

MELHORIA CONTÍNUA NO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA FÁBRICA DE PERFIS DE ALUMÍNIO: ESTUDO DE CASO

Deivit Zironi Bonifácio¹
Cássia Kely Favoretto Costa²
Ely Mitie Massuda³
Régio Marcio Toesca Gimenes⁴

BONIFÁCIO, D. Z.; COSTA, C. K. F.; MASSUDA, E. M. GIMENES, R. M. T. Melhoria contínua no sistema produtivo de uma fábrica de perfis de alumínio: estudo de caso. **Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR**, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 35-56, jan./jun. 2013.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi a aplicação do ciclo PDCA para identificação de problemas que geram elevado índice de rejeição no processo de embalagem em empresa de fabricação de perfis de alumínio. Além disso, buscou-se propor mudanças que melhorem a eficiência produtiva e a lucratividade da empresa. Para isso, foi utilizado o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) e as ferramentas da qualidade. Com o aquecimento do mercado brasileiro da construção civil e o advento de novos entrantes no setor de extrusão de perfis de alumínio, torna-se inegável a maior competitividade entre as empresas do segmento. A busca pela produtividade, redução de custos e maior eficiência deixaram de ser diferenciais competitivos para se tornarem fatores decisivos para a saúde e sobrevivência da empresa no mercado. Com isso, o setor de extrusão de alumínio tem a necessidade de identificar as potenciais perdas no processo produtivo, gargalos e fatores de sucesso necessários para a satisfação do cliente. A eficiência na fábrica em estudo está sendo fortemente prejudicada pelo alto índice de rejeição de material no processo de embalagem, índice esse inferior às metas estabelecidas pela empresa e aos números dos concorrentes. O alto índice de rejeição na embalagem provoca um aumento nos custos de produção. Portanto, com a aplicação dessas ferramentas obteve-se uma diminuição de 25,5% de material rejeitado no setor de embalagem.

¹Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Maringá-CESUMAR. Graduado em Administração.

²Orientadora, Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Professora no curso de graduação em Administração e do Programa de Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário de Maringá-CESUMAR.

³Doutora em Ciências, área de concentração de História Econômica pela Universidade de São Paulo, sócia proprietária de empresa de consultoria na área de agronegócio.

⁴Pós-Doutor em Finanças pela FEA/USP, professor titular da UNIPAR - Universidade Paranaense e do Programa de Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário de Maringá - CESUMAR.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclo PDCA. Ferramentas de qualidade. Perfis de alumínio.

CONTINUOUS IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION SYSTEM OF AN ALUMINUM PROFILE FACTORY: CASE STUDY

ABSTRACT: The aim of this study is to apply the PDCA cycle to identify problems generating a high rate of rejection in the packaging process of a company manufacturing aluminum profiles. In addition, the authors sought to propose changes to improve the production efficiency and the company's profitability. In order to achieve this, the authors used the PDCA cycle (Plan, Do, Check, Act) and quality tools. With the warming of the Brazilian civil construction sector and the advent of new entrants in the sector of extruded aluminum profiles, there is undeniably greater competitiveness among companies in that segment. The quest for productivity, cost reduction and increased efficiency are no longer competitive advantages, they have become decisive factors for the health and survival of the company in the market. Thus, the aluminum extrusion industry has the need to identify potential losses in the production process bottlenecks and success factors to reach customer satisfaction. The efficiency of the plant under study is severely hampered by the high rate of material rejection in the packaging process, with such index below the targets set by the company and targets at their competitors. The high rejection rate in the package causes an increase in production costs. Therefore, the use of these tools produced a 25.5% decrease in rejected material in the packaging sector.

KEYWORDS: PDCA cycle. Quality tools. Aluminum profiles.

MEJORA CONTINUA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE PERFILES DE ALUMINIO: ESTUDIO DE CASO

RESUMEN: El objetivo de este estudio ha sido aplicar el ciclo PDCA para identificar problemas que generan elevado índice de rechazo en el proceso de envasado en la empresa de fabricación de perfiles de aluminio. Además, tratamos de proponer cambios para mejorar la eficiencia productiva y la rentabilidad de la empresa. Para ello, se utilizó el ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) y herramientas de calidad. Con el calentamiento del mercado brasileño en la construcción civil y la llegada de nuevas empresas en el sector de perfiles de aluminio extruido, se convierte innegable mayor competitividad entre las empresas del segmento. La búsqueda por la productividad, reducción de costos y aumento de la eficiencia dejaron de ser diferenciales competitivos para convertirse en factores decisivos para la salud y la supervivencia de la empresa en el mercado. Con eso, el sector de extrusión de aluminio tiene la necesidad de identificar las pérdidas potenciales

en el proceso productivo y factores de éxito necesarios para la satisfacción del cliente. La eficiencia en la fábrica en estudio está siendo gravemente perjudicada por el alto índice de rechazo de material en el proceso de envases, índice ése inferior a los objetivos fijados por la empresa y el número de competidores. La alta tasa de rechazo en el envase provoca aumento en los costes de producción. Por lo tanto, con la aplicación de esas herramientas se produjo disminución de 25,5% de material rechazado en el sector de embalaje.

PALABRAS CLAVE: Ciclo PDCA. Herramientas de calidad. Perfiles de aluminio.

