

PROPOSTA DE MÉTODO PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS NA FABRICAÇÃO DE CABOS LAN ATRAVÉS DO CICLO PDCA

Érika Lethícia do Nascimento
Silmara Francielle Martins Conti dos Santos
Paulo Henrique Palma Setti

RESUMO

Busca-se nesse trabalho, desenvolver um método para redução de resíduos gerados em uma linha de produção de cabos LAN, com o objetivo de reduzir os custos no processo de fabricação, bem como colaborar com os objetivos do desenvolvimento sustentável, assegurando os padrões de produção. Como garantia do processo de melhoria contínua, fez-se necessário uma fundamentação teórica robusta, a fim de se chegar na análise da causa raiz do problema e para a estruturação do projeto, a metodologia aplicada será o ciclo do PDCA (Plan, Do, Check, Action). Com base nos resultados apresentados nesse artigo, será possível desenvolver uma proposta completa de redução de resíduos através da aplicação de ferramentas da qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: PDCA. Causa raiz. Custos. Sustentável. Melhoria contínua.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente muito se discute a importância de reduzir os impactos ambientais. As empresas vêm buscando várias alternativas a fim de tornar os processos ecologicamente mais corretos, alinhando sempre a redução de resíduos com os custos.

Segundo Novaes (1991), as portas do mercado se abrem para as empresas que não poluem, poluem menos ou deixam de poluir e não para as que desprezam as questões ambientais, na tentativa de maximizar lucros e socializar prejuízos. Considerando a preocupação da organização com o consumo sustentável, na tentativa de otimizar os processos e reduzir os custos de fabricação, é fundamental o cuidado para reduzir ao máximo os desperdícios.

A qualidade dos produtos e processos não é mais considerada um diferencial para a empresa e sim um fator obrigatório. Por isso, compreende-se a importância da utilização de ferramentas da qualidade como instrumento capaz de identificar as causas das falhas, perdas, erros ou defeitos nos processos de produção que impedem a fabricação de um produto de qualidade e que seja sustentável.

Desta forma, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de desenvolvimento de um método para redução de resíduos, contribuindo para um processo

ambientalmente mais correto, reduzindo os desperdícios e consequentemente os custos em uma linha de fabricação de cabos LAN (Local Area Network), bem como mostrar de forma prática a aplicabilidade do Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) para se fazer uma análise detalhada de um determinado problema. De acordo com Campos (1992), O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais.

Para uma empresa se manter no mercado é importante possuir uma vantagem competitiva, pois assim reduz as chances de ser afetada por crises e variações, bem como cria-se chances de valorização perante o mercado e aumento da sua lucratividade. Andrade e Macarenco (2009) afirmam que no cenário atual as empresas que desejarem sobreviver em um mercado globalizado e cada vez mais complexo, exigente e competitivo, devem preocupar-se com questões fundamentais, o respeito às leis trabalhistas e a preservação do meio ambiente.

Nesse sentido, Setti et al. (2021) argumentam que as organizações voltadas para a tecnologia vêm fazendo ajustes rotineiros em seus tradicionais processos de desenvolvimento integrados de produtos, a fim de buscar modelos de negócios mais rentáveis. Assim, propor uma sistemática, desde a fase de desenvolvimento, passando pela fase de manufatura, mas com foco nos descartes intermediários e finais dos resíduos por intermédio de sequenciamento de ferramentas tradicionais da qualidade, se torna extremamente relevante para busca do equilíbrio do tripé da sustentabilidade – econômica, ambiental e social.

1.1 Definição e Importância do Problema

A geração de resíduos atualmente vem sendo considerada como um dos mais graves problemas socioambientais, isso se deu início logo após a revolução industrial quando os resíduos começaram a ganhar mais importância, especialmente nos assuntos relacionados a saúde pública, entretanto o assunto só se fortaleceu mesmo a partir de 1970 onde esse tema começou a ter um peso ambiental maior tanto no nível nacional quanto internacional. A geração de resíduos se tornou tema abordado em grandes encontros mundiais como nas conferências de Estocolmo em 1972, em seguida na Eco 92, no Rio de Janeiro, e em 1997 na Tbilisi (VELOSO 2008, WILSON 2007).

A geração de resíduos sem o tratamento correto é capaz de afetar o meio ambiente e a saúde dos seres vivos.

No Brasil, o tratamento e a destinação adequada dos resíduos são um dos grandes desafios das empresas, principalmente porque existem leis que obrigam geradores e tratadores realizar a gestão adequada dos seus resíduos (VGRESÍDUOS 2018).

Se os resíduos forem bem aproveitados, trazem resultados satisfatórios no âmbito social, ambiental e econômico.

O consumo exagerado é incentivado pela industrialização e capitalismo e o resultado desse consumismo são toneladas de resíduos gerados por dia, e conseqüentemente os problemas causados por eles.

Pode-se dizer que a falta de destinação correta dos resíduos sem tratamento tem como conseqüências: alagamento de algumas cidades no período de chuva, ocasionado pelo entupimento de bueiros por lixos; poluição de rios, lagos e mares; efeito estufa, já que a decomposição gera gás metano, que é considerado um dos gases mais agressivo à camada de ozônio.

A poluição atmosférica causada pelos resíduos sem tratamento está relacionada à contaminação por gases, partículas sólidas, líquidos em suspensão, material biológico ou energia.

As conseqüências da poluição do ar sobre o meio ambiente e a população são muito graves. A poluição do ar também é o principal fator que leva ao aquecimento global, sendo o aquecimento global um dos maiores problemas ambientais a serem resolvidos hoje.

A redução de resíduos gerados nos processos de produção das indústrias, além de influenciar positivamente na redução de custo de fabricação de um produto, é importante para a garantia de melhores condições ambientais.

1.2 Objetivos do Trabalho

O trabalho tem como objetivo geral reduzir a geração de resíduos de borra contaminada entre PVC (Policloreto de Vinila) e LSZH (*Low Smoke Zero Halogen*/Baixa Fumaça e Zero Halogênio) e sucata de pellets em uma linha da fabricação de cabos LAN. O objetivo específico do projeto é investigar quais são as causas raízes da geração desses resíduos, através da metodologia do ciclo PDCA.

A limitação encontrada é o fato de que o estudo foi realizado somente em uma determinada linha de produção, ou seja, pode ser que exista o mesmo problema em outras

linhas de produção da fábrica. Com isso, através do resultado alcançado com esse projeto, tem-se a oportunidade de aplicar a mesma solução para as outras linhas caso necessário.

