

ESTUDO DE CASO EM UMA CERVEJARIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO UTILIZANDO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

CASE STUDY IN A BREWERY IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO USING STATISTICAL PROCESS CONTROL

Danielle Ferreira dos Santos^{1,2}, Bruno Ricardo Viana¹, Rafael Cezar Menezes¹

¹CCT – UNIFESO, ²Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Resumo

A indústria cervejeira no Brasil sempre teve representativa importância na criação de novos polos econômicos, integrando as regiões e desenvolvendo-as. O estudo em questão foi desenvolvido e aplicado numa indústria de bebidas do Estado do Rio de Janeiro. O estudo tem como base a utilização e aplicação do Controle Estatístico do Processo (CEP). Será avaliado o processo de envasamento de cerveja, sendo o processo estratificado através de gráficos. Com os resultados dos gráficos será possível analisar o processo, possibilitando assim identificar e sugerir oportunidades de melhorias para o mesmo. Para análise do processo será utilizado o Controle Estatístico de Processo e Cartas ou Gráfico Controle. Para identificação de causas especiais, utilizou-se as principais ferramentas da Qualidade.

Palavras chave: Cerveja, Qualidade, Controle Estatístico de Processo.

Abstract

The brewing industry in Brazil has always had a significant importance in the creation of new economic poles, integrating the regions and developing them. The study in question was developed and applied in a beverage industry in the State of Rio de Janeiro. The study is based on the use and application of Statistical Process Control (SPC). The process of beer bottling will be evaluated, and the process will be stratified through graphics. With the results of the graphs, it will be possible to analyze the process, thus identifying and suggesting opportunities for improvement. For the analysis of the process will be used the Statistical Control of Process and Charts or Control Chart. For identify special causes, the main quality tools were used.

Keywords: Beer. Quality. Statistical Process Control.

Introdução

A indústria cervejeira exerce um papel importante na economia Brasileira, sendo responsável pela criação de novos polos econômicos, pela formação de empregos e contribuindo consideravelmente pelo crescimento do país, além de coadjuvar com 1,6% do PIB Brasileiro em 2015 (CERVBRASIL, 2016).

Para que a qualidade de um processo seja atendida é imprescindível fazer uso das Ferramentas da Qualidade para a melhoria contínua do processo. As ferramentas da Qualidade foram concebidas para auxiliar e facilitar no auxílio da identificação e solução dos problemas. Tais ferramentas analisam fatos e dados quantitativos ou elementos qualitativos

que proporcionam uma tomada de decisão fidedigna. Estas tomadas de decisões podem ser cruciais para sanar problemas no processo, relacionados à qualidade. (CARVALHO; ABREU; ALVES, 2015).

O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma poderosa ferramenta que auxilia no monitoramento, gerenciamento, análise e na melhora do processo através de métodos estatísticos. O principal objetivo do CEP é obter um detalhamento aprofundado do processo, com a perspectiva de apurar a variabilidade do processo, sendo essas variabilidades resultantes de causas comuns ou causas especiais.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o estado do processo da linha estudada, por meio da utilização de gráficos de controle,

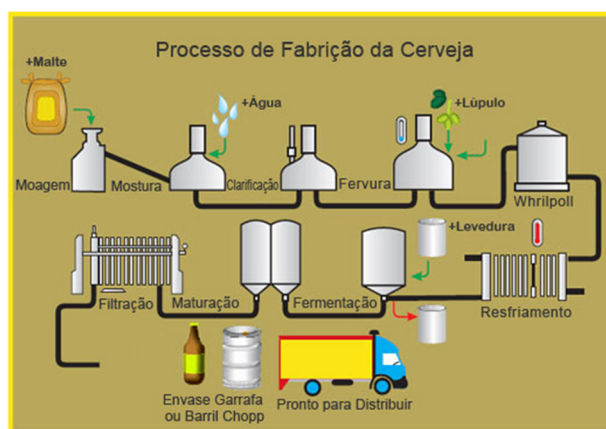
buscando mensurar e qualificar as variáveis incidentes no processo de envasamento de cerveja, monitorando especificamente o percentual de Gás Carbônico dissolvido presente na garrafa de cerveja. Também será realizado estudo para verificar a capacidade do processo, ou seja, o quanto o processo será capaz de produzir atendendo as especificações pré-estabelecidas. O estudo em questão foi desenvolvido e aplicado em uma linha piloto de uma cervejaria do Estado do Rio de Janeiro.