INTRODUÇÃO

O Ciclo PDCA é um modelo de gestão utilizado para a tomada de decisão de forma a tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão. É dividido em quatro etapas, sendo elas: planejamento, execução, checagem e ação. No planejamento são identificados os problemas e estabelecidas as metas que se deseja atingir. Na execução, implementam-se o planejamento e as metas estabelecidas. Na checagem, verificam-se as ações executadas e se essas estão de acordo com o planejamento e as metas estabelecidas. Por fim, na fase de ação são efetuadas as correções, nos casos em que as metas não foram atingidas. A relação do Ciclo PDCA com melhoria contínua se dá pelo fato de o ciclo ser contínuo, sendo reiniciado sempre após a etapa de ação, buscando novas metas e objetivos.

O índice de rejeição de perfis de alumínio no processo de embalagem está inferior às metas estabelecidas pela empresa e aos números da concorrência. O alto índice de rejeição provoca baixa eficiência produtiva e aumento dos custos de produção. A importância deste trabalho está relacionada a visualizar, avaliar e compreender as realidades do setor de extrusão da empresa, assim como propor e implementar melhorias para a geração de uma vantagem competitiva.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar o sistema produtivo de uma fábrica de perfis de alumínio por meio do ciclo PDCA. Especificamente, se utilizou as ferramentas de qualidade para identificar, analisar, priorizar e, posteriormente, solucionar problemas do sistema produtivo.

Como abordagem metodológica fez-se uso das ferramentas da qualidade, sendo elas: princípio de Pareto, utilizado para priorizar os problemas a serem resolvidos; diagrama de causa efeito, aplicado para analisar os problemas; e, finalmente, *brainstorming*, usado para levantar as causas dos problemas e a lista de verificações 5W2H, utilizada no plano de ação.

O trabalho está dividido em mais três seções além dessa introdução. Na seção 2 tem-se a revisão da literatura. Na seção 3, o estudo de caso. Na seção 4,

apresenta-se às considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fluxograma

Para Gitlow (1993), fluxograma é um resumo ilustrativo do fluxo de todas as etapas de um processo. É uma ferramenta de vital importância, tanto para o aperfeiçoamento das análises, críticas e alterações, quanto no planejamento e elaboração de um sistema.

Segundo Juran (1992), o fluxograma é a maneira mais eficiente de identificar os clientes dentro de um processo, já que seguindo o caminho do produto em uma representação gráfica, etapa por etapa, é possível visualizar os afetados pelo produto.

Destacam-se dois métodos de criação de um fluxograma: a) o investigador, no qual um observador treinado colhe as informações e juntamente com os funcionários envolvidos, discute cada etapa do processo. Com base nas informações coletadas e informações da análise com os funcionários, elabora-se o fluxograma. São feitas revisões até a versão final; b) a equipe, formada por funcionários de vários departamentos, é indicada para executar o planejamento. Os membros da equipe normalmente pertencem às organizações responsáveis pelos vários estágios do processo.

2.2 Estudo de campo

De acordo com Werkema (1995), os principais objetivos da coleta de dados são: inspeção, controle, desenvolvimento de novos produtos ou serviços, acompanhamento de processos produtivos e melhoria dos mesmos.

Pode-se definir ainda o estudo de caso como sendo uma pesquisa sobre um fenômeno em seu contexto natural. As finalidades para a sua realização são: explorar situações de um processo real, no qual não há limites claramente definidos e explicar variáveis causais de fenômenos específicos, em situações que não possibilitam a realização de experimentos (WERKEMA, 1995).

2.3 Ciclo PDCA

Segundo Werkema (1995), o ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisão, de forma a garantir o alcance das metas necessárias para o sucesso de uma organização. Também conhecido como ciclo de Deming, trata-se de uma ferramenta de gestão muito utilizada pelas empresas do mundo todo.

Ainda segundo o mesmo autor, o principal objetivo do ciclo PDCA é deixar os processos da administração de uma empresa mais ágeis, claros e objetivos. Pode ser utilizado em qualquer tipo de empresa, como forma de alcançar um nível de gestão melhor a cada dia, atingindo ótimos resultados dentro do sistema de gestão do negócio.

O ciclo PDCA tem como etapa inicial o planejamento da ação. A segunda etapa do ciclo é a execução de tudo que foi planejado, gerando, conseqüentemente, a necessidade de checagem constante das ações implementadas. Com base nesta análise e comparação das ações com aquilo que foi planejado, a fase seguinte da gestão do ciclo é a implantação de medidas para correção das falhas que surgiram no processo ou produto. Este processo é seguidamente rodado buscando sempre oportunidades de sua melhoria (WERKEMA, 1995).

De acordo com Xenos (1998), o sucesso na utilização do ciclo PDCA está atrelado ao uso de ferramentas da qualidade para coleta e análise de dados que podem ser quantitativos ou qualitativos sobre o problema a ser resolvido. O uso das ferramentas da qualidade garante que as causas fundamentais dos problemas sejam realmente identificadas. Dentre as ferramentas de gestão da qualidade destacam-se: gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, *brainstorming*, lista de verificação e 5W2H.

2.3.1 Princípio de Pareto

Dentre os diversos problemas que desafiam as organizações, é de extrema importância que os gestores saibam priorizar o que deve ser analisado primeiro, o que trará resultado em curto prazo, dentre todas as frentes que a gestão precisa agir.