Considerando que a metodologia utilizada seja um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo, a aplicação do ciclo PDCA visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização e a melhoria contínua é um dos pontos principais dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente artigo abrange 4 capítulos, definidos e dispostos conforme abaixo:

Capítulo 1: esse capítulo apresenta a introdução ao tema do estudo, definição e importância do problema, objetivos e estrutura do trabalho.

Capítulo 2: esse capítulo traz o embasamento do referencial teórico que é composto pelo Ciclo do PDCA, Diagrama de Pareto, Fluxograma, Cabos LAN, Sucata, Pellets, PVC, LSZH, Processo de Extrusão e Sustentabilidade.

Capítulo 3: esse capítulo mostra a metodologia aplicada, identificação, observação e análise do problema.

Capítulo 4: esse capítulo explana os resultados, discussões e considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico sobre o ciclo PDCA, que foi a ferramenta utilizada no presente projeto, com finalidade de encontrar a causa raiz do problema estudado nesse artigo. Além disso, será apresentado o embasamento teórico referente ao Diagrama de Pareto, Fluxograma, Cabos LAN, Sucata, Pellets, PVC, LSZH, Processo de Extrusão e Sustentabilidade.

2.1 Ciclo PDCA

O PDCA foi desenvolvido pelo estatístico Walter Shewart e foi caracterizado como uma metodologia de controle estatístico de processos, o método foi destacado em alguns de seus livros, quando sua utilização foi definida para qualquer melhoria de processo ou problema

(SOUZA, 1997). Contudo, o PDCA só passou a ter esse nome quando o método foi utilizado por Deming, tendo destaque em suas publicações, onde caracterizou-o como Shewart PDCA Cycle (DEMING, 1990).

Para Falconi (2014), o PDCA é uma metodologia para solução de problemas e oportunidades de melhorias, possibilitando que as diretrizes traçadas pelo planejamento estratégico sejam viabilizadas na empresa, sendo de extrema importância o engajamento de todos os colaboradores da organização com o método.

Após vários anos de desenvolvimento, o PDCA hoje se tornou uma ferramenta mundialmente reconhecida para vários fins, como melhoria contínua, desenvolvimento de produtos, análise de falhas, entre outros. O resultado esperado pode ser a meta alcançada, o problema resolvido ou mesmo a melhoria contínua. Neste último caso, o ciclo não precisa terminar para se chegar ao resultado final, pois outros objetivos podem ser traçados.

O PDCA inclui as seguintes etapas:

P (do inglês - Plan) = Planejar

D (do inglês - Do) = Fazer

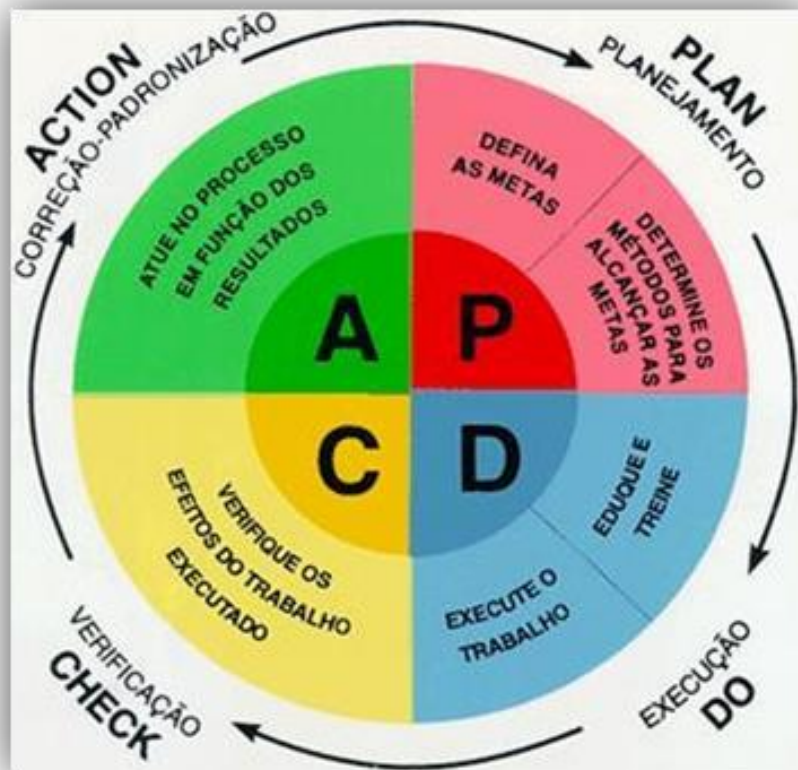
C (do inglês - Check) = Verificar

A (do inglês - Act) = Agir

2.1.1 Aplicações das Etapas

Para realizar o PDCA, as quatro etapas abaixo (planejar, executar, verificar e agir) devem ser seguidas de forma sistemática, já que são etapas dependentes. Caso o resultado esperado não seja alcançado ao final do ciclo, o mesmo deve ser reiniciado. Não há limite para o número de execuções de ciclo, mas atenção no ciclo é essencial para obter alguns resultados (por menor que seja). A Figura 1 ilustra o ciclo do PDCA e suas etapas de aplicação.

Figura 1. Ciclo PDCA (2017).



Fonte: Dantas (2017).

a) Planejar (Plan)

O planejamento é a primeira etapa do ciclo PDCA. Conforme explica Vieira (2014), é todo o planejamento envolvido no trabalho, sendo este desenvolvido por intermédio de um plano de ação, após a análise e definição dos problemas no contexto estudado.

De acordo com Slack (2002), a atividade de planejamento consiste da avaliação dos modelos atualmente utilizados na área em que o problema é estudado.

Dentro da fase de planejamento é possível realizar a identificação, observação, análise e o plano de ação para possível resolução do problema.

b) Executar (Do)

A execução é a segunda etapa do ciclo PDCA, consiste em colocar em prática o que foi planejado, segundo Badiru (1993), nesta etapa, a prática do plano de ação acontece de forma gradual e organizada, dando maior eficácia às medidas a serem tomadas.

Vieira Netto (1988) explica que, enquanto a etapa de planejamento é voltada à eficácia das ações, a etapa de execução se direciona para a eficiência do processo.