Processo de produção da cerveja

O processo produtivo da cerveja pode ser agrupado pelas seguintes etapas: fabricação do mosto, fermentação, maturação, filtração e engarrafamento. Não se considera o processo de malteação, pois, poucas cervejarias produzem seu próprio malte e na sua grande maioria compram o malte pronto para a produção de cerveja (KUNZE, 2006).

O processamento industrial de cerveja pode ser desmembrado em oito operações essenciais: moagem do malte; mosturação; filtração do mosto; fervura do mosto; tratamento do mosto (remoção do precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; maturação/clarificação e envasamento (CURI, 2006). A Figura 1 ilustra as diferentes etapas para a fabricação de cerveja.

Figura 1: Processo de produção da cerveja



Fonte: Bierebeer, 2016.

Controle estatístico de processo (CEP)

O Controle Estatístico de Processo (CEP) reúne ferramentas para o monitoramento da qualidade, primeiramente se faz uma coleta continuada de dados amostrais, realizando assim, a análise destes dados e interpretação. Com o auxílio de ferramentas da Qualidade, se faz uma descrição detalhada do comportamento do processo, podendo identificar a variabilidade dos processos, possibilitando realizar todo controle sobre o processo, identificando possíveis causas e criando ações para sanar ou diminuir tais causas que são responsáveis pela instabilidade do processo (LIMA et. al, 2006).

Basicamente o CEP reúne técnicas que analisam todas as alterações no processo produtivo, determinando a frequência que ocorre e o mais importante, auxilia para determinar a origem e natureza do problema. A análise dessas alterações é fundamental, sendo feita através da mensuração das variáveis relevantes ao processo, podendo também ser feita através do número de defeitos por peças ou grupo de peças e pelo número de peças defeituosas por amostra, os resultados são expressos em termos absolutos ou relativos (PALADINI et al., 2012).

Com a implantação do CEP, podem-se ter melhores processos de produção, diminuindo a variabilidade, propiciando melhorias imediatas e de longo prazo na qualidade dos resultados na produção, consequentemente melhorando produtos ou serviços e junto com as melhorias dos processos, podem vir menores custos para produção (PALADINI et al., 2012).

São inúmeros os benefícios que o CEP traz para o processo, segundo Soares (2001) dentre eles estão:

- Amplo conhecimento do processo;
- Aumento da produção;
- Redução do custo unitário;
- Diminuição de produtos defeituosos e refugo;
- Economia na utilização de insumos;
- Redução dos GAP's na produção;

- Redução de atrasos no processo produtivo;
- Satisfação dos clientes, com isso, menor número de reclamações.

Estudo de caso

A empresa estudada trata-se de uma indústria do ramo cervejeiro, fundada no ano de 1994, está presente em quase todo território nacional, através de sete fábricas espalhadas pelo Brasil e centros de distribuição.

