

## **APLICAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE PARA A ANÁLISE DO PESO DE ELETRODUTOS PRODUZIDOS A PARTIR DE PVC**

**RAIMUNDO BACELAR DE CARVALHO NETO<sup>1\*</sup>, GUSTAVO AUGUSTO ARAUJO COSTA<sup>2</sup>,  
GUSTAVO HENRIQUE DE CARVALHO PINTO<sup>3</sup>, HELIO CAVALCANTI ALBUQUERQUE NETO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Produção, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86)998396663, rbacelar1993hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Produção, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 995427885, gustavo-augusto94@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia de Produção, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 32371555, gustavocp@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutorando, Professor em Engenharia de Produção, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 32371555, heliocnt@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015

15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** Com a crescente necessidade de se manter processos com a qualidade em sua totalidade para a obtenção de um produto final melhor, os gráficos de controle apresentam-se como uma ferramenta fundamental para a avaliação das condições do processo produtivo, podendo este estar ou não sob controle. O presente artigo elaborou gráficos de controle de uma indústria de tubos de PVC reciclado, baseando-se em dados de um mês de produção, concluindo por fim que o processo não estava sob controle e sugerindo caminhos para melhoria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gráfico de controle, Diagrama de Ishikawa, PVC reciclado.

## **CONTROL OF LETTERS OF APPLICATION FOR ANALYSIS OF CONDUIT PRODUCED WEIGHT PVC.**

**ABSTRACT:** With the growing need to maintain processes to quality in its entirety to obtain a better final product, the control charts appear as a key tool for the evaluation of the conditions of the production process, which may or may not be under control. This article elaborated control charts of recycled PVC pipe industry, based on data from a month of production, concluding finally that the process was not under control and suggesting ways for improvement.

**KEYWORDS:** Chart control, Ishikawa diagram, recycled PVC.

## **INTRODUÇÃO**

Uma das principais preocupações que uma organização tem para se manter no mercado são a qualidade e a competitividade (JURAN, 1992). Logo, é notável que a qualidade seja buscada de forma objetiva pelas indústrias, visando atender o cliente. Para que isto ocorra, os setores das organizações responsáveis pela qualidade devem estar em comunhão com o mesmo, para saber suas necessidades, o que procuram e por consequência concorrer com as demais empresas.

Dessa forma, a indústria de base polimérica tem o mesmo objetivo. Tal indústria é uma das que mais crescem no Brasil (PAOLI, 2004), com a indústria do PVC não é diferente. O peso uniforme do eletroduto de PVC, que é alvo de estudo deste artigo, é uma das principais características de qualidade, uma vez que o mesmo pode interferir em suas propriedades mecânicas e desempenho.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

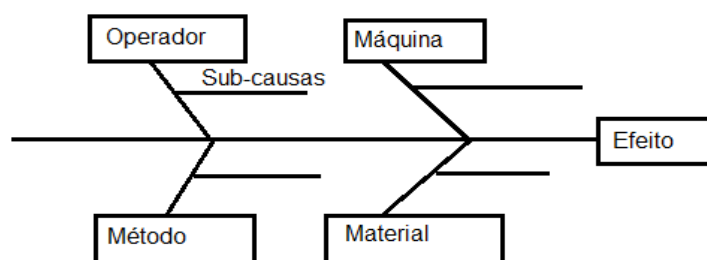
Visando o controle de qualidade, a Empresa A registra o peso de um eletroduto recém-saído da extrusora a cada meia hora durante a produção. Tais informações são armazenadas no formato de planilhas eletrônicas nos computadores da própria empresa, o que facilitou o acesso a elas.

Para delimitar os dados a serem analisados, optou-se por considerar neste trabalho apenas o principal produto de venda da empresa, o eletroduto com 25 mm de diâmetro de 3 metros. Para que o

gráfico de controle fosse construído, a empresa cedeu pesos em grama de um mês de produção (01/11/2014 a 30/11/2014) desses eletrodutos, dados estes oriundos de duas extrusoras distintas: Extrusora 2 dupla-rosca e Extrusora 3 mono-rosca. Para o gráfico de controle para variáveis é necessário controlar a média e as variáveis vinculadas a mesma tais como amplitude e desvio padrão (COSTA, 2005), sendo assim utilizados esses gráficos no presente artigo.

Como ferramentas para análise, utilizou-se o gráfico de controle, Diagrama de Ishikawa e 5W1H. Após análise do gráfico de controle, caso o processo não esteja sob controle, será traçado um diagrama de Ishikawa, detalhando as possíveis causas para o efeito observado. O diagrama, que é semelhante ao da Figura 1, sugere para cada grupo de causas (Mão de obra, Método, Material, Máquina), as possíveis sub-causas.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa- Causa e efeito



Fonte: Adaptado de Carpinetti, 2012.