De acordo com Campos (2001), essa etapa pode ser dividida em duas fases: treinamento da equipe e a execução propriamente dita. É crucial o acompanhamento das ações e análise de seus resultados para que a etapa seguinte do método possa ser iniciada.

c) Verificar (Check)

A verificação é a terceira etapa do ciclo PDCA. Segundo Campos (2001), nessa etapa é realizada a avaliação do que já foi executado. Conforme Slack (2002), nessa etapa é checada se as ações implementadas atingem o desempenho esperado.

Essa etapa de verificação torna valido o conceito de melhoria contínua, pois analisa os resultados e constata a necessidade de mudanças.

d) Agir (Act)

Campos (2001) diz que essa quarta e última etapa do ciclo PDCA, constitui-se de comparação de resultados, quando se compara o que foi planejado com o que realmente foi realizado.

Souza (1997) afirma que nesta etapa é importante que os registros elaborados sejam explicados de forma simples e detalhada, sua base deve ser os métodos utilizados anteriormente.

Esse é o momento do ciclo PDCA em que o desenvolvedor analisa se as ações devem continuar ou se deve ser traçado um novo plano.

2.2 Diagrama de Pareto

Conforme Meireles (2001), o uso do Diagrama de Pareto, se aplicável, deve ser elaborado na etapa de planejamento do ciclo PDCA, como uma ferramenta para identificar

problemas a serem resolvidos. Segundo Peinado e Graeml (2007), o Diagrama de Pareto demonstra a importância relativa de cada variável de um problema.

O gráfico é expresso em forma de barras, que denotam a influência de cada uma das variáveis definidas. Através disso, se torna visível quais são os problemas que devem ser resolvidos por primeiro.

2.3 Fluxograma

A ferramenta mais utilizada de forma visual para mapear detalhadamente o processo que está sendo analisado é o fluxograma, apresentando a ligação de uma etapa para outra do processo.

Ramos (2000) afirma que as falhas de um processo só podem ser constatadas quando há conhecimento de todas as etapas que ele percorre.

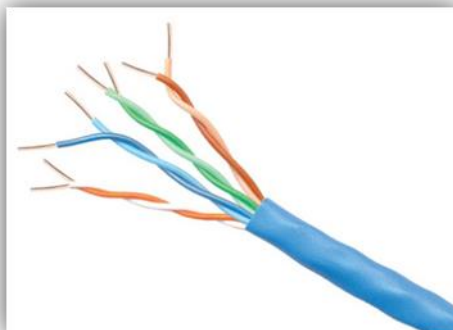
Através do fluxograma é possível observar situações em que podem ser realizadas mudanças, para melhorar o processo.

2.4 Cabos LAN

Segundo Escher (2015), os cabos LAN ou cabos de rede, são cabos utilizados para comunicação de equipamentos que utilizam protocolo Ethernet, ATM ou similares.

Esses cabos têm como função transmitir os pacotes digitais sobre uma portadora de alta frequência. Sua estrutura é composta por duas a quatro vias de comunicação, cada qual sendo um par trançado. Esse par trançado é feito de condutores de cobre de pureza eletrolítica (maior que 99,9%), isolados com termoplástico e torcidos dois a dois, conforme Figura 2.

Figura 2. Cabo LAN (2017).



Fonte: Infortel (2017).

2.5 Sucata, Pellets, PVC e LSZH

Para Machado (1999), a sucata é um material que traz a marca da transformação porque oportuniza usos incomuns que são sugeridos pelo próprio material.

Weiss (1989) classifica o material sucata em dois grandes grupos: (a) a sucata natural, constituída de elementos da natureza como pedras, folhas, sementes, galhos, areia, terra, entre outros; (b) a sucata industrializada que integra todo o tipo de material refugado de práticas de transformação da matéria-prima como plástico, metal, vidro, papel, madeira, pano, entre outros.

Didonet (1982) entendeu que o significado do termo "sucata" era diferente do significado usualmente atribuído a ele. Para o autor, sucatear não significa lixo ou até mesmo jogar fora. Sua ideia de sucateamento refere-se a objetos que têm uma determinada finalidade e se tornam matéria-prima para se transformar e ganhar novos significados.

Conforme Wilber (1987), "Plastic Pellets" são grânulos de plásticos que correspondem à forma principal com que as resinas plásticas são produzidas e comercializadas para serem usadas como matéria-prima em indústrias de transformação para a criação dos mais variados objetos, produzidos após estas serem derretidas e moldadas de acordo com o produto final. Os pellets podem ser produzidos de várias formas, tamanhos e cores, dependendo de sua composição química e de seu propósito final. As resinas também podem ser produzidas em outras formas de fácil transporte, como flocos ou em pó.

Os pellets podem ser plásticos reciclados ou vir diretamente do processamento de petróleo, gás ou biomassa.

O PVC (Policloreto de vinila) é um dos polímeros sintéticos de plástico, que é obtido a partir de 57% de insumos provenientes do sal marinho ou da terra e 43% de insumos provenientes de fontes não renováveis como petróleo e gás natural. Em torno de 0,25% do suprimento mundial de gás e petróleo são consumidos na produção do PVC. Esse composto é o segundo termoplástico mais consumido no mundo todo. Esse polímero é o mais versátil dentre os plásticos, de acordo com a aplicação final, a resina pode ser elaborada mediante a incorporação de aditivos. O PVC tem vasta possibilidade de aplicações, podendo ser categorizado como rígido e flexível (BRASKEM, 2006).

Os compostos LSZH (Low Smoke Zero Halogen) é uma classificação de material geralmente utilizado para revestimento de cabos, significa que tem baixo teor de fumaça e zero halogênio. São formados por uma blenda de acetato de vinila (EVA) e polietileno de baixa densidade (LDPE), compatibilizada com cerca de 60% de carga antichama à base de alumina ou hidróxido de magnésio, estes compostos possuem resistência à flamabilidade (FURUKAWA, 2013).

2.6 Processo de Extrusão

Cordova (2006) diz que, processo é uma série de atividades usadas para se obter um conjunto de saídas específicas através da transformação de um conjunto de entradas.

O processo de extrusão, demonstrado na Figura 3, é realizado por uma máquina cujo nome é extrusora, a qual permite a fabricação de peças plásticas, através de um processo contínuo e de alta produtividade. Alguns dos produtos fabricados a partir desse método são: revestimento de fios e cabos, tubos, perfis, mangueiras, chapas, filmes/bobinas, embalagens e etc. A finalidade do processo de extrusão é dar forma final aos produtos. A extrusão é um processo muito importante para transformação de plásticos, a solidificação acontece através da passagem do termoplástico pré-aquecido pela água. Nesse processo, a passagem do material granulado (pellets) é forçada por meio de um cilindro aquecido, através de uma rosca que gira e envia material o tempo todo para a matriz, fazendo com que o produto ganhe forma, encerrando assim o processo.

