

## **ANÁLISE DO TEMPO PADRÃO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE QUALIDADE: ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO EQUIPES DE SUBESTAÇÕES**

Ivanilda Agostinho Ferreira (UFPB) i\_ivanilda@hotmail.com  
Dayvisson Damasceno da Nobrega (UFPB) dayvissonnobrega@hotmail.com  
José Roosevelt Medeiros Neto (UFPB) roosevelt-neto@hotmail.com

### **Resumo**

Este artigo apresenta um estudo de caso em uma concessionária brasileira de distribuição de energia elétrica com o objetivo de comparar e verificar o cumprimento do tempo padrão previsto (TPP) através do tempo padrão realizado (TPR). Através de uma consulta realizadas em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel 2010, foi possível identificar que, inspeção detalhada em subestação é a atividade mais executada pelas equipes em campo. Mediante a coleta de dados foi obtida 30 amostras quantitativas do tempo de execução da atividade que, através do software Minitab® 17 foi possível gerar um gráfico de controle estatístico do processo (CEP) para média e amplitude e mediante o Excel 2010 elaborar o diagrama de causa e efeito. Através do *brainstorming*, realizado com os membros das equipes, foi possível identificar as possíveis causas especiais, logo as condições climáticas, exercem uma forte influência desfavorável para o processo, contribuindo para a variabilidade e ineficiência das equipes, sendo necessário obter melhorias no planejamento dos serviços para que o processo permaneça sob controle estatístico.

**Palavras-Chaves:** controle estatístico do processo, ferramentas de qualidade, variabilidade

### **1. Introdução**

O tempo padrão auxilia as equipes a executarem atividades no tempo adequado, objetivando alcançar como resultado o sinônimo de eficiência e produtividade para o processo.

Figueiredo (2011) aponta que a utilização da ferramenta de estudo tempos e movimentos possui objetivos como expurgar esforços e movimentos considerados inúteis, irrelevantes durante a execução de operações, propor normas, métodos para execução do trabalho, visando alcançar melhorias no processo.

De acordo com Chiavenato (2002, p. 367) destaca que:

A produtividade é uma relação mensurável entre o produto obtido (resultado ou saída) e os recursos empregados de produção. No que tange aos recursos humanos, a produtividade no trabalho humano é igual ao quociente da relação de uma produção pelo tempo nela empregado. A produtividade humana depende do esforço realizado e do método racional, e sobretudo do interesse e motivação das pessoas. O desconhecimento desses últimos aspectos é a razão dos resultados poucos relevantes das técnicas de produtividade de mão de obra direta. O caminho de não adotar o tempo padrão nos processos contribui para não obter desempenhos satisfatórios nas atividades, obtendo problemas decorrentes da deficiência da execução de atividades inadequados com a realidade (não medida), comprometendo os próprios indicadores de desempenho e as metas de *performance* por equipe.

Segundo Camarotto (2007, p. 38), o tempo-padrão é aplicado em produtividade, isto é, no estudo da distribuição da produtividade do trabalho por meio do estabelecimento de tempos-padrão para as operações, por componente, por produto e por grupo de produção, com o intuito de estabelecer incentivos salariais.

Em processos que possuam interações homem-máquina percebe-se a importância de realizar uma análise do tempo padrão utilizando valores da métrica Homem-Hora (HH) de atividades executadas, para obter monitoramento das equipes de manutenção de subestações.

O estudo de caso originou-se a partir da necessidade de se verificar as discrepâncias dos tempos de execuções por atividade, pois, entre as equipes existiam diferenças de execução de tempo padrão para uma mesma e/ou diferente atividade em uma mesma realidade.

Desse modo, este artigo através da aplicação de ferramentas de qualidade, tem o propósito de analisar a variabilidade do tempo de execução de atividades realizadas por equipes de manutenção de subestações. Possuindo assim, recursos necessários para o processo tornar-se mais padronizado, eliminando as possíveis causas potenciais que contribuem para a existência de não conformidades no processo, buscando obter uma maior eficiência por tarefa.