Para Struett (2011), o princípio de Pareto, desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto em 1897, também conhecido como princípio 80-20, afirma que para muitos fenômenos, somente 20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas.

Slack et al. (1997) descreve que a análise de Pareto fundamenta-se no fenômeno que ocorre frequentemente de poucas causas explicarem a maioria dos defeitos.

De acordo com Miguel (2001), o gráfico de Pareto (representação gráfica do princípio de Pareto) se resume no papel de organizar dados por ordem de importância, de forma que priorize os importantes para a solução de problemas. É um gráfico utilizado para classificar causas, por ordem de frequência, que podem ser defeitos, não conformidade, entre outras variáveis.

Segundo Werkema (1995), o gráfico de Pareto organiza as informações de forma a tornar visível e evidente a priorização de projetos e problemas. Dis-

põe as informações de forma a permitir a concentração dos esforços para melhoria na área onde os maiores ganhos podem ser obtidos.

2.3.2 Diagrama de causa-efeito

Segundo Struett (2011), o diagrama de causa e efeito, também denominado diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta de representação de possíveis causas que levam a um determinado efeito. As causas são agrupadas por categorias e semelhanças e por detalhes das causas possíveis.

O diagrama de causa-efeito consiste em uma representação gráfica semelhante a uma espinha de peixe, no qual a coluna central, representada por uma seta, aponta para o efeito e suas ramificações representam as causas que estão gerando os problemas (COLENGHI, 2003).

O diagrama de causa e efeito deve ser elaborado a partir de cinco passos: o primeiro que determina o problema a ser estudado, denomina-se identificação dos efeitos; o segundo passo, relata as possíveis causas e as registra no diagrama; o terceiro passo consiste na construção do gráfico agrupando as causas em “6M” (mão-de-obra, máquina, método, matéria-prima, medida e meio ambiente); a quarta etapa, analisa o gráfico a fim de identificar as causas verdadeiras; por fim, se faz a correção do problema na quinta etapa (OLIVEIRA, 1995).

A Figura 1 apresenta o diagrama de causa e efeito.

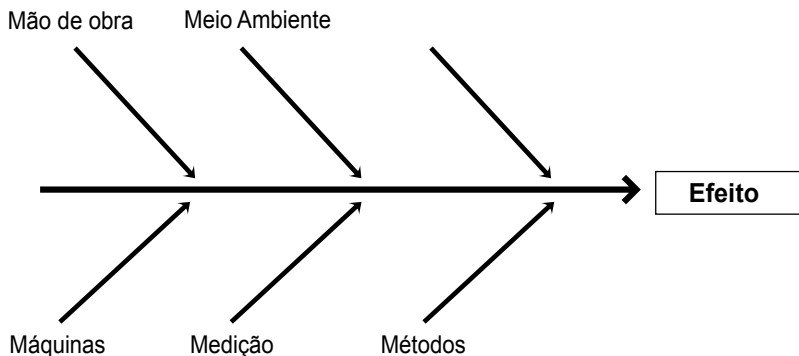


Figura 1: Diagrama de causa efeito

Fonte: Oliveira (1995)

Para Miguel (2001), o resultado do diagrama de causa-efeito representa um *brainstorming*. O diagrama constitui o elemento de registro e representação de dados e informações.

2.3.3 *Brainstorming*

Segundo Dellaretti (1996), o *Brainstorming*, traduzido como tempestade de ideias, é uma técnica de reuniões em grupo, no qual o pensamento divergente produz um grande número de ideias criativas. É normalmente não limitadora e projetada para que, de forma criativa, os integrantes do grupo realizem sugestões livremente, sem receio da crítica. O objetivo principal consiste em levantar o maior número de ideias a respeito de um problema.

Destaca-se que o *Brainstorming* pode ser organizado de forma estruturada ou não estruturada. No *Brainstorming* estruturado cada integrante do grupo deve dar uma ideia até que termine a rodada. Isso evita que somente poucos mais falantes preponderem na reunião. Esse método somente se encerra quando nenhum participante tem mais pontos a adicionar e todos passam a vez. No *Brainstorming* não estruturado, qualquer membro do grupo realiza sugestões de ideias na medida em que surgem em suas mentes. Neste modelo, o clima da reunião tende a ser mais relaxado, já que não há pressão individual para o lançamento de ideias. Esta técnica termina quando nenhum integrante tem mais sugestões e todos concordam em parar.

Conforme Struett (2011), a tempestade de ideias é um processo de grupo muito utilizado no ambiente competitivo em que as organizações estão inseridas. Parte-se do princípio que o maior bem que possuem é o capital humano.

Já Dellaretti (1996), define o *Brainstorming* como um procedimento que visa a estimular a criatividade de um grupo de pessoas com o propósito de reunir ideias a respeito de um tema ou problema. Essa abordagem não determina uma solução, mas propõe muitas soluções.

Colenghi (2003), destaca que a tempestade de ideias consiste em reunir um grupo de funcionários com o propósito de gerar ideias e emitir opiniões acerca dos diversos assuntos vivenciados na empresa.

2.3.4 A lista de verificação 5W2H

A lista de verificações 5W2H é um termo que se popularizou nas organizações por se tratar de uma forma simples e organizada de apresentar os sete principais pontos dentro de um plano de ação.