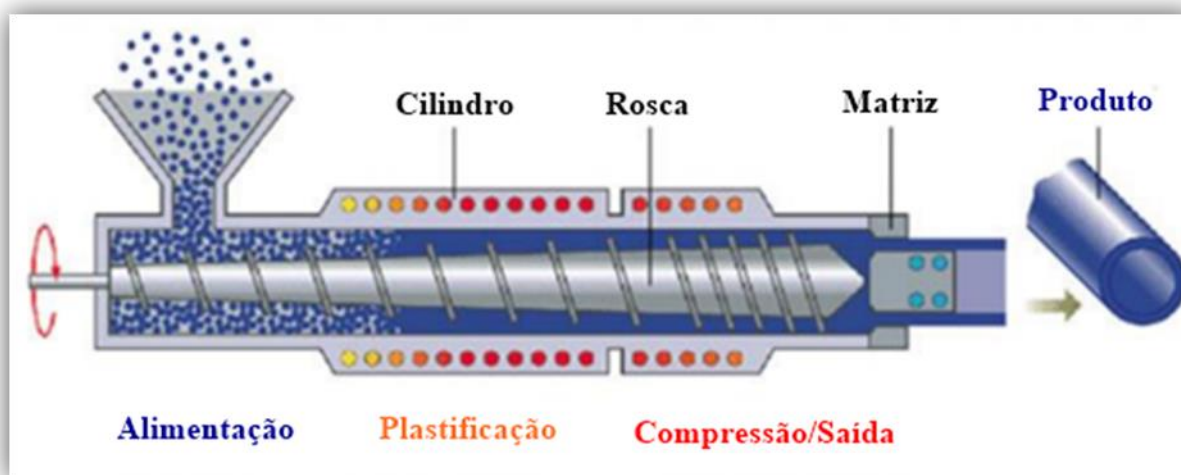
Segundo Pereira e Silva (2017), o processo consiste em três etapas:

a) Alimentação: nesta etapa o objetivo principal é abastecer a extrusora com os polímeros através da rosca com os sulcos profundos inicialmente e transportá-los para o superaquecimento.

b) **Plastificação/Compressão:** esta etapa tem por objetivo comprimir o material nas paredes do cilindro, que cujo mesmo está com alta temperatura e através da rosca que possui sulcos profundos inicialmente, vai diminuindo progressivamente promovendo a fusão do material.

c) **Saída/Dosagem:** o material já no seu ponto de fusão é expelido para a matriz, através da pressão existente no cilindro acontece o processo de vazão.

Figura 3. Representação do Processo de Extrusão (2017).



Fonte: Adaptado de Stábil (2017).

2.7 Sustentabilidade

A sustentabilidade é alcançada através do Desenvolvimento Sustentável, de acordo com Barbosa (2008), o termo “desenvolvimento sustentável” iniciou por meio de estudos direcionados pela Organização das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas, como resposta para a humanidade perante a crise social e ambiental que estavam acontecendo na segunda metade do século XX.

Segundo Barbosa (2008) e Brasil (2012), o chamado Relatório de Brundtland, construído pela Comissão de Brundtland, diz que o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações de atenderem as suas necessidades.

3 METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo, foi desmembrada a metodologia do ciclo PDCA em 8 etapas, conforme abaixo:

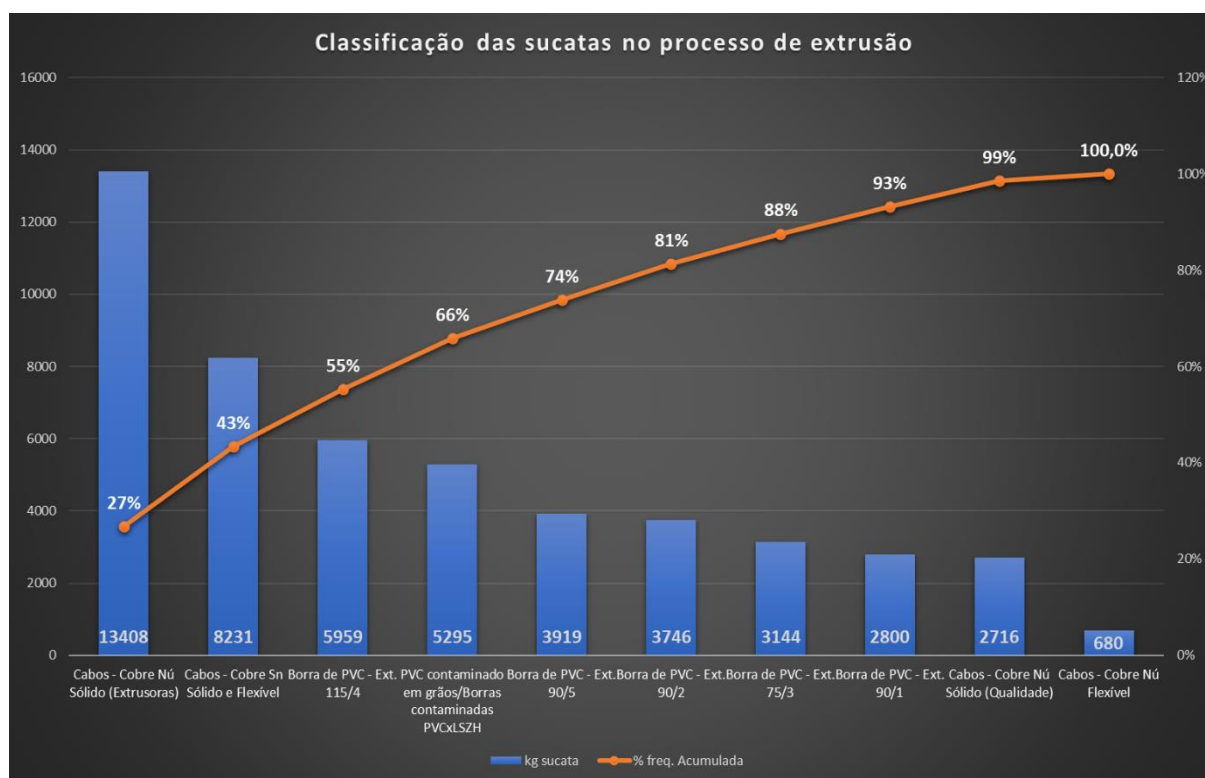
- Planejar: identificação, observação, análise e plano de ação
- Fazer: execução das atividades
- Checar: verificação dos resultados
- Agir: padronização dos resultados e avaliação final

Porém, segundo Setti et al. (2021) a definição e implementação de sistematizações e na inovação nos processos é uma atividade complexa e não trivial, uma vez que as mais diversas personagens envolvidas ao longo de todo ciclo de vida de um produto devem ser ouvidas e consideradas de forma simultânea em todos os passos do processo de desenvolvimento das ferramentas. Neste artigo, então, será apresentada apenas a primeira parte da etapa de planejamento (identificação, observação e análise) para chegar na causa raiz do problema.