## **2. Materiais e métodos**

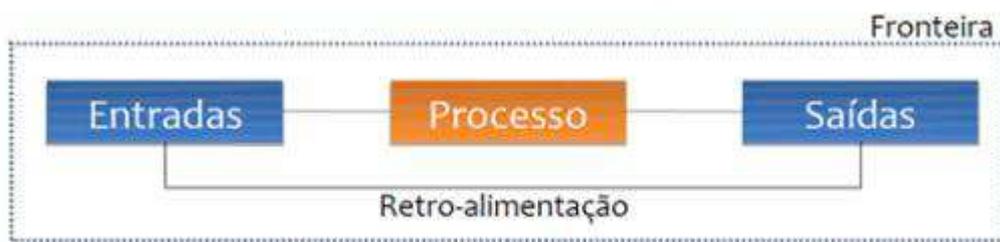
### **2.1 Conceitos sobre sistema e processo de produção**

Segundo Wild (1981), um sistema é uma configuração de entidades que se relacionam entre si de maneira proposital e funcional para juntas constituírem um todo significativo. O todo significativo compreende os ganhos em indicadores estabelecidos pela empresa, através do monitoramento e identificação das entradas (*inputs*), recursos necessários e utilizados no processo e as saídas (*outputs*), que em conjunto contribuem para gerenciar na organização os rendimentos satisfatórios na gestão por processos e os gargalos.

Considera-se a empresa como um sistema que é composto por subsistemas que são interligados formando assim um conjunto de processos que almejam atingir um objetivo preestabelecido e que a sinergia das saídas (*outputs*) deve ser maiores que as das entradas (*inputs*). Ou seja, “[...] um conjunto de partes interagentes e interdependentes, que formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função” (ALMEIDA, 2011, p. 15).

O objetivo do processo que é formado por subsistemas (as equipes de manutenção de subestações), em relação à empresa analisada, é transformar entradas em saídas, tendo como resultados os serviços em subestações executados, assim como a obtenção de uma retroalimentação (*feedback*) do processo, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Esquema de um processo



As entradas corresponderam aos equipamentos, peças, ferramentas, veículos de transporte, componentes da equipe e o conhecimento que são utilizados para realizar o processo de execução e as saídas são definidos pelo serviço final. Entretanto, sabe-se que os processos que acontecem no cotidiano das empresas são dinâmicos, e estão sujeitos a uma complexidade devido aos imprevistos não controlados pela empresa, influenciando os diversos tempos de execução das atividades.

## 2.2 Conceitos de tempo padrão

Segundo Cruz (2008) tempo padrão é um recurso que permite analisar a capacidade produtiva de um processo levando-se em consideração uma série de aspectos presentes na realidade de uma rotina de trabalho que têm um grande impacto no tempo necessário para fabricação de um produto. Analisar este impacto torna-se imperativo em análises de capacidade de produção, tempo planejado de operação.

Por tempo padrão, Camarotto (2007, p.38), define que “é o tempo utilizado para a determinação da capacidade de trabalho em centros de produção onde há atividades de operadores, seja em atividades exclusivamente manuais, seja na interação homem-máquina

Segundo Junior (1989), tempo padrão é o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por um operador apto e treinado, possuindo uma habilidade média, trabalhando com esforço médio, durante todas as horas do serviço.

A determinação do tempo gasto em uma operação deve ser obtida através da análise de uma situação em condições normais de trabalho, ou seja, dentro de uma rotina.

Segundo Cruz (2008) o tempo, além de servir de base para mensurar a capacidade de um sistema produtivo, passa a ser um tempo referencial para o treinamento de novos funcionários que desempenharão a operação. Este tempo passa a ser denominado de tempo padrão. Porém, não seria interessante determinar o tempo padrão tendo como base apenas um funcionário de habilidade acima da média, este por sua vez, capaz de demonstrar um esforço superior ao normal. Este tipo de situação não representaria a realidade da *performance* de equipes. Da mesma forma não seria interessante ter como base um funcionário com pouca habilidade, com pouco esforço demonstrado. Logo, o tempo padrão deve ser determinado a partir de algumas correções nos tempos coletados.