Conhecendo-se as principais causas, será realizado um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H. Segundo Carpinetti (2012), a ferramenta se baseia em um micro *chek-list*, no qual serão abordadas as seguintes questões: *What* / O que?-O que será feito; *When*/Quando? Quando será feito; *Who* / Quem?-Quem o fará; *Why* / Por quê?- Por que será feito; *Where* / Onde?-Onde será feito; *How*/ Como?- Como será feito;

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados cedidos pela empresa contêm medições realizadas em horários aleatórios durante o dia, em uma quantidade também variável de amostras. Dessa forma optou-se por utilizar a média diária dos valores (Tabela 1) para a elaboração do gráfico de controle da média e da amplitude.

Tabela 1.: Média diária dos pesos(g) dos tubos

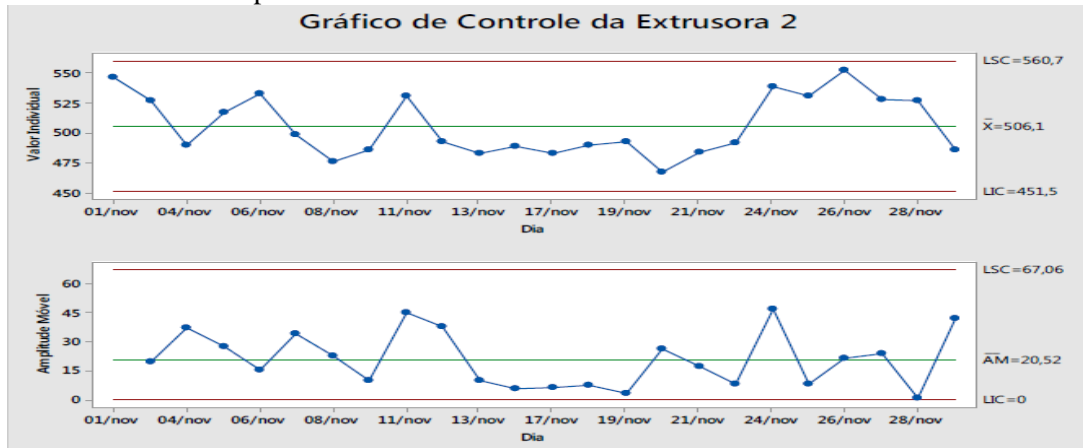
Data	Peso Médio da Extrusora 2	Peso Média da Extrusora 3	Data	Peso Médio da Extrusora 2	Peso Média da Extrusora 3
01/11/2014	546,23	503,00	17/11/2014	490,00	542,67
03/11/2014	490,48	469,00	18/11/2014	493,18	521,76
04/11/2014	517,78	470,00	19/11/2014	467,45	561,33
05/11/2014	533,07	639,00	20/11/2014	484,29	568,89
06/11/2014	499,09	478,18	21/11/2014	492,29	566,36
07/11/2014	476,67	507,81	22/11/2014	492,33	583,18
			24/11/2014	539,00	577,22
08/11/2014	486,25	478,46	25/11/2014	530,83	575,00
10/11/2014	530,64	529,00	26/11/2014	552,19	578,55
11/11/2014	492,92	530,00	27/11/2014	528,50	578,13
12/11/2014	483,33	565,94	28/11/2014	527,50	534,45
13/11/2014	489,17	475,00	29/11/2014	485,83	548,44

Fonte: Autores,2014

A Figura 2 apresenta tais gráficos para as amostras colhidas na extrusora dois. Do ponto de vista estatístico, todos os valores encontram-se dentro dos limites inferiores e superiores estipulados,

no entanto é possível a identificação de alguns padrões que sugerem a existência de causas especiais influenciando o processo. No gráfico da média, o padrão percebido é a presença de nove amostras consecutivas situadas abaixo da linha do limite central, já no gráfico das amplitudes a ausência de controle fica clara pela presença de oscilações cíclicas.

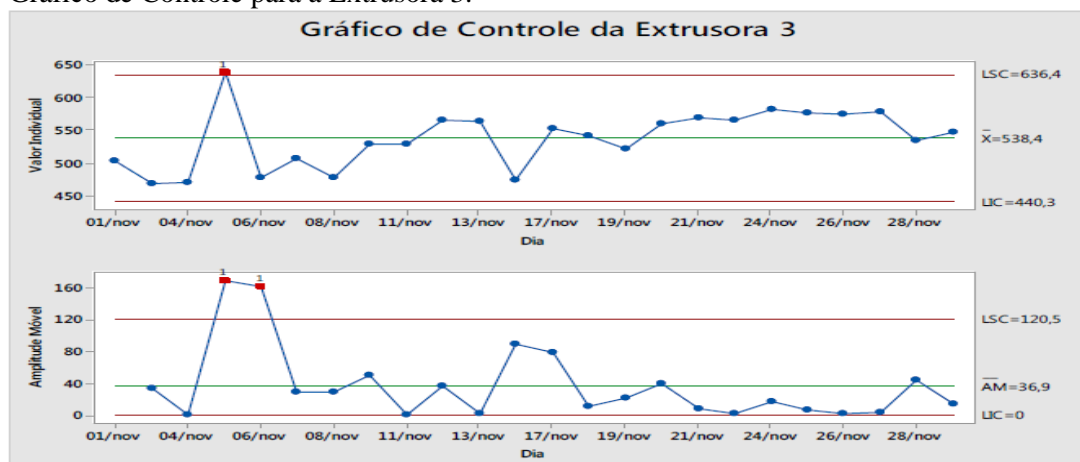
Figura 2. Gráfico de Controle para a Extrusora 2.



