



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO NO PROCESSO DE CALEAÇÃO DA FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR

CHESCA, AC¹ LEITE LMF¹ e LIMA EAP¹

¹ Universidade de Uberaba, Mestrado Profissional em Engenharia Química
E-mail para contato: euclidesapl@yahoo.com.br

RESUMO – O trabalho apresenta o estudo de caso de uma indústria sucroalcooleira, o qual tem como objetivo a implantação do Controle Estatístico do Processo e otimização do mesmo por meio do ciclo PDCA em uma usina de açúcar e álcool sob o processo de caleação. A partir dos resultados obtidos nas cartas de controle, um estudo foi iniciado, utilizando ferramentas de qualidade, sobre cada variável crítica. A partir de então, houve o acompanhamento diário no setor em estudo, analisando pontos críticos de interferência direta ao processo. Por fim ações para correção e otimização de operação foram sugeridas e grande parte implantadas. Espera-se que ao final da implantação das ações o processo esteja apto a atender às perspectivas de qualidade máxima do produto final.

1. INTRODUÇÃO

O Controle Estatístico do processo (CEP) é uma ferramenta de otimização relacionada à melhoria contínua do processo que tem por objetivo aumentar a produtividade e reduzir perda.

A proposta de implantação do controle estatístico aplicado a este setor surgiu após a constatação que uma grande variação ocorria no pH, deixando-o fora dos parâmetros por vários dias. O trabalho apresentado foi direcionado com base no ciclo PDCA, técnica composta por quatro fases, planejar, executar, verificar e atuar de forma corretiva, que visa o controle do processo atuando de forma contínua para a gestão de atividades, trazendo melhorias de forma eficiente, padronizando informações de controle de qualidade e facilitando o entendimento das atividades de controle dos processos.

Uma das formas de apresentação de resultados do CEP é por meio das cartas de controle, que são representações gráficas. Seus benefícios podem ser descritos em: servem aos operadores para o controle contínuo de um processo; ajudam o processo a ter desempenho consistente e previsível; permitem que o processo alcance melhor qualidade e menor custo por unidade; fornecem uma linguagem comum para a discussão do desempenho do processo e distinguem as causas especiais de variação das causas comuns, como guia para ações locais ou sobre o sistema.

1.1. O Processo de Fabricação de Açúcar e o Processo de Caleação

O processo de fabricação de açúcar é uma operação contínua composta por várias etapas, sendo elas: Extração, Tratamento de caldo, na qual encontra-se o processo de caleação,



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

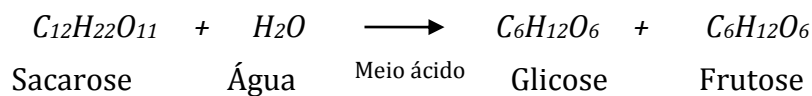


XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

Evaporação, Cozimento e Centrifugação, dando ao açúcar e mel final como subproduto.

A caleagem ou caleação é um processo utilizado na fabricação de todos os tipos de açúcar como uma forma de obtenção de um produto de boa qualidade. Consiste na adição de leite de cal a 7º Bé no caldo com objetivo de inibir a inversão da sacarose em glicose e frutose e precipitar as impurezas do caldo (Rein, 2013).

A principal consequência da baixa dosagem de cal é a perda de sacarose por inversão e aumento da cor do açúcar devido à decomposição dos açúcares redutores. Inversão é definida como a hidrólise da sacarose em frutose e glicose, açúcares denominados redutores. A sacarose quando em meio ácido e calor é facilmente hidrolisada de acordo com a reação (Hugot, 1969):



Já a dosagem excessiva cal causa além da destruição dos açúcares redutores, a formação de produtos de decomposição dos ácidos e sais solúveis de cálcio e favorece a existência de cálcio no caldo clarificado (Rein, 2013).