### **2.3 Ferramentas da qualidade**

“Qualidade é uma variável precisa e mensurável, oriunda do grau de conformidade do planejado com o executado. Esta abordagem dá ênfase a ferramentas estatísticas (Controle do processo)” (PALADINE; CARVALHO, 2002, p. 9).

De acordo com Carpinetti (2012, p. 19), Ishikawa classificou técnicas de controle estatístico em três grupos respectivamente, as sete ferramentas da qualidade, métodos estatísticos intermediários e métodos estatísticos avançados. “O primeiro grupo é formado pelas sete ferramentas que requerem um conhecimento por todos da companhia e podem ser usados na análise e resolução de 90% dos problemas de qualidade” (CARPINETTI, 2012, p. 19).

As sete ferramentas tradicionais são utilizadas em processos com finalidade de obter controle e melhorias de qualidade e produtividade. A ferramenta diagrama de causa-efeito, também conhecida como espinha de peixe ou diagrama *ISHIKAWA*, de acordo com Carpinetti (2012,

p. 83): “[...] foi desenvolvido para representar relações existentes entre um problema ou um efeito indesejável do resultado do processo e todas as possíveis causas desse problema”.

Utilizando o *brainstorming*, Carpinetti (2012, p. 84) esclarece que este método: “[...] tem o objetivo de auxiliar um grupo de pessoas a produzir o máximo possível e ideias em um curto período de tempo”.

Os gráficos de controle estatístico do processo (CEP) são bastante utilizados para monitorar e verificar se o processo está dentro das especificações, permitindo visualizar existência ou não de variabilidade bem como discrepâncias de *performace*.

Segundo Rotondaro et al (2008), o limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC) referente o gráfico de média x-barra são, respectivamente:

$$\begin{aligned}LSC &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\LIC &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}\end{aligned}$$

Onde:

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \bar{R}$$

Cujo os valores de A2 e d2 é de acordo com o tamanho da amostra (n) de dados tabulados.

Os limites de controle da amplitude são:

$$\begin{aligned}LSC &= D_4 \bar{R} \\LIC &= D_3 \bar{R}\end{aligned}$$

Cujo os valores de D3 e D4 são tabelados, e não existe D3 para valores menos que 7.

Paladini (1997, p. 67) esclarece que: “[...] são modelos que especificam limites superiores e inferiores dentro dos quais medidas estatísticas associadas a uma dada população são plotadas”.

“Sistema de medição é o conjunto de instrumentos ou dispositivos de medição, padrões, operações, métodos, dispositivos de fixação, software, pessoal, ambiente e premissas usadas para quantificar a unidade de medição ou corrigir a avaliação da característica que está sendo medida, ou seja, o processo completo utilizado para

obter as medições” (MANUAL DE REFERÊNCIA MSA, 2010 *apud* BAYOD, 2012, p. 12).

### 3. Procedimento Metodológico

O estudo de caso foi realizado em uma concessionária de distribuição de energia elétrica, no 4º trimestre do ano de 2015 e a coleta de dados quantitativos foi realizada no ambiente externo de trabalho (em campo), envolvendo 3 equipes, cuja composição de determinadas atividades exige a formação de 2 a 6 componentes. As equipes utilizaram os formulários de acompanhamento diário que, registravam o horário inicial e final de execução, bem como o total de pessoas que trabalharam por equipe. Permitiu assim visualizar a sequência cronológica de anotações do tempo de execução por atividades.

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (Yin, 2011, p.32).

Este procedimento de anotações seguiu normalmente a rotina, compreendendo uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, durante 5 dias úteis da semana, exceto os finais de semana e eventuais serviços de origem corretiva, este por ser considerado atípico e descaracterizar a rotina, representando anormalidade dos tipos de serviços a serem realizados mediante o tempo de preparação de equipamentos, a alocação de recursos e a quantidades de equipes.

Os formulários foram entregues a empresa, posteriormente foi realizada uma verificação da existência de possíveis erros de anotações que, por sua vez, foram corrigidos. Em seguida, os dados após analisados foram sistematizados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel® 2010, com o intuito de obter dados nos sentidos cumulativos e comparativos entre as equipes, originando tabelas contendo o *ranking* das atividades mais executadas durante o período, extraindo assim uma amostra de 30 valores, apenas da atividade mais executada em campo, além de esquematizações de forma a auxiliar o entendimento e a associação dos resultados obtidos desse presente estudo de caso.