De acordo com Oliveira (1995), a lista de verificações 5W2H é um *check-list* utilizado para garantir que o plano de ação seja conduzido sem nenhuma dúvida por parte dos gestores ou subordinado. Deve ser estruturada para que permita uma rápida identificação dos elementos necessários à implementação do projeto.

A lista de verificações 5W2H é uma ferramenta importante para mapear

e padronizar os processos, elaborar planos de ação e estabelecer indicadores. Completa o ciclo PDCA, de aplicação gerencial, que visa a estabelecer responsabilidades, prazos, objetivos e os recursos financeiros necessários (STRUETT, 2011).

No Quadro 1 apresenta-se a lista de verificação 5W2H e as perguntas relacionadas a ele.

Quadro 1: Lista de verificação 5W2H

Lista de Verificação 5W2H			
5W	What	O quê?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por quê?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada a ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custa para executar a ação?

Fonte: Oliveira (1995)

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

A empresa em estudo foi fundada em janeiro de 2000, na cidade de Maringá-PR e tem como ramo de atuação a produção de perfis de alumínio através do processo de extrusão. Divide-se em três linhas de produção: extrusão 1, extrusão 3 e extrusão 4. Destaca-se que o processo produtivo de extrusão de perfis de alumínio consiste nas seguintes macro operações: extrusão, estiramento e envelhecimento.

A produção atual da empresa é de 900 toneladas/mês, com índices de produtividade de 950 Kg/h e eficiência de 85%, números estes próximos aos observados nas empresas que lideram o segmento. O presente estudo teve como foco o índice de rejeição. O índice aponta os elementos que podem apresentar melhorias significativas com baixo custo e no curto prazo.

O indicador de rejeição representa a porcentagem de produto rejeitado no processo seguinte ao da extrusão, a embalagem. Quanto menor a porcentagem de rejeição, melhor é o resultado final da empresa. Os resultados obtidos na empresa nos meses de julho, agosto e setembro de 2012 indicam que os índices se situaram no patamar de 3%, 2,78% e 3,19% respectivamente. A meta da empresa

é a de atingir 2,5%. As metas de rejeição nas empresas líderes do seguimento ficam em torno de 2%.

O fluxograma foi a primeira ferramenta utilizada no processo de extrusão de alumínio na empresa em estudo. O fluxograma perseguiu os seguintes objetivos: entendimento e familiarização do processo produtivo de perfis de alumínio; verificação dos vários passos do processo; e análise da relação destes com o indicador de rejeição. A Figura 2 representa o fluxograma do processo produtivo de perfis de alumínio. O processo se inicia quando a máquina extrusora é alimentada com tarugos de alumínio. Na máquina, o tarugo de alumínio passa pelo processo de aquecimento e corte até chegar ao processo de extrusão. No processo de extrusão, o tarugo de alumínio é prensado contra moldes que dão origem aos perfis de alumínio.

Na etapa seguinte, ocorre o tracionamento do perfil em bancadas de resfriamento, após resfriado por cerca de 2 minutos, o perfil de alumínio é submetido ao processo de estiramento, necessário para dar linearidade ao produto. Depois de estirado, o perfil de alumínio é cortado e alocado em cestos de ferro para serem enviados para o processo de envelhecimento, que consiste na exposição do material a determinado período de tempo em fornos com temperatura controlada para que o material adquira propriedades mecânicas.

A metodologia utilizada para a criação do fluxograma, segundo a classificação de Juran (1992) foi o investigador. Foi elaborado por meio da coleta de informações e discussão com os funcionários envolvidos nas etapas do processo.

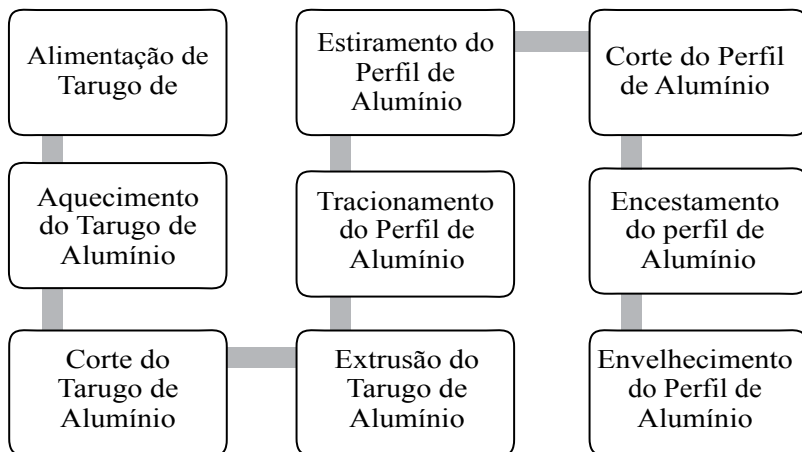


Figura 2: Fluxograma de produção de perfis de alumínio

Fonte: Elaboração dos autores (2012)

3.2 Coleta dos dados

Após a identificação e entendimento do processo de produção de perfis de alumínio, iniciou-se a coleta de dados. A coleta de dados numéricos se deu por meio de relatório “resumo mensal de produção com rejeição” do sistema gerencial da empresa, alimentado por dados coletados no formulário “controle de rejeição” no processo de embalagem. Nesse relatório são verificados os seguintes dados: produto; quantidade produzida (kg); motivo de rejeição; e quantidade rejeitada (kg).

