

A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA O CONTROLE DE PH E CLARIFICAÇÃO NO TRATAMENTO DE CALDO DA CANA DE AÇÚCAR

CHESCA, AC¹ LEITE LMF² e LIMA EAP³

^{1,2,3} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

RESUMO – Descreve-se no presente trabalho a aplicação de ferramentas de qualidade, tais como Diagrama de Causa e Efeito e Controle Estatístico do Processo integrados ao ciclo PDCA como parte do estudo para obtenção de um processo eficiente de correção de pH do caldo, permitindo assim obter maior eficiência em sua clarificação. Por meio da orientação do ciclo PDCA iniciou-se a coleta de dados e elaboração das cartas de controle, a partir de então, iniciou-se um acompanhamento diário no processo com objetivo de identificar causas comuns e especiais de variação e, por meio destas, elaborar o Diagrama de Causa e Efeito, bem como o plano de ações corretivas e preventivas. No decorrer do projeto foram implantadas ações para aperfeiçoar a operação e novas oportunidades de melhorias foram mapeadas, tais como elaboração de procedimentos operacionais, compra e substituição de equipamentos e contratação de mão de obra. Espera-se que ao final da implantação das ações o processo esteja apto a atender às expectativas de qualidade máxima do produto final.

1. INTRODUÇÃO

O avanço industrial e a crescente competitividade por espaço no mercado induz as empresas a uma competição cada vez mais acirrada em busca de qualidade de produtos. Neste cenário, as ferramentas de qualidade vêm ganhando seu espaço e sendo cada vez mais utilizadas como grande alicerces na conquista pela qualidade total. (Werkema, 2006)

O trabalho surgiu a partir da constatação de uma grande variação do pH do caldo caçado em um longo período de tempo, impactando em maiores perdas no processo por destruição e inversão de sacarose, conseqüentemente baixa eficiência industrial.

O Controle Estatístico do processo (CEP) é uma ferramenta de otimização relacionada à melhoria contínua do processo que tem por objetivo possibilitar um controle eficaz da qualidade em tempo real, permitindo o monitoramento das características de interesse e indicando o momento ideal para tomadas ações de correção e melhoria, por fim, sua proposta é aumentar a capacidade dos processos reduzindo perdas e retrabalhos. (IETEC, 2006)



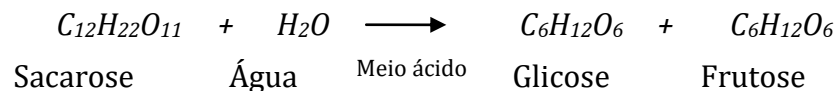
A combinação entre as cartas de controle plotadas e a elaboração do diagrama de causa e efeito permite ao profissional a detecção das causas comuns de variação e causas especiais de variação, apresentando-se com grandes ferramentas para um controle eficiente do processo. Entende-se como causas comuns, as variações que fazem da natureza do processo, estando sempre presentes, podendo ser previstas, estas não representam um processo instável. Já as causas especiais não fazem parte do processo, são imprevisíveis e normalmente catastróficas, representam um processo instável. (IETEC, 2006)

1.1. O processo de correção de pH e decantação do caldo

O processo de decantação do caldo é uma das etapas de maior importância na fabricação de açúcar. No Brasil o principal método utilizado para a clarificação do caldo é a correção do pH por meio da adição de leite de cal, processo chamado Caleação. (Albuquerque, 2011)

A caleação é um processo que consiste na adição de leite de cal no caldo a aproximadamente 8° Bé o qual tem por objetivo a correção do pH do caldo decantado a uma faixa próxima a neutralidade, possibilitando a formação de substâncias insolúveis que se precipitam e a floculação de partículas coloidais, agindo diretamente na redução da cor do caldo e reduzindo perdas por inversão. (Hugot, 1969)

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. (Albuquerque, 2011):



Já a dosagem excessiva de cal causa além da destruição dos açúcares redutores a formação de compostos coloridos e ácidos orgânicos, que irão competir com o fosfato pelo Ca^{++} , prejudicando a clarificação, além de manter no caldo sais de ácidos orgânicos que precipitarão nas caixas de evaporadores. (Albuquerque, 2011)

1.2. O Controle Estatístico do Processo e Diagrama de Causa e Efeito

O Controle Estatístico do Processo é uma importante ferramenta que viabiliza a correta tomada de ação em tempo hábil para que o profissional atue antecipadamente à falha do processo. A interpretação das cartas de controle permite a detecção imediata de um processo tendencioso. Desta forma, para que o processo opere com o mínimo de instabilidade, todas as variáveis devem ser monitoradas e acompanhadas com detalhes e então adequadas de acordo com a necessidade do processo. (Werkema, 2006)

Para distinguir um processo estável de um processo não estável é realizada uma análise das

cartas de controle, para tal, aplicam-se sete regras suplementares. A Tabela 1 apresenta as regras aplicadas na análise das cartas e controle. (IETEC, 2013).

Tabela 1: Regras suplementares para interpretação das cartas de controle.

Regras Suplementares	Definição
Nº 01	O processo apresenta-se fora do controle quando sete ou mais pontos sucessivos encontram-se em um mesmo lado da linha central LCX.
Nº 02	O processo encontra-se fora do controle quando apresenta sete ou mais pontos sucessivos ascendentes ou descendentes.
Nº 03	O processo encontra-se fora do controle quando em um grupo de doze pontos sucessivos, dez apresentam-se em um mesmo lado da linha central LCX.
Nº 04	O processo apresenta-se fora do controle quando em um grupo de quatorze pontos sucessivos, onze se encontram em um mesmo lado da linha central.
Nº 05	O processo apresenta-se fora do controle quando dois em três pontos sucessivos de um mesmo lado da linha central estão fora da região compreendida pelo intervalo de ± 2 sigmas.
Nº 06	O processo apresenta-se fora do controle quando, em um grupo de cinco pontos sucessivos, quatro encontram-se em um lado da linha central e fora da região compreendida entre ± 1 sigma.
Nº 07	O processo apresenta-se fora do controle quando, em certo momento inicia-se uma distribuição anormal dos pontos, ou seja, a distribuição dos pontos que até então se apresentava em certo parâmetro sai deste e apresenta outra distribuição.