A métrica HH foi utilizada para expressar o tempo padrão previsto (TPP) - este utilizado como parâmetro de comparação no processo e as medições do tempo padrão realizado (TPR) - este realizado em campo. Portanto foram convertidas as horas e minutos, referentes ao tempo de execução das atividades, em números decimais, logo em seguida, foi realizado o produto pela quantidade de pessoas por equipe. As amostras em HH foram incorporadas no

software Minitab®17, no qual foram gerados gráficos pertencentes às ferramentas de qualidade, como o diagrama de causa e efeito, histogramas e CEP. A abordagem metodológica foi disposta com o objetivo de difundir ideias, experiências e sugestões das equipes - este contato se deu através da utilização do *brainstorming*.

#### **4. Resultados e discussões**

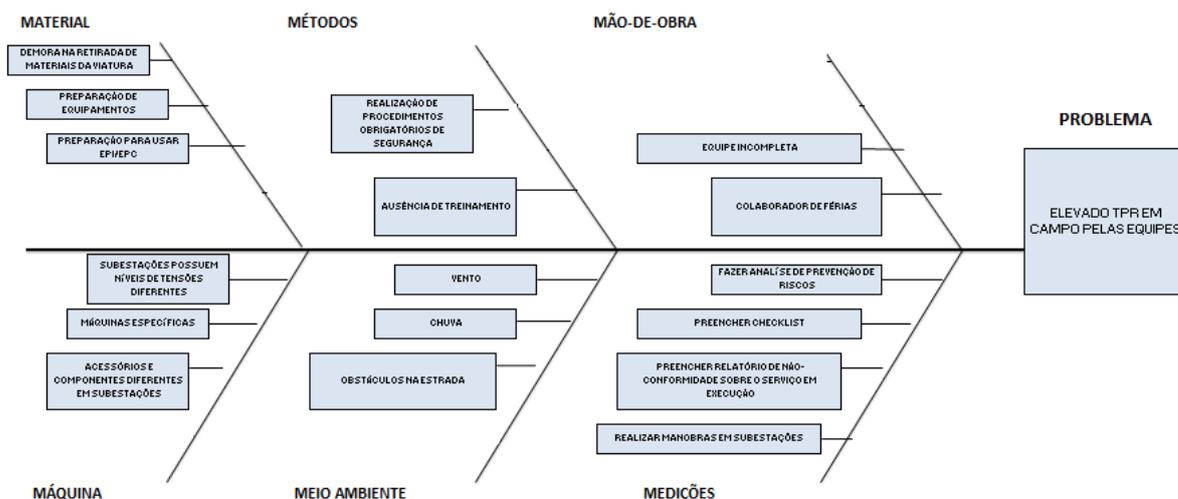
##### **4.1 Descrições do problema**

As equipes possuem o objetivo de executarem no tempo adequado as demandas de serviços de manutenção. Os dados referentes aos tempos de execuções são incorporados em planilhas dinâmicas do Microsoft Excel® 2010, com o objetivo de se ter um registro sistemático dos eventos diários das suas rotinas de trabalho. Os dados são processados tanto no sentido comparativo entre as equipes, como também cumulativos, tornando assim informações para o processo que, apresentou resultados insatisfatórios em eficiência e produtividade. Observou-se que os TPP estavam incoerentes com TPR em campo, surgindo à necessidade de intensificar a supervisão sobre o processo.

Visando auxiliar o gerenciamento do processo, foi adotado o diagrama de causa e efeito para organizar as causas e sub-causas potenciais da não execução dos tempos padrões propostos. O procedimento para a elaboração do diagrama de causa e efeito foi através da técnica *brainstorming*, cujo significado corresponde a uma tempestade de ideias. Com o problema definido, a técnica envolveu as equipes, pois com base no conhecimento tácito e operacional das suas profissões, contribuíram de forma significativa para geração espontânea de ideias.