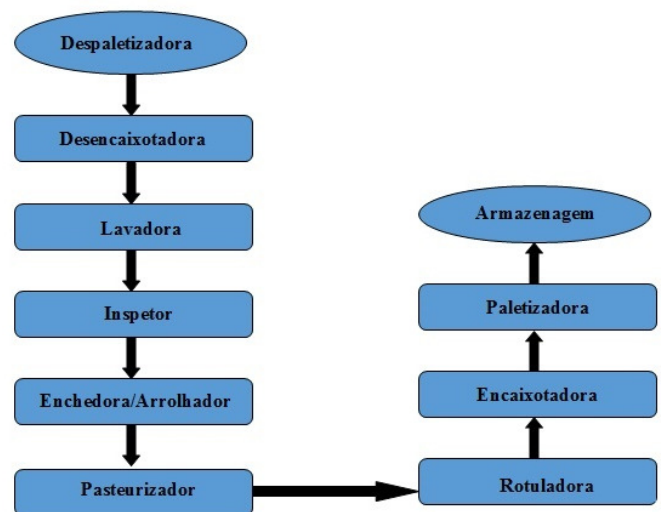
Descrição do processo estudado

O enfoque deste estudo foi a aplicação dos Gráficos de Valores Individuais e de Amplitude Móvel a partir do monitoramento de processos no setor de Envasamento.

Santos (2005) salienta que no setor de envasamento ocorrem as maiores perdas na produção, também é o processo que exige maior contingente. Nesta fase é necessário extremo cuidado para que não ocorra perda de gás carbônico do produto, bem como o contato da cerveja com oxigênio, tais ocorrências podem comprometer a qualidade do produto. Na fábrica em questão existem cinco linhas de envasamento de cerveja, sendo três linhas de envasamento de latas e duas linhas de envasamento de garrafas, o objeto de estudo será uma linha de garrafa que é responsável por grande parte da produção da unidade, em torno de 40.000 garrafas por hora. A fábrica em questão tem capacidade nominal para produção de 2.880.000 de hectolitro de cerveja por ano.

Na Figura 2 foi ilustrado o processo de envasamento de garrafas, do qual foi o objeto de estudo deste trabalho.

Figura 2: Fluxograma do Processo de Envasamento de Garrafas



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Objeto de Estudo e Característica da Qualidade Estudada

O Controle de Qualidade da empresa estudada é responsável por monitorar todo o processo de produção da cerveja, desde a matéria-prima até o produto acabado, o Controle de Qualidade é responsável por realizar as análises das características da qualidade que impactam de certa forma na qualidade do produto em elaboração ou no produto acabado.

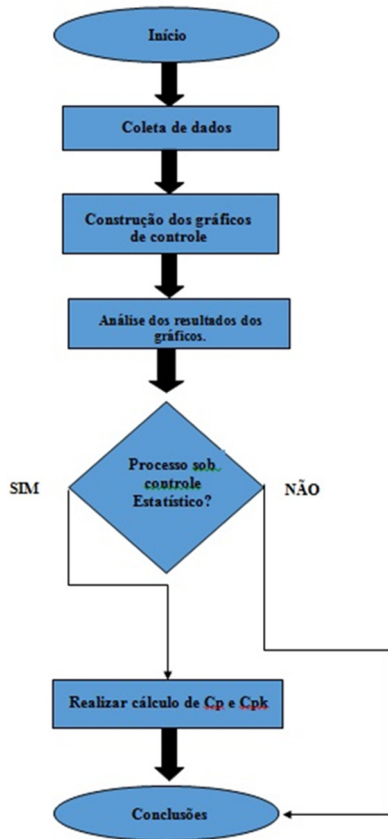
Descrição dos Métodos de Pesquisa

São aplicadas quatro etapas metodológicas de pesquisa, como pode ser observado na Figura 3. A primeira etapa trata da coleta de dados junto à empresa. Na sequência, tem-se a elaboração dos Gráficos de Controle para Valores Individuais e de Amplitude Móvel. Os resultados obtidos são analisados, sendo verificado se o processo está ou não sob controle estatístico. Se o mesmo estiver sob controle estatístico será realizado o cálculo dos índices de C_p e C_{pk} .

O Controle de Qualidade realiza as análises de acordo com o Plano de Amostragem que é executado em concordância com a frequência analítica para cada fase do processo de produção de cerveja. A frequência analítica

é definida pelo Laboratório corporativo do grupo, nela estabelece-se quais características devem ser analisadas ou inspecionadas, assim como a periodicidade.