3.3 Identificação dos principais problemas

Após a coleta de dados do período de três meses, iniciou-se o ciclo PDCA. A primeira fase consistiu na identificação dos problemas. Para esta etapa utilizou-se o princípio de Pareto. O gráfico de Pareto teve como objetivo principal identificar as causas mais significativas na totalização do indicador de rejeição. Nos Quadros 2, 3 e 4 observam-se todas as causas de rejeição do perfil de alumínio no processo de embalagem.

As principais causas identificadas foram: amassado, risco, bolha, arrancamento e dimensional. O amassado é o efeito variado irregular apresentado na superfície do perfil. A deformação ou amassamento gera uma condição não especificada no desenho do perfil, inviabilizando a sua utilização. Pode ser causado, principalmente, pelo mau manuseio do material, bancada de resfriamento e corte inadequados e encostamento inadequado do material.

Já o risco pode ser descrito como marcas aparentes no perfil de alumínio, com profundidade que pode variar de moderada à excessiva. Os riscos, normalmente, se apresentam no sentido de extrusão do perfil de alumínio. Podem ser causados pelo fato do perfil estar encostado à saída do molde, grafites utilizados na separação do material após a extrusão, manuseio indevido do material ou estrutura de bancada de resfriamento irregular.

A bolha pode ser observada na face externa ou interna do perfil de alumínio, cuja origem pode vir de bolhas de hidrogênio contidas no tarugo de alumínio. Essas bolhas na fase de extrusão, ao passar pelo molde, podem aflorar à superfície do extrudado na forma de pequenas saliências. Também podem ser causadas pelo ar contido dentro do recipiente da extrusora, pela utilização de lubrificantes inadequados na cabeça do pistão empurrador ou na face do molde.

Por sua vez, o arrancamento consiste na perda de material extraído da superfície do extrudado ao passar muito violentamente pelo molde. Partículas de metal e óxido podem aderir à superfície do produto em intervalos regulares. As prováveis causas podem ser: excesso de temperatura, velocidade de extrusão,

perfil encostando-se à saída do molde, excesso de sujeira no tarugo, ou na boca do recipiente.

O dimensional é a falta de características especificadas no desenho do material no perfil extrudado. Pode ser causado pela deformidade no molde de extrusão, resfriamento inadequado do material, excesso de pressão de extrusão e velocidade de extrusão.

Quadro 2: Rejeição julho

N	Motivo de rejeição	Quant. Kg	Quant. %
1	Amassado	11172,92	39,66
2	Riscos	7684,5	27,28
3	Arrancamento	1809	6,42
4	Bolha	1585,8	5,63
5	Dimensional	686,5	2,44
6	Atrito	680,7	2,42
7	Torção	661,8	2,35
8	Barra torta	653,2	2,32
9	Manchas	551,8	1,96
10	Corte errado	366,55	1,30
11	Emenda	335,9	1,19
12	Faixa de extrusão	322,75	1,15
13	Outros	311,02	1,10
14	Fora de esquadro	274,7	0,98
15	Peças tracionadas	251,25	0,89
16	Pick-up	248,5	0,88
17	Dureza	185,9	0,66
18	Ondulações	149,2	0,53
19	Planicidade	124,15	0,44
20	Rasgo	65,05	0,23
21	Outros	44,3	0,16
22	Coring	7,65	0,03
23	Ferramenta	0	0,00
24	Excesso	0	0,00

25	Barras encaixadas	0	0,00
TOTAL	28173,14	100,00	

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Quadro 3: Rejeição agosto

N	Motivos de rejeição	Quant. Kg	Quant. %
1	Amassado	14006,89	42,63
2	Riscos	6241,12	19,00
3	Dimensional	2605,15	7,93
4	Bolha	2599,56	7,91
5	Arrancamento	1241,85	3,78
6	Torção	1014,60	3,09
7	Planicidade	958,20	2,92
8	Peças tracionadas	514,55	1,57
9	Emenda	496,30	1,51
10	Fora de esquadro	468,65	1,43
11	Atrito	461,50	1,40
12	Dureza	423,40	1,29
13	Faixa de extrusão	359,55	1,09
14	Corte errado	322,30	0,98
15	Manchas	301,45	0,92
16	Falta de retidão	270,85	0,82
17	Barra torta	200,90	0,61
18	Ferramenta	67,90	0,21
19	Ondulações	66,30	0,20
20	Coring	57,65	0,18
21	Barras encaixadas	52,95	0,16
22	Excesso	43,35	0,13
23	Pick-up	41,70	0,13
24	Outros	35,90	0,11
25	Rasgo	2,80	0,01
Total	32855,4	100,00	

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Quadro 4: Rejeição setembro

N	Motivo de rejeição	Quant. Kg	Quant. %
1	Amassado	12325,249	45,96
2	Riscos	6734,4	25,11
3	Arrancamento	1875,2	6,99
4	Bolha	1550,3	5,78
5	Barra torta	689,1	2,57
6	Dimensional	686,6	2,56
7	Manchas	465,85	1,74
8	Dureza	400,338	1,49
9	Torção	374,8	1,40
10	Corte errado	289	1,08
11	Atrito	257,15	0,96
12	Fora de esquadro	228,95	0,85
13	Planicidade	213,25	0,80
14	Faixa de extrusão	126,45	0,47
15	Emenda	110,15	0,41
16	Rugosidade	110	0,41
17	Pick-up	95	0,35
18	Peças tracionadas	91,8	0,34
19	Outros	76,6	0,29
20	Rasgo	38	0,14
21	Barras encaixadas	32,1	0,12
22	Coring	17,6	0,07
23	Casca de laranja	12	0,04
24	Falta de retidão	9	0,03
25	Ondulações	6,8	0,03
Total	26815,7	100,00	

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Seguindo o princípio de Pareto, os dois primeiros problemas, amassado e risco foram o objeto de estudo dessa pesquisa.