3.1 Identificação

Em uma fábrica de Curitiba, no processo de extrusão de cabos Lan, foram identificados 10 tipos de resíduos gerados em um período de 6 meses, conforme indicado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Classificação de Sucata - Período de 6 Meses (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Os dois primeiros tipos de resíduos gerados que foram apresentados no Gráfico 1, possuem uma maior representatividade de sucata, porém, por se tratar de resíduos de cabos com núcleo de cobre, os mesmos são triturados, peneirados e posteriormente revendidos e com isso, 70% do valor que seria desperdiçado é revertido novamente para a empresa. Com relação ao terceiro tipo de resíduo gerado, esse por sua vez é vendido para fabricação de sacos plásticos, ambos não vão impactar em sua totalidade no meio ambiente e os custos de geração desses resíduos são relativamente baixos.

Portanto a sucata que foi escolhida como objeto de análise é o quarto item na representatividade, levou-se em conta que seria um custo que não teria retorno no seu descarte para a empresa, esse resíduo se trata da sucata de borra contaminada de LSZH, PVC e pellets.

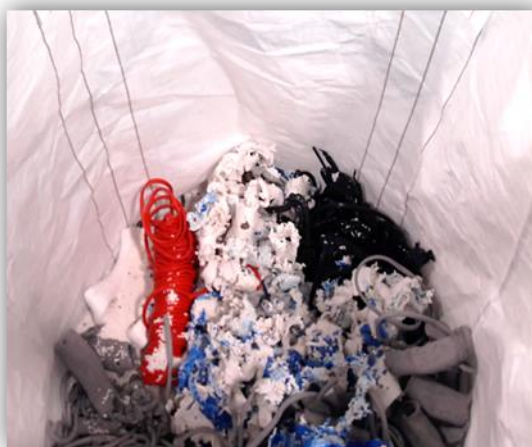
A sucata de borra é o que sobra do processamento de um polímero (PVCxLSZH) na extrusora, é a parte do plástico que não é utilizada na produção de um cabo. Por isso, a sucata de grãos ilustrada na Figura 4 e a de borra contaminada de acordo com a Figura 5, é o problema que identificamos oportunidade de melhoria relacionando redução de custo com meio ambiente.

Figura 4. PVC Contaminado em Grãos (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Figura 5. Borrás Contaminadas LSZHxPVC (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Para produzir PVC, LSZH e pellets, é necessário extrair petróleo do meio ambiente. Além disso, para esse material não ser jogado no aterro sanitário, esse tipo de sucata é utilizada como combustível para aquecer fornos na indústria de cimento, porém essa prática também acaba causando um dano ao meio ambiente, fazendo com que seja gerado mais gás carbônico, o que proporciona o desequilíbrio do clima, aumenta as médias de temperatura e diminui o pH da água (quanto menor o pH, mais ácida a água fica).

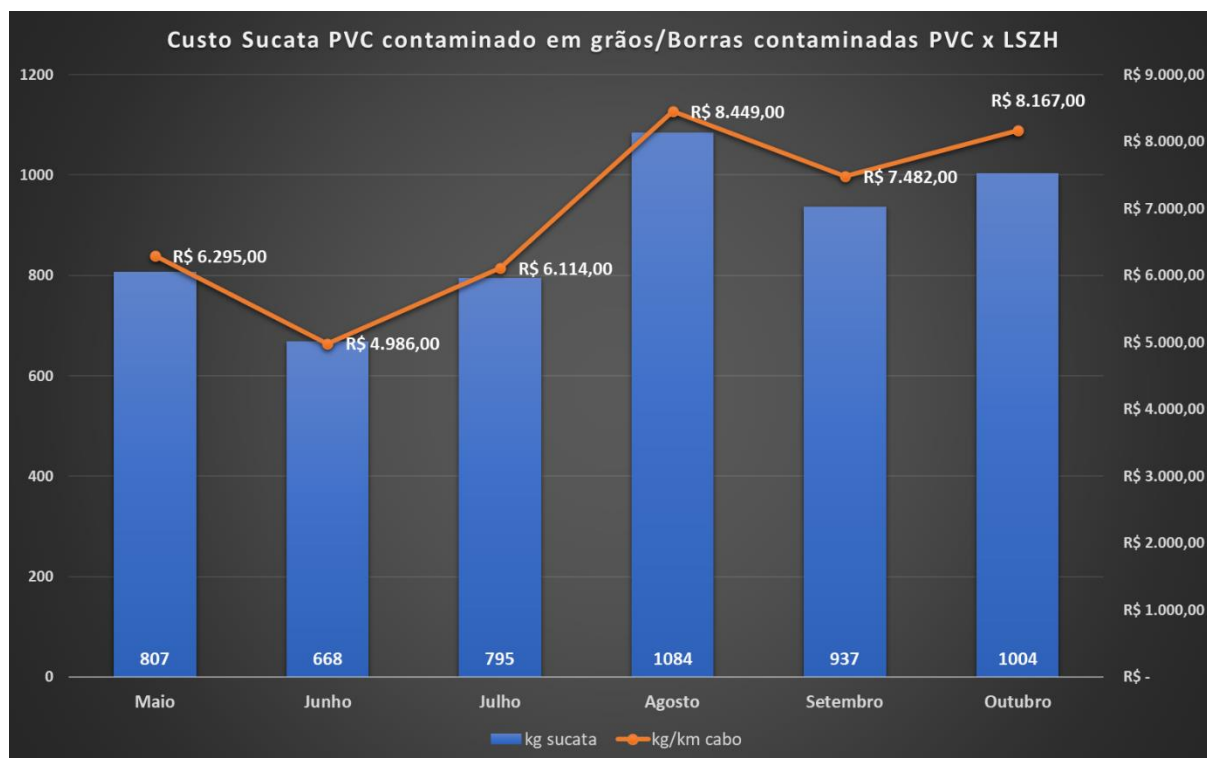
Por isso, a importância de reduzir esse tipo de desperdício, assim é evitada a poluição do ar/água, extração de minérios da natureza e gastos desnecessários com material descartado.