Figura 7: Metodologia utilizada na pesquisa



Fonte: O autor, 2017.

Após a obtenção dos gráficos foi possível realizar a análise dos índices e verificar se o

processo estudado está sob controle estatístico e correção dos pontos falhos do processo.

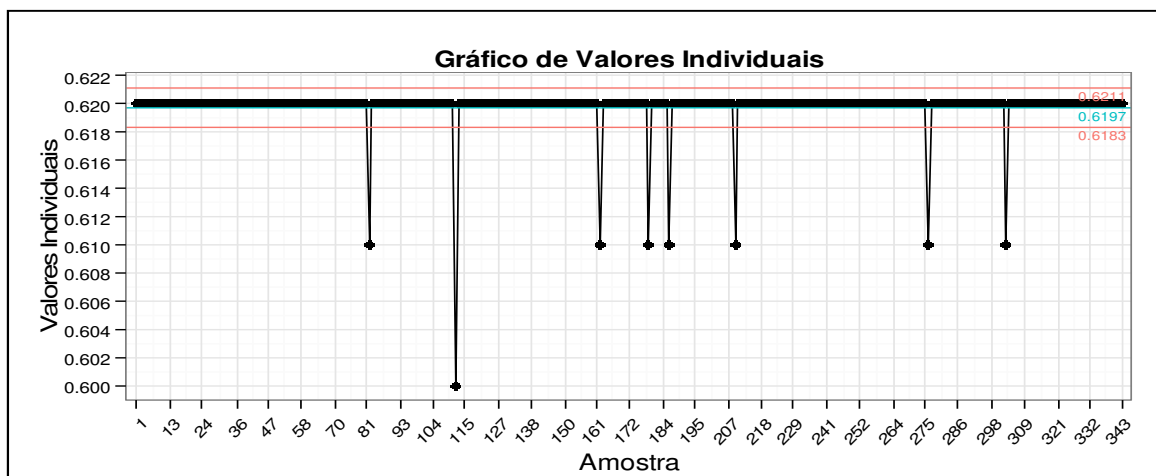
Resultados e discussão

Foi realizada a coleta das amostras de bicos aleatórios, pois o modelo da enchedora utilizado não possibilita a identificação de qual bico de enchimento é oriunda a garrafa. Outro ponto importante é saber que existe um padrão mínimo e máximo para a característica da qualidade estudada, pré-estabelecido pelo Controle de Qualidade, onde a faixa de trabalho permitida do CO₂ é de 0,58% até 0,62% na garrafa, independente do volume.

De acordo com as Figuras 4 e 5 de valores individuais e de amplitude móvel observa-se que o processo segue um comportamento instável, pois há pontos fora dos limites de controle. No gráfico de valores individuais, existem oito amostras fora dos limites de controle e a mesma quantidade foi encontrada para o gráfico de amplitude móvel. Os resultados apresentados nos gráficos evidenciam que existem causas especiais atuando no processo e estas têm de ser corrigidas.