3.4 Análise das causas dos principais problemas

Na etapa seguinte do ciclo PDCA analisaram-se as principais causas dos problemas identificados na fase anterior. A ferramenta utilizada para se chegar às razões da rejeição de material no processo de embalagem se baseou no diagrama de causa-efeito. Foi utilizado na indústria de alumínio com os seguintes objetivos: visualizar as relações entre as causas e os efeitos dele decorrentes; identificar as causas da rejeição de perfil de alumínio no processo de embalagem; e, analisar a relação entre os efeitos e suas propriedades.

Utilizou-se o *brainstorming* para descobrir as possíveis causas do problema durante a construção do diagrama de causa-efeito. A técnica utilizada foi o *brainstorming* não estruturado, com grupo composto por oito pessoas, sendo estes supervisores de produção, líderes de produção e operadores de máquina, em que todos se manifestaram para o levantamento de ideias.

Seguindo o princípio de Pareto, o *brainstorming* cumpriu-se em duas etapas, uma para identificar as causas do motivo de rejeição “amassado”, e outra para identificar as causas do motivo de rejeição “risco”, fatos esses que representam, em média, 68% de todo material rejeitado.

3.4.1 Rejeição por amassado

Na Figura 3, observam-se todos os possíveis motivos da rejeição por amassado levantado pela técnica já descrita. A partir dos resultados, foi montado o diagrama de causa e efeito.

- 1) Material manuseado errado;
- 2) Espuma danificada na serra de acabados e pressão excessiva da espuma;
- 3) Correias da mesa danificadas;
- 4) Conferência de corte na serra;
- 5) Grafite desalinhado na caixa d'água;
- 6) Rolete de *kevlar* danificado;
- 7) Manuseio na esticadeira (pacote);
- 8) Roletes da serra de acabados danificados;
- 9) Falta de utilização de régua;
- 10) Movimentação dos cestos no trilho do forno de envelhecimento.

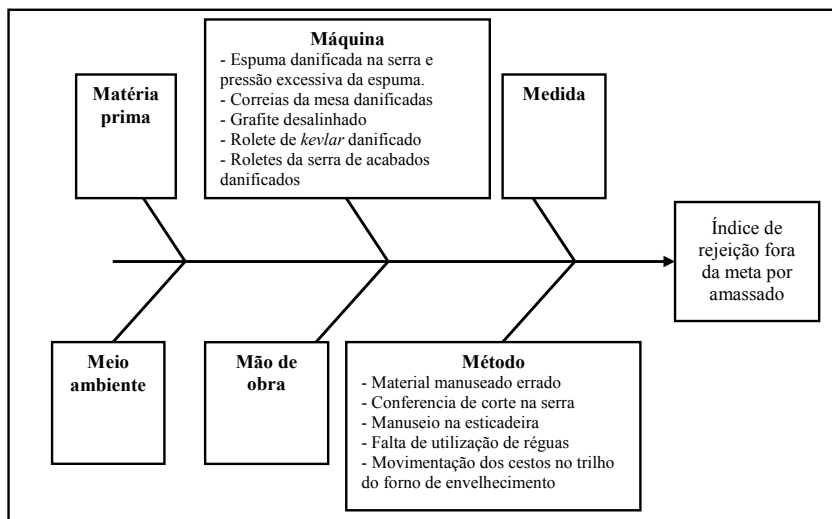


Figura 3: Diagrama de causa-efeito rejeição por amassado

Fonte: Resultado da pesquisa (2012)

Após análise do diagrama de causa-efeito, a ferramenta de qualidade foi aplicada: a matriz de prioridades. Por meio dessa matriz (em votação livre de um a cinco, sendo um menos prioritário e cinco mais prioritários) os integrantes do grupo definiram as quatro causas prioritárias geradoras de rejeição por amassado para serem atacadas (vide no Quadro 5).

Quadro 5: Matriz de prioridades amassado

Causa	Votação do Grupo								Soma Total	Prioridade
Material manuseado errado	3	4	4	5	4	5	5	5	34	7
Espuma danificada na serra de acabados e pressão excessiva da espuma	4	3	4	5	5	5	5	5	36	5
Correias da mesa danificadas	5	5	5	5	5	5	5	5	40	1
Conferência de corte na serra	4	3	5	4	4	5	5	4	32	8

Grafite desalinhado na caixa d'água	5	4	4	5	5	5	5	5	38	3
Rolete de kevlar danificado	4	3	5	5	5	5	5	5	37	4
Manuseio na esticadeira (pacote)	3	3	3	3	4	5	4	3	26	10
Roletes da serra de acabados danificados	5	4	5	4	5	5	4	4	35	6
Falta de utilização de réguas	3	3	3	5	5	5	4	3	31	9
Movimentação dos cestos no trilho do forno de envelhecimento	5	5	5	5	5	5	4	5	39	2

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Para a fase seguinte do ciclo PDCA, de plano de ação, empregou-se a lista de verificações 5W2H. A ferramenta foi usada para referenciar as decisões de cada etapa no desenvolvimento do trabalho e, conseqüentemente, identificar as soluções para os problemas.

