela meta, conforme EQUAÇÃO (2).

$$\frac{VOLUME\ TOTAL\ DE\ PRODUÇÃO\ NO\ ANO\ (2016)}{TOTAL\ DE\ MESES\ NO\ ANO} * \frac{META}{100} = \frac{76000}{12} * \frac{0,037\%}{100} = 2,34\ \text{peças} \quad (2)$$

A economia é observada quando o índice mensal é igual ou menor que a meta de estudo (0,037%). Quando comparado o mês de agosto de 2017 com setembro do mesmo ano é possível observar que o índice de sucata no intermediário dois, caiu de 0,114% para 0,050%, correspondendo a uma melhoria de mais de 50%. Assim, analisando os resultados deste trabalho, percebe-se a melhoria no processo quando a meta é alcançada em outubro de 2017.

Para outubro de 2017, ajustando a EQUAÇÃO (2), é possível mensurar o ganho em peças. Considerando o valor alcançado neste mês, 0,028% (resultado é melhor que a meta), conforme a EQUAÇÃO (3):

$$\frac{76000}{12} * \frac{0,028}{100} = 1,77 \text{ peças} \quad (3)$$

Assim, o percentual em quantitativo de peças por tonelada está abaixo do valor da meta.

## 5 Conclusão

Este trabalho foi elaborado em uma empresa siderúrgica de laminação com o propósito de reduzir o índice de sucata na célula denominada de intermediário dois de 0,043% para 0,037%, por meio da metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) até outubro de 2017.

Os percentuais apresentados acima representam uma redução de 13,95% no índice de sucata para alcançar a meta instituída.

A economia é observada quando o índice mensal é igual ou melhor que a meta de estudo (0,037%). Quando comparado o mês de agosto de 2017 com setembro do mesmo ano, já é possível observar que o índice de sucata no intermediário dois, caiu de 0,114% para 0,050%, respectivamente, correspondendo a uma melhoria de mais de 50%. Assim, analisando os resultados deste trabalho, verifica que há percepção de melhoria no processo quando a meta é alcançada em outubro de 2017, 0,028%, sendo o resultado melhor que a meta definida.

Em outubro de 2017, a meta é alcançada e sendo o índice mensal melhor quando comparado ao objetivo do trabalho. Utilizando a mesma conversão, com o índice 0,028% de outubro, é constatada uma economia de aproximadamente 2 peças mensais. Portanto, o objetivo está alcançado. Analisando os resultados nos meses seguintes, verifica que estão sendo iguais ou menores que a meta. Assim, em um ano, pode ocorrer uma economia de 24 peças.

Analisando as dificuldades encontradas ao longo do trabalho, pode ser citado a falta de um acervo de artigos sobre o tema do trabalho para o ramo de siderurgia, especialmente para a laminação. Mas por outro lado, pode ser visto como uma vantagem pois permite ao grupo de estudo a busca por diferentes referências bibliográficas, para, em equipe, decidir as melhores soluções.

Pelo estudo realizado, primeiramente, sugere continuar acompanhar os resultados por mais alguns meses e permanecendo o índice de sucata no intermediário dois dentro da meta, deve ser implantado um projeto de continuidade dos resultados obtidos através da metodologia SDCA (*Standart, Do, Check, Action*). O SDCA consiste em cumprir padrões estabelecidos para o produto e o processo, comprovando os resultados e atuando nos processos para determinar os



desvios (anormalidades) que possam surgir.

Além disso, sugere utilizar o PDCA nas demais células da laminação para assim reduzir ainda mais os índices de sucata no processo.

Os autores puderam colocar em prática diversas ferramentas aprendidas ao longo do curso, adquirindo experiência profissional e pessoal com as atividades realizadas para esse trabalho, além de serem apresentados por um dos integrantes do grupo a empresa.

Deseja-se reconhecer e agradecer pela oportunidade e confiança a empresa siderúrgica, localizada em Itaúna-MG, que proporcionou aos autores desenvolver e acompanhar o trabalho e ao Prof. Esp. Alecir Silva por todo carinho e incentivo ao longo do trabalho.

### **Referência**

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. 8 ed. Nova Lima: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.