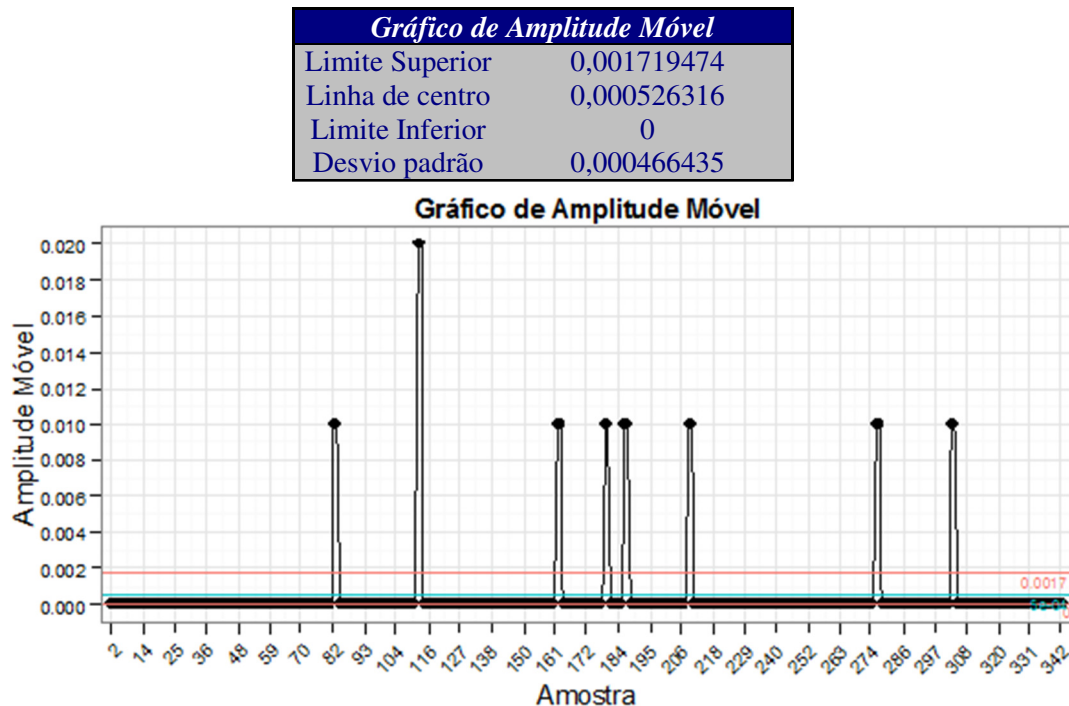
Figura 4: Gráfico de valores individuais

<i>Gráfico de Valores Individuais</i>	
Limite Superior	0,621136914
Linha de centro	0,619737609
Limite Inferior	0,618338305



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Figura 5: Gráfico de amplitude móvel



De acordo com os gráficos de valores individuais e de amplitude móvel observa-se que o processo segue um comportamento instável, pois há pontos fora dos limites de controle. No gráfico de valores individuais, existe oito amostras fora dos limites de controle, mesma quantidade foi encontrada para o gráfico de amplitude móvel. Os resultados apresentados nos gráficos indicam que existem causas especiais atuando no processo e estas têm de ser corrigidas imediatamente.

Outro ponto relevante no gráfico de valores individuais é que não existe variabilidade no processo da característica estudada, pois 97,66% dos resultados apresentados no gráfico de valores individuais estão concentrados próximos ao Limite Superior Especificado, vale ressaltar que o valor máximo aceitável pelo Controle de Qualidade da unidade para o CO₂ na garrafa é de 0,62%.

Gráfico Controle após Implantação das Melhorias no Controle de Qualidade

Após a aplicação de técnicas como Brainstorming, 5 Porquês, Diagrama de Causa

e Efeito para identificação das causas especiais, ficou evidente que o processo de envasamento de cerveja é sensível a diversos fatores passíveis de alteração nos resultados do CO₂ na garrafa.

Primando por sequenciar os elementos de maior impacto na problemática, os elementos de: mão de obra, método de execução das tarefas, maquinário e meio ambiente foram determinados por possuírem forte ligação intrínseca na etapa de envasamento e, conseqüentemente, interferindo na concepção final do resultado. Dessa forma, o descumprimento de instruções de trabalho, a falta de treinamento, a ausência de supervisão, métodos obsoletos podem ser possíveis agentes causadores das causas especiais.

Com base nas causas identificadas e analisadas, foram implementadas melhorias para o processo estudado com o intuito de mitigar ou anular os problemas identificados.

De acordo com os gráficos de valores individuais, Figura 6, e de amplitude móvel, Figura 7, observa-se que o processo segue comportamento estável, pois, em ambos os gráficos não há pontos fora dos limites de controle e ocorre uma variação normal, inerente ao processo. Pode-se afirmar que o processo

está sob controle estatístico. Isso indica que as causas especiais que estavam atuando no processo foram eliminadas, com isso, há

somente causas comuns atuando no processo de envasamento da cerveja.