Na fase de tomada de ação, as quatro causas prioritárias discutidas na fase anterior apresentaram soluções. Algumas foram atacadas pelo setor de manutenção, outras pelo setor de extrusão. No Quadro 6 apresentam-se as quatro causas priorizadas, seguidas das ações tomadas.

Quadro 6: Causas de rejeição por amassado e ações tomadas

N	Causas priorizadas	Ações tomadas
1	Correias da mesa danificadas	Trocado correias de <i>kevlar</i> muito desgastadas
		Alinhado bancada 2 e verificado catracas que estavam rodando em falso, não transferindo o material
		Substituído correias pretas (santa fê) que estavam com as emendas descoladas
2	Movimentação dos cestos no trilho do forno de envelhecimento	Realizado manutenção no trilho: substituído e alinhado os roletes

3	Grafite desalinhado na caixa d'água	Alinhado e substituído os grafites danificados
4	Rolete de <i>kevlar</i> danificado	Substituir Roletes danificados de <i>kevlar</i>

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

3.4.2 Rejeição por risco

Também por meio do *brainstorming* não estruturado verificaram-se os possíveis motivos de rejeição por risco (conforme Figura 4):

- 1) Manuseio após estiramento;
- 2) Pacote de corte pegando no pacote em espera;
- 3) Perfil enrosca na correia, não acompanha o pacote de corte;
- 4) Placas tortas de tecnil na bancada de corte;
- 5) Perfis com peso linear acima de 10 quilos;
- 6) Material riscando nas régua separadoras;
- 7) Separador com camisinha rasgada;
- 8) Proteção insuficiente nas pontas dos cavalinhos;

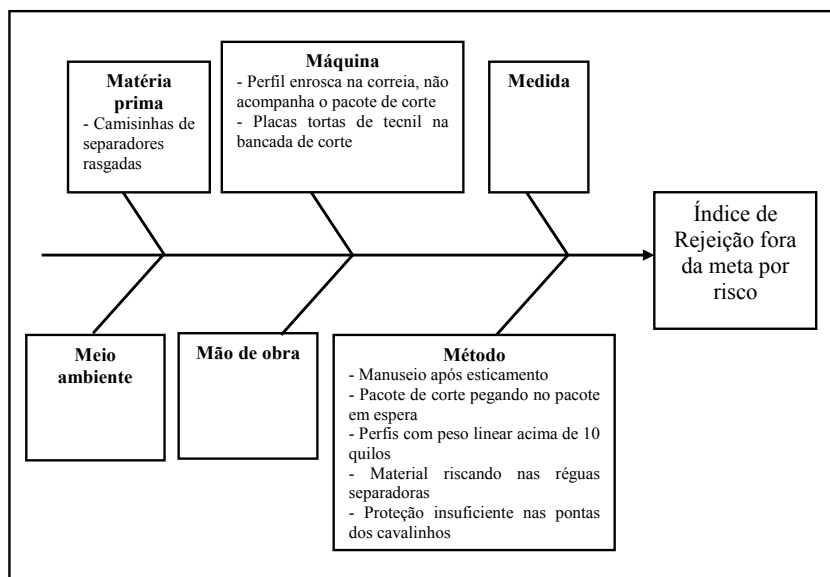


Figura 4: Diagrama de causa-efeito rejeição por risco

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Conforme também utilizado para o problema de amassado, utilizou-se a matriz de prioridades para definir quais causas geradoras de rejeição por risco seriam prioritariamente resolvidas (Quadro 7).

Quadro 7: Matriz de prioridades risco

Causa	Votação do Grupo								Soma Total	Prioridade
Manuseio após esticamento	5	5	5	4	5	5	5	5	39	2
Pacote de corte pegando no pacote em espera	5	5	4	5	5	5	4	5	38	3
Perfil enrosca na correia, não acompanha o pacote de corte	5	5	5	3	5	4	4	2	33	7
Placas tortas de tecnil na bancada de corte	5	5	5	5	5	5	5	5	40	1
Perfis com peso linear acima de 10 quilos	3	2	5	4	4	5	3	3	29	8
Material riscando nas réguas separadoras	5	5	4	5	5	4	4	4	36	5
Separador com camisinha rasgadas	4	5	4	5	4	5	5	5	37	4
Proteção insuficiente nas pontas dos cavalinhos	5	4	5	4	4	5	4	4	35	6

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Com as prioridades determinadas, sucedeu-se a etapa de tomada de ação. No Quadro 8 visualizam-se as quatro causas priorizadas, seguidas das ações tomadas.

Quadro 8: Causas de rejeição por risco e ações tomadas

N	Causas Priorizadas	Ações Tomadas
1	Placas tortas de tecnil na bancada de corte	Alinhado e trocado as placas danificadas

2	Manuseio após estiramento	Instalado batente de tecnil no início da mesa da serra
		Realizado treinamento para procedimentos de estiramento e formação de pacote
		Criado Folha Instrução e Inspeção
3	Pacote de corte pegando no pacote em espera	Realizado treinamento para procedimentos de estiramento e formação de pacote.
4	Separador com camisinhas rasgadas	Substituído os separadores com as camisinhas rasgadas

Fonte: Resultados da Pesquisa (2012)

3.5 Resultados obtidos

Na fase de verificação de resultados, utilizou-se o mesmo relatório e formulário da fase de coleta de dados: relatório de “resumo mensal de produção com rejeição” do sistema gerencial da empresa e formulário “controle de rejeição” no processo de embalagem.