A Figura 2, composta pelos 6Ms, mão de obra, materiais, máquinas, métodos, meio ambiente e medição, são consideradas os ramos principais a linha principal do diagrama. Foi possível com o *brainstorming* compreender melhor a classificação e priorização das causas especiais.

Figura 2 - Diagrama de causa e efeito.



#### 4.2 Principal atividade executada

As principais atividades realizadas pelas equipes são de origem preventiva e preditiva, ou seja, atividades de manutenção em equipamentos de subestações. A manutenção preventiva possui o objetivo de evitar possíveis falhas em períodos de tempo pré-estabelecidos. E a manutenção preditiva, a realização de inspeção em campo, contribuindo para se ter um acompanhamento da realidade dos equipamentos, identificando de forma antecipada as possíveis anomalias nos equipamentos, visando à vida útil e equipamentos em perfeitas condições. Mediante as informações obtidas e através de planilhas do Microsoft Excel®, foi possível construir um *ranking* de atividades, figura 3, verificou-se que, inspeção detalhada em subestação é a mais executada possuindo TPP de 0,83.

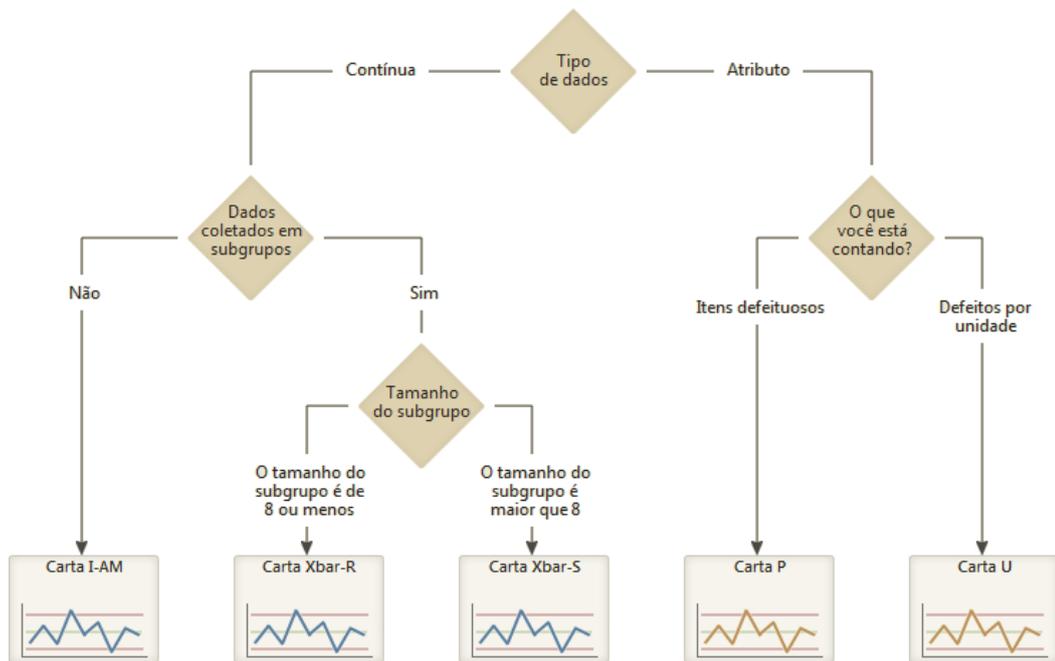
Figura 3 - *Ranking* de atividades

Posição	Atividade
1ª	Inspeção detalhada
2ª	Coletar óleo para análise do transformador
3ª	Retirar ponto quente em chave seccionadora
4ª	Retirar objeto no cabo condutor próximo à estrutura
5ª	Disjuntor - substituir componentes e acessórios

### 4.3 Análise dos dados

Com o Software Minitab® 17, foi possível realizar uma análise estatística descritiva dos dados referentes a principal atividade executada. Conforme a classificação da Figura, os dados da amostra deste estudo de caso são do tipo contínuo, não coletados em subgrupos, pois cada atividade foi registrada por vez, sendo a amostra composta por 30 valores de tempo de execução por atividade.