Figura 6: Gráfico de Valores Individuais (Pós Melhorias)

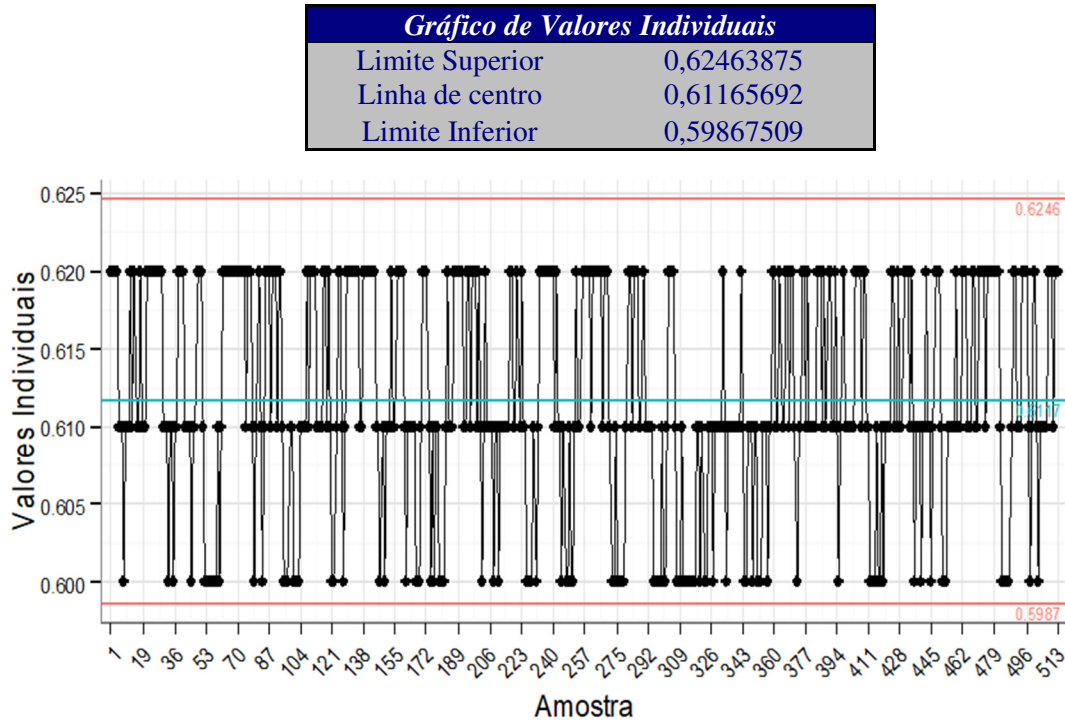
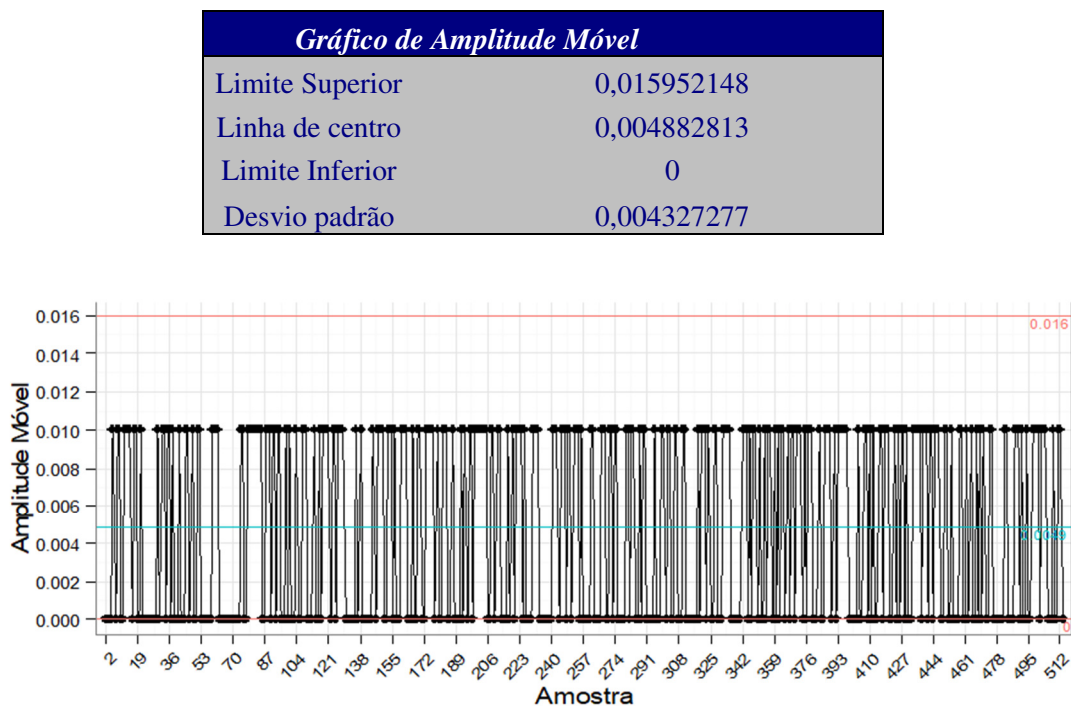