No Quadro 9, mostra-se o resultado da rejeição no mês de outubro, mês posterior às ações tomadas. Verifica-se que há diferença significativa na rejeição por amassado e por risco. Por consequência, a diminuição de material rejeitado pelos dois principais motivos contribui de forma decisiva para a melhoria do indicador de rejeição no mês de outubro, fechado em 1,93%, abaixo da meta de 2,5% estabelecida pela empresa.

Quadro 9: Rejeição comparativa

N	Motivo de rejeição	Quant. Kg	Quant. %
1	Amassado	5951,11	29,90%
2	Riscos	3001,85	15,08%
3	Dimensional	2249,56	11,30%
4	Bolha	1805,15	9,07%
5	Arrancamento	1104,6	5,55%
6	Torção	941,85	4,73%
7	Planicidade	828,2	4,16%
8	Peças tracionadas	596,3	3,00%
9	Emenda	559,55	2,81%
10	Fora de esquadro	477,65	2,40%

11	Atrito	472,3	2,37%
12	Dureza	444,55	2,23%
13	Faixa de extrusão	391,5	1,97%
14	Compr. corte errado	292,4	1,47%
15	Manchas	237,9	1,20%
16	Falta de retidão	174,85	0,88%
17	Barra torta	88,45	0,44%
18	Ferramenta quebrada	77,65	0,39%
19	Ondulações	50,95	0,26%
20	Coring	47,35	0,24%
21	Barras encaixadas	42,9	0,22%
22	Produção em excesso	26,3	0,13%
23	Pick-up	22,9	0,12%
24	Outros	11,8	0,06%
25	Rasgo	5,9	0,03%
Total		19.903,52	100,00%

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

Após a implementação do ciclo PDCA, comparando-se o último mês antes das ações (setembro) e o primeiro após as ações (outubro), observou-se que a quantidade de rejeição (em quilos) apresentou redução de 25,5%, passando de 26.815 quilos para 19.903 quilos.

A Figura 5, apresenta o gráfico evolutivo do indicador de rejeição. Verifica-se que o resultado do mês de outubro exprime o melhor resultado dos últimos dez meses, fato que comprova a eficácia das ações tomadas.

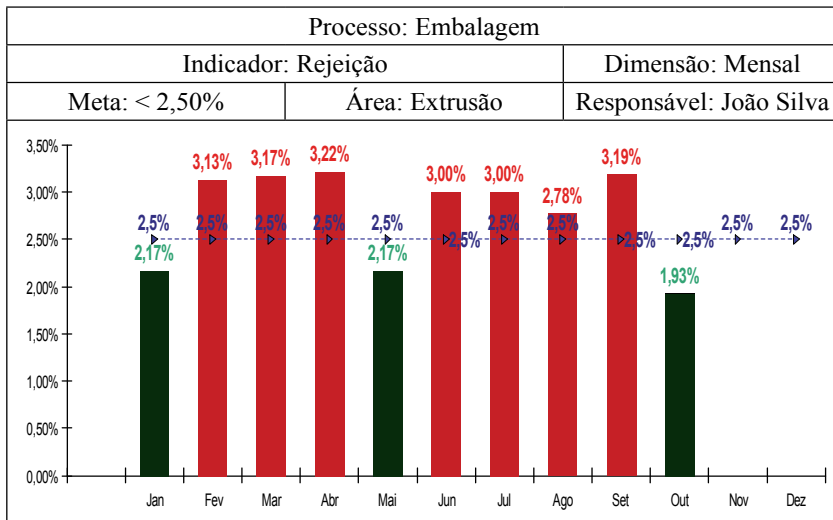


Figura 5: Indicador de rejeição

Fonte: Resultados da pesquisa (2012)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo principal mostrar a importância da utilização das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA como mecanismo de melhoria contínua dentro de uma empresa que busca diferenciais competitivos e a eliminação de desperdícios.

Durante a realização deste estudo de caso, observaram-se vários pontos positivos. Dentre eles, dois se destacam: o comprometimento de toda equipe de produção, líderes e supervisores na busca pela melhoria contínua; e, o aprendizado adquirido pela equipe de produção, principalmente no que tange a utilização de ferramentas de qualidade como método para identificar, priorizar e solucionar problemas.

A solução dos problemas identificados neste estudo gerou para a empresa maior eficiência e lucratividade. A metodologia proposta para a melhoria contínua e redução de desperdícios com rejeição de material na embalagem foi testada na prática e apresentou resultados satisfatórios, justificando a sua aplicação.

REFERÊNCIAS

COLENGHI, V. M. **O & M e qualidade total**: uma integração perfeita. Rio de

Janeiro: Qualitymark, 2003.

DELLARETTI, O. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1996.

GITLOW, H. S. **Planejando a qualidade e competitividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

JURAN, J. M. **Planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1992.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2001.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1995.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

STRUETT, M. A. M. **Gestão da qualidade**. Maringá: Cesumar, 2011.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

XENOS, H. **Gerenciamento da manutenção produtiva**. Belo Horizonte: EDG, 1998.