Figura 4 - Tipos de cartas de controle

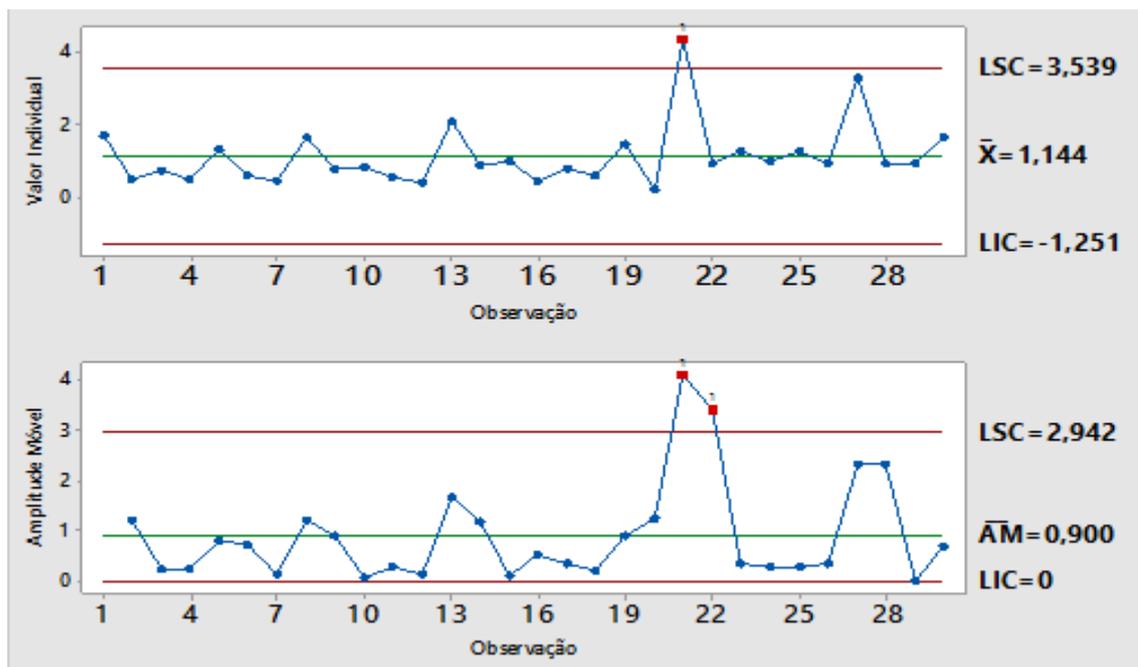


Fonte: Adaptado do Minitab® 17

Para verificar a quantidade de pontos da amostra distribuídos em função LIC, LSC estão a 3 desvios padrões, respectivamente para abaixo e para acima da linha central. O CEP, Figura 5, foi por variáveis do tipo contínuo, estão dados estão ordenados de acordo com sequência de registro, possuindo valores individuais e amplitude móvel do processo.

A media (1,144) não deve ser considerada a melhor maneira de analisar as atividades, pois, percebe-se que no conjunto de dados utilizado, existem valores considerados elevados, influenciando a média para mais e valores baixos influenciando a média para menos. Observa-se que a média ultrapassou o valor do TPP (0,83 tempo decimal), ou seja, as equipes levaram mais tempo para executar as atividades, sendo menos eficientes.

Figura 5 - CEP da atividade inspeção



Para média e amplitude percebeu-se os pontos 21 e 22 estão a mais que 3 desvios padrão da linha central. Estes dois pontos fora de controle indicaram causas especiais, como a Figura 2, justificados devido às condições climáticas desfavoráveis, como ventos fortes e chuvas. Essas causas comprometem a segurança dos trabalhadores, bem como a danificação dos equipamentos elétricos e postergam a realização de manobras em equipamentos de subestações.

Como é uma atividade de extrema relevância, pois a empresa é submetida a cumprir metas estabelecidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica, como por exemplo, os índices de qualidade e indicadores de confiabilidade de sistema elétrico. Essas inspeções em campo pelas equipes, proporcionam a identificação de não conformidades para a geração de ordem de serviços de manutenção em linhas de transmissões e subestações. Ao executarem essa atividade em um tempo padrão diferente do planejado, conseqüentemente postergam as programações de serviços, e em casos extremos, poderá impactar em manter o fornecimento contínuo de energia aos seus respectivos consumidores.