Instituto de Educação Tecnológica, 2006.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi orientado com base no ciclo PDCA. Na primeira etapa, “Planejar”, foi elaborado o escopo do projeto, definido nomes para controle de operação e acompanhamento da implantação do controle estatístico e elaboração do diagrama de causa e efeito. Na segunda etapa, “Executar”, os dados foram coletados e as cartas de controle elaboradas, calculou-se os valores de capacidade do processo. A partir de então foi elaborado o Diagrama de Causa Efeito, e ações pertinentes ao processo foram criadas. As ações classificadas em ‘curto prazo’ foram aplicadas e, para as ações classificadas em ‘médio prazo’ foi elaborado um plano de ação. “Na última fase do projeto, ‘Agir’ as ações foram medidas e então se realizou o acompanhamento das cartas de controle novamente, seguindo o ciclo PDCA.

2.2 Características atuais do processo

Para que o processo apresente boa eficiência na decantação é preciso que o caldo esteja a um pH adequado, para tal, diante das condições de operação, definiu-se um pH ideal para o caldo caleado com valor de 7,4, admitindo-se uma tolerância de 0,2 para mais ou para menos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados diariamente durante quatro meses da safra, sendo alimentados nas cartas de controle do processo, a partir da qual calculou-se os índices de capacidade do processo. Para cada dia três amostras foram coletadas em diferentes horários.

3.1. Cartas de Controle

As cartas de controle foram plotada conforme a coleta de dados. Após o fechamento de cada mês foram realizados os cálculos para capacidade do processo. A Figura 1 apresenta uma das cartas de controle gerada. Admitindo o Valor de Especificação (valor ótimo de operação do pH do caldo caleado) 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.

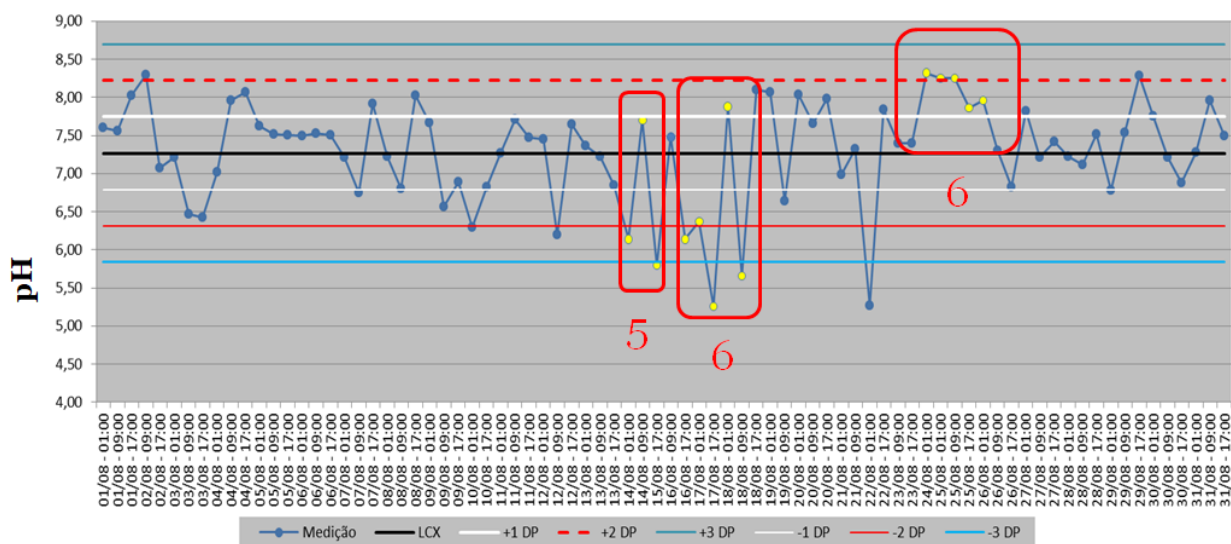


Figura 1: Carta de controle elaborada em um mês de safra

Observa-se diante do gráfico que nos pontos em amarelo o processo se mostrou fora da especificação, se enquadrando em duas das sete regras de definição de causa especial, sendo essas:

- Regra nº 06: Quatro, em cinco pontos sucessivos, de um mesmo lado da linha central e fora da região compreendida pelo intervalo de ± 1 sigmas.
- Regra nº 05: Dois, de três pontos sucessivos, de um mesmo lado da linha central e fora do limite compreendido pelo intervalo de ± 2 sigmas.

3.2. Aplicação Diagrama Causa e Efeito

Diante a aplicação das cartas de controle e após a realização das ações corretivas imediatas foi elaborado o Diagrama de Causa e Efeito para definição das variáveis atuantes no processo e elaboração do plano de ação definitivo. A Figura 2 apresenta o Diagrama de Causa e Efeito elaborado. Entre as ações corretivas e preventivas, 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.



Figura 2: Diagrama de Causa e Efeito

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

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - IETEC – *Controle Estatístico do Processo*. Belo Horizonte. 2013.

ALBUQUERQUE, Fernando Medeiros de. *Processo de Fabricação de açúcar*. Fernando Medeiros Consultoria. 3ª Edição, 2011.