Fonte: Autores, 2014.

Por outro lado, os gráficos com os valores recolhidos da extrusora 3 (Figura 3), além de apresentar mais de seis amostras consecutivas acima do limite central, ainda estão fora de controle do ponto de vista estatístico por conter pontos fora dos limites superiores tanto no gráfico da média como da amplitude.

Figura 3. Gráfico de Controle para a Extrusora 3.



Fonte: Autores, 2014.

Devido à falta de controle nos processos analisados nos gráficos das figuras 4 e 5, elaborou-se um Diagrama de Ishikawa com o intuito de levantar possíveis causas desse efeito.

Figura 4: Diagrama de Ishikawa



Assim como mostrado pelo gráfico da figura 4, a falta de manutenção, treinamento dos funcionários e a presença de impurezas na matéria prima podem ser causas para o processo ter se apresentado fora de controle. Para cada uma dessas possíveis causas, foram elaborados planos de melhoria de acordo com a técnica dos 5W1H. O plano de ação das máquinas consiste: *What* / O quê? Plano de manutenção preventiva. *When* / Quando? Mensalmente. *Who*/Quem? Funcionário responsável pela manutenção. *Why* / Por quê? Prevenção de falhas e pausas inesperadas na produção. *Where* / Onde? Maquinário do chão de fábrica. *How* / Como? Elaboração e execução do plano de manutenção preventiva baseado na quantidade produzida por cada máquina. Alterações na saída da extrusora têm consequências diretas na quantidade de matéria presente no produto final, o que ocasiona a maior variação dos pesos medidos, por esse motivo é necessário um plano de manutenção preventiva para que sejam conferidas as condições de funcionamentos de todo o maquinário, evitando tais inconformidades.

O plano de ação de melhoria de mão de obra consiste: *What* / O quê? Treinamento de funcionários novos e atualização dos antigos. *When* / Quando? Sempre que for admitido um novo funcionário e atualização a cada seis meses. *Who* / Quem? Encarregado de recursos humanos. *Why* / Por quê? Maior segurança para os funcionários e melhoria no manuseio dos materiais. *Where* / Onde? Chão de fábrica. *How* / Como? Contratação de empresa terceirizada especializada em treinamentos. A preparação dos funcionários é fundamental para a programação diária das extrusoras visto que qualquer variação nessa tarefa vai ocasionar variação no peso dos tubos, também devido à quantidade de matéria que sairá da máquina. Dessa forma é imprescindível o adequado treinamento dos recursos humanos da empresa.

O plano de ação de melhoria da matéria prima consite em: *What* / O quê? Controle de qualidade na matéria prima utilizada. *When* / Quando? Diariamente. *Who* / Quem? Funcionário do laboratório. *Why* / Por quê? Evitar impurezas na matéria que entra na extrusora. *Where* / Onde? Laboratório. *How* / Como? Através de técnicas de medição de pureza específicas para PVC. Portanto manter o controle do nível de impurezas além de originar um produto final de maior qualidade, diminuirá também a variação das medidas do peso médio de cada dia.

## CONCLUSÕES

Para um maior controle da qualidade em todas as fases de produção, existem ferramentas de auxílio como as cartas de controle trabalhadas no presente artigo. Tais ferramentas foram usadas para analisar a variabilidade nos pesos de tubos produzidos por uma indústria de tubos de PVC reciclado da cidade de Teresina-PI.

A elaboração de gráficos de controle com os dados de um mês de produção possibilitou a conclusão de que o processo da indústria em questão não está sob controle, o que se deve a causas especiais que podem estar interferindo sistema como um todo. As possíveis causas foram levantadas no diagrama de Ishikawa e para cada uma, fez-se um plano de melhoria utilizando a técnica do 5W1H.

O artigo então conseguiu analisar as reais condições de funcionamento do processo da empresa no que se refere ao controle do mesmo e por fim, sugeriu melhorias que podem ser adotadas pela gerencia da indústria em questão para que melhorando o processo, possa também conseguir um produto com maior qualidade.

## REFERÊNCIAS

- Carpinetti, L. C. R. Gestão da qualidade: conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.  
Costa, A.F.B.E. Controle Estatístico de Qualidade. 2 edição. São Paulo: Atlas, 2005  
Paoli, M. A. D.; Spinace, M. A- Química Nova, 28, p.65 (2004).  
Juran, J.M.; Gryna, Frank M.; Controle da Qualidade: Ciclo dos produtos, inspeção e teste. 4 ed. Makron Book: São Paulo, 1992.