3.2 Observação

A redução nos custos de fabricação aumenta o lucro da empresa, pois é possível baixar os preços para atrair mais clientes sem ter que reduzir a qualidade das matérias-primas e produtos finais. A redução de custos também ajuda a tornar a estrutura operacional mais ágil e eficiente, eliminando desperdícios e despesas desnecessárias, que só aumentam a carga operacional.

De acordo com o Gráfico 2, podemos observar que a somatória do custo da sucata de grãos e borra, no período de seis meses, foi de R\$ 41.493,00.

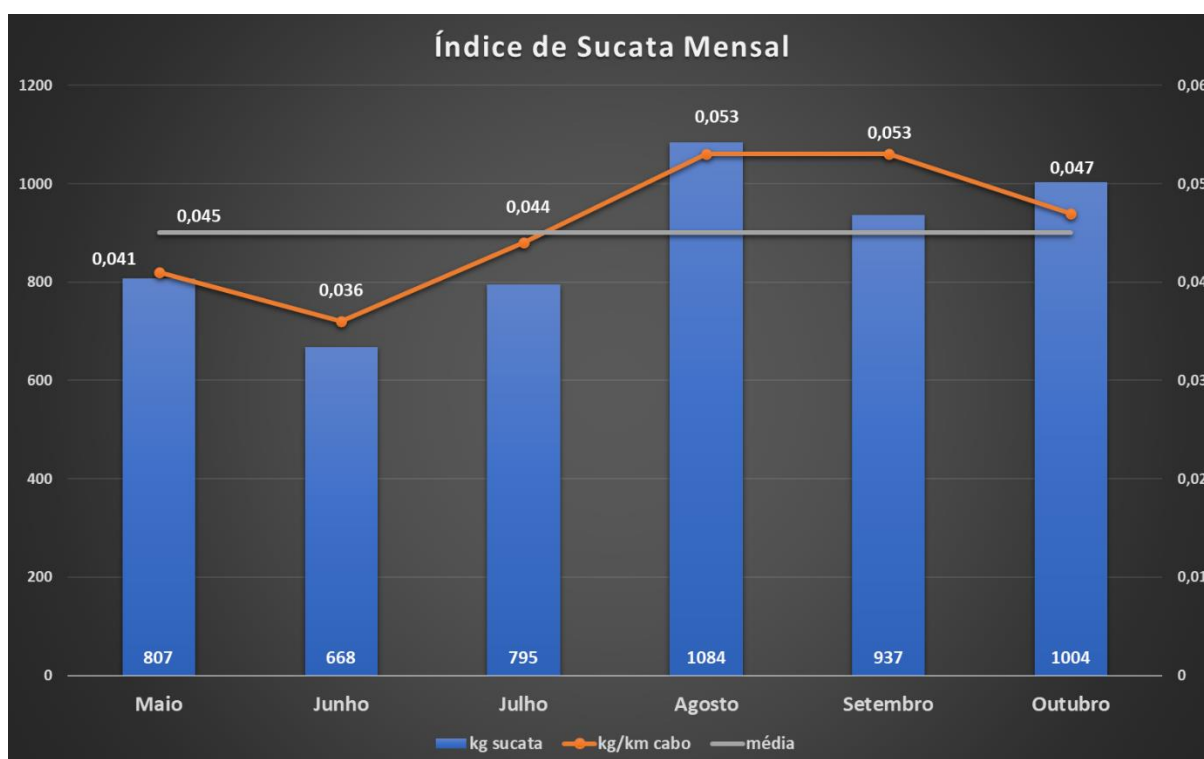
Gráfico 2. Custo de Sucata - Período de 6 Meses (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Ilustrado no Gráfico 3, pode-se observar que o índice médio da sucata de grãos e borra se manteve em 0,045 kg/km cabo no período avaliado, mensalmente representado por uma média de 882 kg de sucata contaminada de borra e pellet de PVCxLSZH.

Gráfico 3. Índice De Sucata Mensal - Período de 6 Meses (2020).



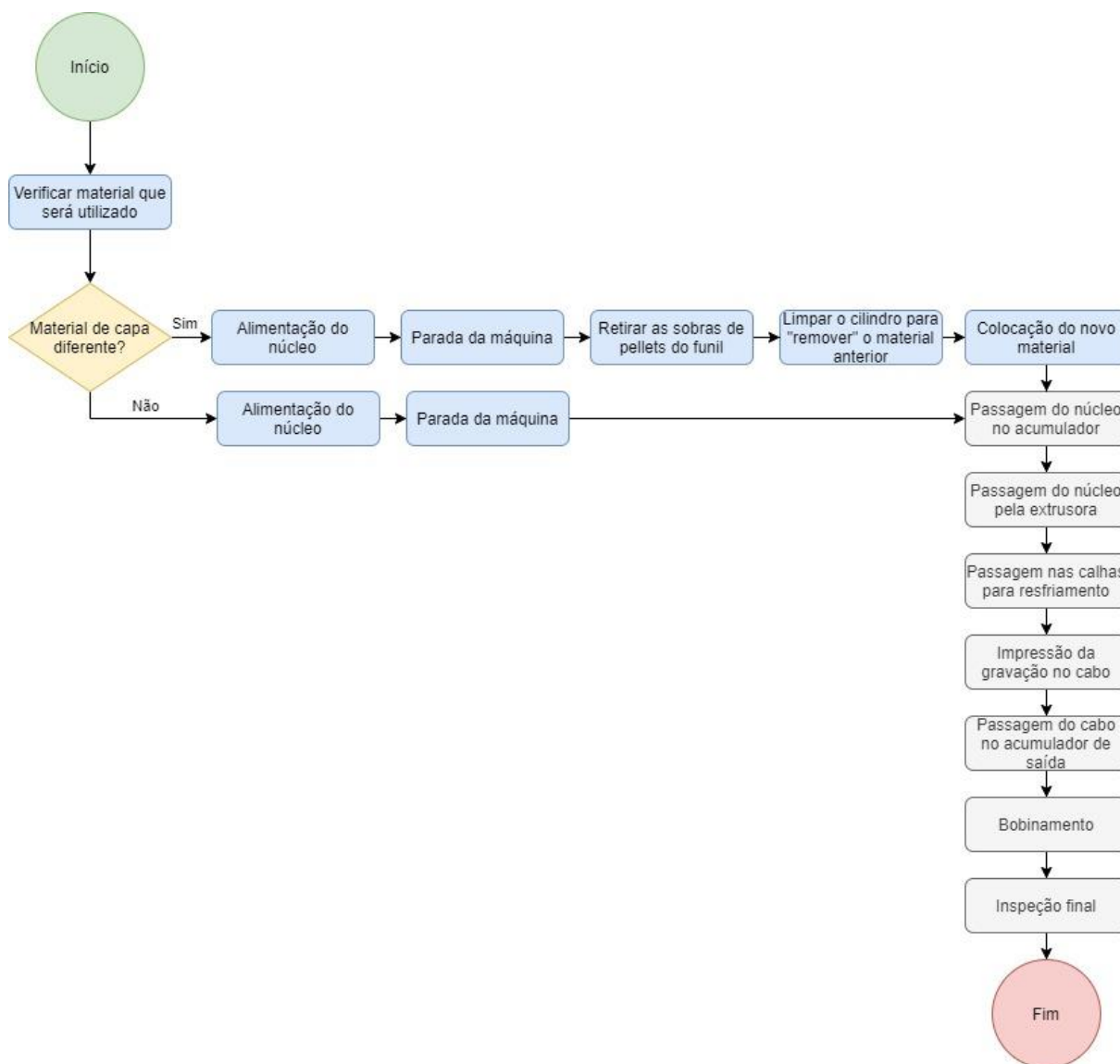
Fonte: Os autores (2020).