1.2. Controle Estatístico do Processo – CEP

No controle estatístico do processo ações são tomadas para prevenir que características importantes para o processo variem em relação aos seus valores-alvos, garantindo estabilidade e confiança do processo. Para que o objetivo seja alcançado, todas as mudanças devem ser monitoradas e acompanhadas com detalhes e então adequadas de acordo com a necessidade do processo e para tal são empregadas as cartas de controle, compostas por gráficos de pontos sobre um processo ou variável que, a partir do qual interpreta-se a capacidade do processo. Para distinguir um processo estável de um processo não estável é realizada uma análise das cartas de controle com objetivo de detectar causas especiais atuantes no processo. Para averiguar se o processo está fora do controle são aplicadas regras gerais do Controle Estatístico do Processo (Werkema, 2006).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção de uma boa qualidade do produto final (açúcar), e um bom desempenho dos processos posteriores à caleação a indústria em estudo estipulou que o pH desejável do caldo caleado tenha valor aproximado de 7.4, com uma tolerância de 0,2 para mais ou menos, com este pH o processo está sob controle, com o rendimento e parâmetros desejados.

O presente projeto apresenta uma pesquisa exploratória desenvolvida em uma indústria do setor sucroalcooleiro a partir do ciclo PDCA, tendo início na fase “Verificar” (*Check*), uma vez que primeiramente o problema foi checado. O estudo contemplou dados dos meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2012, com duração de três meses, tendo início em janeiro e término em maio de 2013.

Na primeira etapa (verificar), foi implantado o controle estatístico, a partir do resultado iniciou-se o estudo das variáveis atuantes no processo, com o auxílio do diagrama de causa e efeito e criou-se um plano de ações corretivas imediatas. Na segunda etapa (atuar), foram

implantadas as ações propostas no plano de ação. Na terceira etapa (planejar), foi realizado um estudo mais aprofundado das ações necessárias para controlar e gerenciar o processo de forma eficaz. Por fim, na quarta etapa (executar), foi revisado e consolidado o plano de ação, implantando ações para gerenciamento e treinamentos operacionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados dados de análises laboratoriais de pH do caldo caledado durante os meses de Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, então foram geradas as cartas de controle do processo e calculado o índice de capacidade do processo. Para cada dia três amostras foram coletadas em diferentes horários.

3.1. Cartas de Controle

Perante a realização dos cálculos, foram plotadas as cartas de controle para o mês agosto, setembro, outubro e novembro. A Figura 1 apresenta a carta de controle gerada para o mês de agosto. Admitindo o Valor de Especificação (valor ótimo de operação do pH do caldo caledado) igual a 7,4, foram obtidos por meio de cálculos os Limites das cartas, sendo eles Limites Superior e inferior de Especificação (LSE e LSI respectivamente) igual a 7,60 e 7,20 respectivamente, Limite de Controle (LCS) igual a 7,38 e Limites Superior de Controle e Inferior de Controle (LICX e LSCX respectivamente) igual a 9,88 e 5,87 respectivamente. Os limites de controle indicam a tolerância máxima e mínima estipuladas pelo processo e pelo desvio padrão, além de indicar, a partir do LCX a média entre valores de pH obtidos nas amostragens.