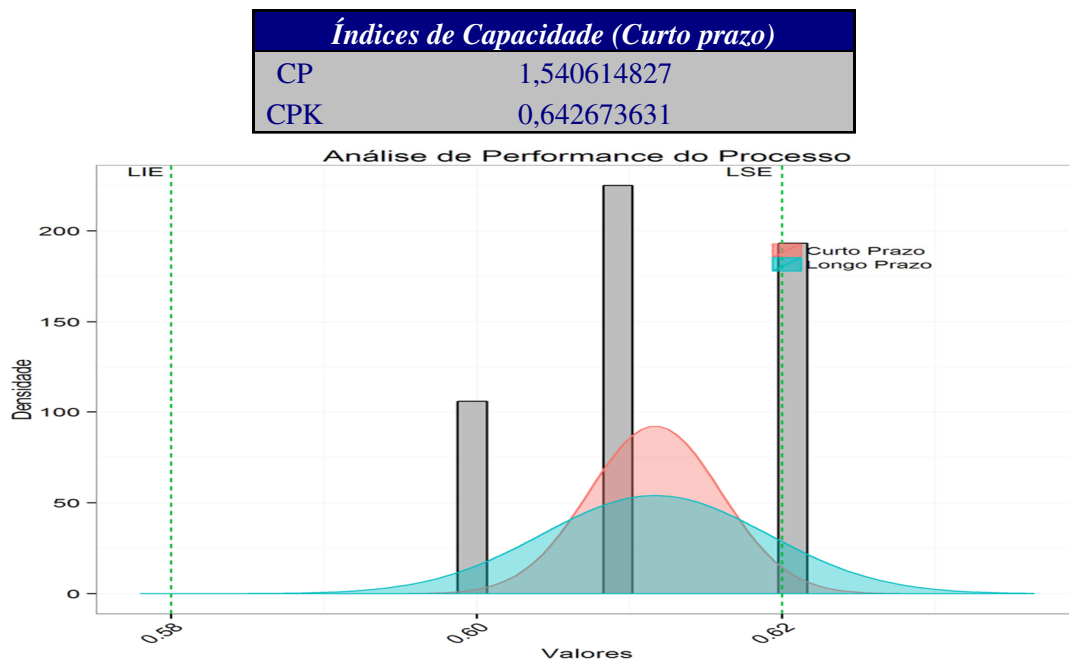
Figura 7: Gráfico de Amplitude Móvel (Pós Melhorias)



Com o processo sob controle estatístico, foi possível realizar os cálculos dos índices de capacidade do processo (Cp e Cpk). A partir destes resultados pode-se saber quanto o

processo consegue produzir atendendo as especificações pré-estabelecidas, conforme Figura 8.