## 5. Conclusões

A análise do tempo padrão contribuiu para aplicar estratégias, possibilitando uma mensuração dos tempos das atividades, exigindo aos responsáveis pelas equipes, possuírem hábitos de identificar os problemas raízes constantemente através da estatística.

A análise realizada pelos gráficos pertencentes às ferramentas da qualidade, necessariamente o CEP, identificou discrepância devido a causas especiais expostas pelo diagrama de causa e efeito, como por exemplo, presença de chuva, refletindo em tempo ocioso. A linha central (média) do CEP contribui para identificar o perfil de tempo de execução por atividade que se mostrou bastante diferente do TPP.

Sendo evidente verificar que, o TPP é indevido e incomum para a realidade, recomendando-se realizar novas medições das atividades em intervalos anuais e rever a quantidade de pessoas por equipe, para propor novas metas de eficiência e produtividade coerentes com a realidade da empresa.

Sendo necessário que os responsáveis pelas equipes possam propor ações, como direcionar as equipes a executarem atividades internas a empresa que agregam valor a produtividade, quando novamente as causas de condições climáticas surgirem. Isso foi possível, mediante ao *feedback*, a divulgação do objetivo e aplicação do *brainstorming* com os envolvidos no processo, com o intuito de difundir seus conhecimentos e visões, para posteriormente selecionar as causas mais relevantes. Portanto, este estudo de caso forneceu resultados para auxiliar os responsáveis a propor ações para evitar tempos improdutivo no processo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. M. D.; SOUZA, I. M. F.; REGINA, C. **Gestão do conhecimento para tomada de decisão**. São Paulo, Atlas, 2011.
- BAYOD, Renan Sartori. **Análise do sistema de medição em uma linha produtiva de rodas**. 2012. Disponível em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118248/bayod\\_rs\\_tcc\\_guara.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118248/bayod_rs_tcc_guara.pdf?sequence=1). Acesso em: 07 de maio de 2016.
- CAMAROTTO, J. A. PROJETO DO TRABALHO: **Métodos, tempos, modelos, posto de trabalho - Notas de Aula**. 2007. Disponível em: [http://www.simucad.dep.ufscar.br/simucad/proj\\_trabalho/Apostila-Tempos%20e%20Metodos-2007.pdf](http://www.simucad.dep.ufscar.br/simucad/proj_trabalho/Apostila-Tempos%20e%20Metodos-2007.pdf) > Acesso em: 29 de abr. 2016.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e técnicas**. 2ª Ed. São Paulo. Editora Atlas. 2012.
- CRUZ, M. J. **Melhoria de tempo padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Monografia submetida à coordenação de curso de engenharia de produção da Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora, Minas Gerais – 2008.
- FIGUEIREDO, F. S. J.; OLIVEIRA, T. R. C. & SANTOS, A. P. B. M.; **Estudo de tempos em uma indústria e Comércio de calçados e injetados LTDA**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.
- JUNIOR, I.F.B.T. **Tempos e Métodos. Série Racionalização Industrial**. Editora ItysFides Bueno de Toledo Jr. e CIA. LTDA, 1989.
- MICROSOFT EXCEL, 2010.
- MINITAB. Methods and Fórmulas. **MINITAB Programa Estatístico**, versão 14 para Windows, Pennsylvania: State College, 2003.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização & métodos: uma abordagem gerencial**. São Paulo: Atlas, 13a Ed, 2002.

PALADINI, E. P. & CARVALHO, M. M. **Gestão da Qualidade - Teoria e Casos**. 2ª Ed. LOCAL. Editora CAMPUS, 2002.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática: Implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. 2ª Ed. São Paulo. Editora Atlas. 1997.

ROTONDARO, R. G.(Coord.) et al. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviço**. 1ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

WILD, R. **Concepts for operations management**. Inglaterra: John Wiley & Sons, 1981.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 17 2ª Ed. Porto Alegre, Editora Bookman, 2001.