Toda referência utilizada nos gráficos elucida a quantidade em quilograma (kg) de sucata gerada mensalmente que é dividida pela quantidade de quilômetro (km) de cabos produzidos nas linhas de extrusão de cabos Lan. No período observado o índice médio de sucata se manteve em 0,045 kg/km cabo.

3.3 Análise

Dentro do processo de extrusão foi analisado vários pontos que podem ser fontes geradoras de resíduos, a fim de se enxergar onde existe a possível causa raiz do problema. Para facilitar o entendimento do processo de extrusão que é adotado pela empresa, criou-se o Fluxograma 1, ilustrando de forma simplificada o processo.

Fluxograma 1. Etapas do Processo de Extrusão (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Foi observado na análise que o resíduo de pellet e de borra de PVCxLSZH são gerados nas etapas de “retirar as sobras de pellets do funil” e “limpar o cilindro para remover o material anterior”.

Para o processo de limpeza do cilindro, existe uma norma de fabricação (número 17) que no item 3.5 dita o passo a passo de cada atividade que deve ser realizada para a limpeza de rosca, cilindro e cabeçote, listada a seguir.

- a) Utilizar EPI's (óculos, luvas e mangote);

- b) Com as temperaturas normais de processo, abrir o cabeçote e fazer a limpeza das ferramentas e cabeçote conforme item 3.2 enquanto todo material do cilindro é escoado;
- c) Abaixar as temperaturas do cilindro entre 110 - 130 °C;
- d) Colocar PVC natural de maior dureza existente, aproximadamente 5 kg*;
- e) Com o cabeçote aberto, escoar o PVC natural com a rotação baixa +- 10 rpm, o suficiente para o material não sair em grânulos;
- f) Com um sacador apropriado, retirar não mais que 1/3 do comprimento total da rosca;
- g) Colocar o cavalete de apoio, ajustando para não forçar a rosca contra o cilindro;
- h) Efetuar a limpeza, com escova de aço apropriada (não utilizar ferramentas como: espátulas, tesouras, lixas e etc);
- i) Escovar o cilindro até retirada total das partículas impregnadas na parede do mesmo, usar escova de diâmetro apropriado para cada máquina;
- j) Aplicar ar comprimido no funil e no cilindro;
- k) Dar acabamento com a escova envolta por pano limpo (estopa);
- l) Aplicar mais uma vez o ar comprimido para expulsão das partículas. Inspeccionar visualmente a qualidade da limpeza, antes de colocar a rosca;
- m) Caso haja impurezas, repetir as operações H, I, J e K.

*5 kg de material virgem que se tornam contaminado custam aproximadamente R\$ 56,35.

Na Figura 6 é possível ver a rosca no momento da realização do procedimento de limpeza.

Figura 6. Rosca sendo Retirada do Cilindro para Limpeza (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Para o item d) pode-se observar que é solicitado a colocação do material PVC natural de maior dureza existente (aproximadamente 5 kg), mas acontece em diversas vezes de o produto estar sendo produzido com LSZH e por isso nesse momento da limpeza do cilindro e rosca são gerados os resíduos, porque o LSZH e o PVC são materiais de diferentes características e aplicabilidades.

Foi realizada uma análise com as condições atuais da norma de fabricação 17, os resultados obtidos estão sendo demonstrados na Tabela 1:

Tabela 1. Aplicabilidade da NF 17 (2020).

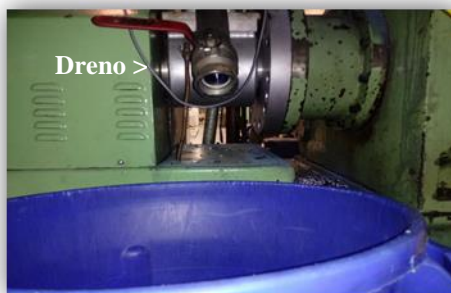
NF 000017-01			
Duração da limpeza (min)	Quantidade material virgem usado (kg)	Sobra de antecipação (kg)	Sucata total (kg)
43	5	2,9	7,9
Processamento de escoamento de PVC realizado a 10 rpm com as temperaturas a 110 °C			

Fonte: Os autores (2020).

Analisando a NF 17 ficou evidenciado que se gera em torno de 8 kg de sucata de material contaminado em cada limpeza.

Partindo para a análise do processo de retirada da sobra de pellets do funil, é usado um dispositivo chamado de dreno que pode ser visto na Figura 7, esse componente da máquina fica localizado entre o final da rosca e o funil de abastecimento e em toda troca de produto os pellets devem ser esgotados para que não gere contaminação na próxima cor. Analisando esse processo de retirada de material do funil, é possível observar que se gera sucata de pellets conforme a Figura 8, porque na estrutura do dreno na posição “fechado” proporciona o acúmulo de grânulos de diversas cores.