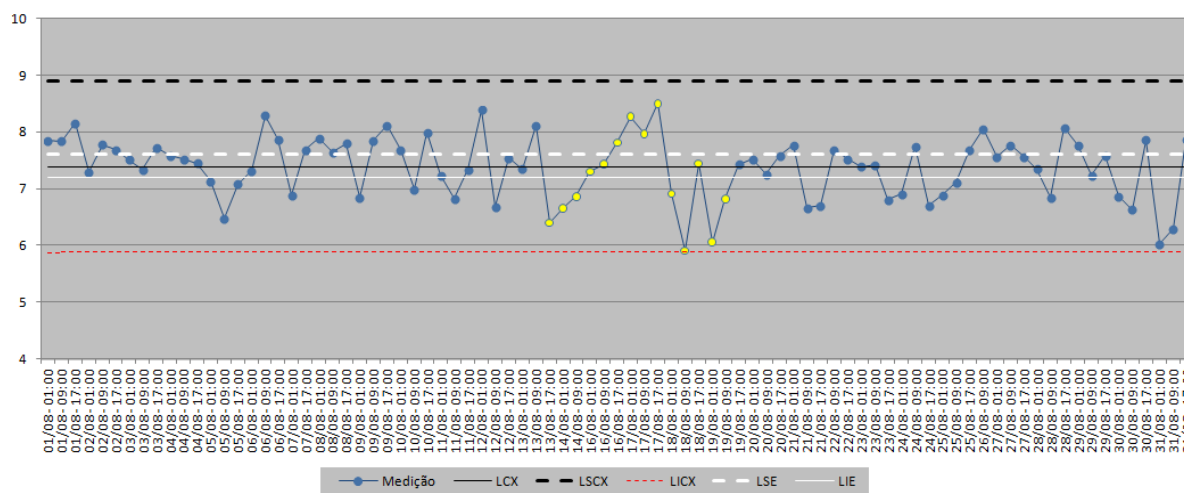


Figura 1 – Carta de controle CEP – Mês de Agosto.

Para interpretação das cartas de controle são aplicadas regras para definição de causas especiais de não conformidades do processo, observa-se diante do gráfico que nos pontos em amarelo o processo se mostrou fora da especificação, se enquadrando em duas das oito regras de definição de causa especial, sendo essas definidas como “Seis pontos consecutivos aumentando ou diminuindo” e “Dois em três pontos sucessivos de um mesmo lado da linha central e fora da região compreendida pelo intervalo de ± 2 sigma.



XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP



XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

Assim como no mês de agosto, as cartas geradas no mês de setembro, outubro e novembro também apresentaram momentos em que o processo se mostrou fora de controle, em todos estes momentos ações foram tomadas para a regularização do processo.

3.2. Ações Corretivas e Preventivas

Ao final da aplicação das cartas de controle no processo foi realizado um estudo de variáveis utilizando o diagrama de causa e efeitos e elaborado um plano de ação final para ações de curto, médio e longo prazo. Entre as ações destacam-se contratação de funcionários para o setor “Casa de Cal”; Definição de rotina para preparo do leite de cal, respeitando as normas de preparo; Implantação do controle de limpeza e calibração dos eletrodos; Inserção de inversores nas bombas de cal; Inserção de balanças de pesagem de cal.

4. CONCLUSÕES

O Controle Estatístico do Processo é uma ferramenta de grande potencial embasada na qualidade que visa a otimização e eficiência do processo. Seus gráficos de controle permitem ao profissional ter uma visão antecipada em relação à variação de parâmetros, podendo assim, intervir preventivamente ao problema.

As aplicações do controle estatístico e das cartas de controle ao processo de caleação de uma indústria sucroalcooleira indicaram a incapacidade do processo em atender às especificações desejadas. Mediante o resultado insatisfatório de capacidade e controle do processo apresentado pelas cartas de controle, ações foram planejadas e a maioria executada para correção do processo. As ações se mostraram satisfatórias até o presente momento, em que o pH do caldo caleado se mantém na maior parte do dia dentro das especificações do processo, porém novas cartas de controle não foram aplicadas ao mesmo para constatação de sua capacidade.

5. REFERÊNCIAS

WERKEMA MCC, *Ferramentas Estatísticas Básicas Para o Gerenciamento de Processo*. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.

REIN P, *Engenharia do Açúcar de Cana*. Verlag, Dr. Albert Bartens KG, Berlim, Alemanha, 2013.

HUGOT E, *Manual da Engenharia Açucareira*. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1969.

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG e a Universidade de Uberaba - UNIUBE pelo apoio na apresentação deste estudo no COBEQ 2018