Figura 8: Gráfico de Índices de Cp e Cpk



O índice de Cp apresentou resultado de 1,54, diante disso, pode-se concluir que o processo é totalmente capaz de atender as necessidades de produzir garrafas com o menor número de defeito possível para esta característica, onde o mesmo tem capacidade de produzir de acordo com os limites de especificações pré-estabelecidos.

O índice de Cpk apresentou resultado de 0,64, indicando que o processo não está totalmente centrado, aponta que o processo está fora de alvo, porém isso não impacta na capacidade do processo ser totalmente capaz. É necessário realizar ajuste fino nas causas comuns para que o eixo fique centrado próximo a média, por que o índice de capacidade Cpk leva em conta não somente a variabilidade do processo, mas também sua localização com respeito aos limites de especificação.

Conclusão

A utilização do Controle Estatístico foi essencial para avaliar um determinado processo e de detectar possíveis alterações que possam estar prejudicando o processo.

Diante do Controle Estatístico percebeu-se a princípio que não havia nenhum histórico de dados estatísticos do processo, nem as principais causas que poderiam incidir no processo para ocasionar instabilidade no mesmo. Então foi realizado um estudo preliminar do processo através dos gráficos de controle, onde de acordo com os gráficos de valores individuais e de amplitude móvel para identificar que haviam pontos fora de controle estatístico.

Com a estabilidade do processo foi possível realizar estudo de capacidade do processo, onde o valor apresentado de Cp foi bastante satisfatório, podendo afirmar que o

processo é totalmente capaz de atender as necessidades de produção com menor número de defeitos possíveis para o estudo de caso deste trabalho.

Os ganhos qualitativos que o processo obteve com o estudo são imensuráveis, pois a Qualidade reflete a imagem da empresa no mercado e para os clientes, além de quando se tem o processo controlado estatisticamente, o gestor sabe onde agir de acordo com os resultados gerados.

Podem-se obter também outros ganhos com o CEP, como: diminuição de perdas por defeito de fabricação, diminuição dos índices de reclamação referente a característica estudada, conhecimento de todos os fatores incidentes no processo e otimização do uso dos recursos e dentre outros.

Referências

- CARVALHO, W. J. S.; ABREU, E. de S.; ALVES, M. C. P. **Análise e aplicabilidade de ferramentas básicas da qualidade como auxílio na melhoria do processo produtivo: estudo de caso em uma indústria de confecção.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015. Fortaleza. Anais... Fortaleza: [S. L.], 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_228_28201.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2016.
- CERVBRASIL (Associação Brasileira da Indústria Cervejeira). **Anuário 2015.** Disponível em < http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2016.
- CURI, R. A. **Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte.** 2006. 123f. Tese de Doutorado (Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Federal Paulista, Botucatu, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101727>>. Acesso em: 08 nov. 2016
- KUNZE, W. **Tecnologia para cerveceros y malteros.** 1.ed. Berlín:VLB Berlin, 2006.
- LIMA, A. A. N. et al. Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.** [S. L.] v. 27, n.3, p.177-187, 2006. Disponível em: < http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewFile/380/364 >. Acesso em: 25 nov. 2016.
- PALADINI, E. S. **Gestão da qualidade: teoria e caos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- SANTOS, M. S. dos. Produção de cerveja. In _____ . **Cervejas e refrigerantes.** 21 ed. São Paulo: CETESB, 2005. p. 16. Cap 3.
- SOARES, G. M. de V. P. de P. **Aplicação do controle estatístico de processos em indústria da bebidas: um estudo de caso.** 2001. 146 p. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82229>>. Acesso em: 08 nov. 2016.