Figura 7. Dreno do Funil (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Figura 8. Pellets Parados no Dreno são descartados (2020).



Fonte: Os autores (2020).

Após todas essas análises realizadas, evidenciou-se que a maior concentração de atividades que se geram resíduos foi durante a troca de produto, especificamente centralizado na limpeza e troca de material na extrusora.

4 RESULTADOS, DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a aplicação das etapas de identificação, observação e análise que compõe a primeira parte do planejamento do PDCA, foi possível identificar a causa raiz do problema, que está concentrada no *setup* interno no momento em que é necessário fazer a troca do material. Ainda através da etapa de análise, foi possível identificar que em um período de 6 meses a empresa teve um custo gerado com os resíduos de R\$ 41.493,00 e observou-se que para

produzir 1 km de cabo gera-se 0,045 kg de sucata, o que semestralmente representa um total de 5.295 kg de sucata contaminada de borra e pellet de PVCxLSZH, gerando impacto ambiental através de sua incineração.

A partir destes dados da análise, pode-se perceber que existe uma oportunidade de melhoria no processo estudado, por isso as demais etapas do ciclo PDCA serão desenvolvidas em conjunto com outras ferramentas de apoio (*brainstorming*, matriz GUT, diagrama de causa e efeito, análise dos 5 porquês e plano de ação), em um novo estudo a ser realizado para resolução do problema a partir da causa raiz já identificada, esse estudo será realizado e apresentado em um segundo artigo, buscando minimizar os impactos ambientais e otimizar os custos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D., MACARENCO, I. Responsabilidade Social e Ambiental para Desenvolvimento Sustentável: A Dimensão Comunicacional. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação - XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Curitiba, PR, 4 a 7 de setembro de 2009.

BADIRU, A. B. AYENI, B. J. Practitioner's guide to quality and process improvement. London: Chapman & Hall, 1993. 353 p.

BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões, n.4, v.1, Jan./Jun, 2008.

BRASIL. Desenvolvimento sustentável, economia verde e a Rio+20. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2012.

BRASKEM. Tecnologia do PVC, 2ª edição – revisão e ampliada, 2006.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

CAMPOS, V.F. TQC: Controle da qualidade no estilo japonês. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CORDOVA, Edwin. Apostila de Introdução à Excelência Operacional. Revisão 20/03/2006. Joinville, 2006.

DANTAS, J. R. Proposta de Redução de Custos numa Empresa do Setor de Duas Rodas no Polo Industrial de Manaus. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Mestrado Profissional, Belém, Maio de 2017. Disponível em: <<http://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2017-PPGEP-MP-JoaoRezendeDantas.pdf>>. Acesso em: 12 de Outubro de 2020.

- DEMING, W. E. Qualidade: a revolução da administração. São Paulo: Marques Saraiva, 1990.
- DIDONET, V. (1982). O brinquedo feito pela criança. AMAE Educando, 48, 15-17.
- ESCHER, B. G. Um método para avaliação de desempenho de transmissão em cabos LAN. Repositório Institucional Unesp, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132485>>. Acesso em: 24 de Outubro de 2020.
- FALCONI, V. TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 256 p, 2014.
- FURUKAWA. (2013). Relatório Técnico Furukawa: Material alternativo para cruzeta de cabos cat. 6. Curitiba. Acesso restrito.
- MACHADO, M. M. (1999). O brinquedo-sucata e a criança: A importância do brincar. Atividades e materiais. São Paulo, SP: Loyola. (Original publicado em 1994).
- MEIRELES M. Ferramentas Administrativas Para Identificar, Observar e Analisar Problemas. Editora Villipress. Página 16. 2001.
- NOVAES, W. Mercado para quem não polui. Visão, São Paulo, p. 46, 16 out. 1991.
- O Risco dos Cabos de Alumínio Cobreado (CCA). Infortel Telecom, 2017. Disponível em: <<http://www.inforteltelecom.com.br/?p=5648>>. Acesso em: 28 de Setembro de 2020.
- PEINADO P., GRAEML A., R. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). UnicenP - Centro Universitário Positivo. Página 486. 2007.
- PEREIRA, T. L., SILVA, N. C. F. Melhoria da Qualidade no Processo de Extrusão: em uma indústria de cabos elétricos. Repositório Unis, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/780>>. Acesso em: 24, Outubro de 2020.
- Qual a Diferença de Injeção e Extrusão?. Stábil Partner Tech, 2017. Disponível em: <<http://www.stabil.ind.br/qual-a-diferenca-de-injecao-e-extrusao>>. Acesso em: 11 de Outubro de 2020.
- RAMOS, A.W. CEP para processos contínuos e em bateladas. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2000.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSON, R. Operations management. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SETTI, P. H. P., CANGIOLIERI JUNIOR, O., & ESTORILIO, C. C. A. (2021). DFA concepts in a concurrent engineering environment: A white goods case. Concurrent Engineering, 29, 1063293X2098553. <https://doi.org/10.1177/1063293X20985531>
- SETTI, P. H. P., CANGIOLIERI JUNIOR, O., & ESTORILIO, C. C. A (2021). Integrated product development method based on Value Engineering and Design for Assembly concepts. Journal of Industrial Information Integration, 100199. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100199>

SOUZA, R. Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte. 1997, 387p. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

VELLOSO, M.P. (2008) Os restos na história: percepções sobre resíduos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, n. 6, p. 1953-1964.

VIEIRA NETTO, A. Como gerenciar construções. São Paulo: Pini, 1988.

VIEIRA, G. F. Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática. Campinas, São Paulo, 2014.

Quais riscos dos resíduos sem tratamento para o meio ambiente?. VGRESÍDUOS, 2018. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/quais-riscos-dos-residuos-sem-tratamento-para-o-meio-ambiente/>>. Acesso em: 25, Novembro e 2020.

WEISS, L. (1989). Brinquedos e engenhocas. São Paulo, SP: Scipione.

WILBER, R. J. (1987). Plastic in the north Atlantic. *Oceanus*, v. 30, n. 3, p. 61-68.

WILSON, D.C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, v. 25, n. 3, p. 198-207.

Recebido em 10/02/2021

Aprovado em 06/06/2021