

Benefícios do controle na alimentação de dornas de fermentação alcoólica por sistema de automação

Jaiza Ogliari de Siqueira Barros (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão)

jaizaogliari@outlook.com

Dr. Wyrllen Everson de Souza (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão)

wyrllen.souza@gmail.com

Resumo:

Diante do cenário de grandes dificuldades econômicas vivenciadas pelas empresas na atualidade, vê-se a necessidade do aprimoramento dos processos produtivos. Para o presente artigo têm-se como foco a apresentação dos benefícios proporcionados pelo controle na alimentação de dornas de fermentação alcoólica por sistema automatizado, indicando quais são os fatores-chaves para o processo de fermentação e quais são as características a serem monitoradas para manter o processo com qualidade. A automação no processo de alimentação de dornas foi executada em uma Usina de Açúcar e Alcool na região Noroeste do Paraná e verificou-se que com este processo se obteve ganhos em qualidade e redução de custos.

Palavras-chave: Fermentação, redução-custos, controle de processo

Benefits provided by the control in the vats alcoholic fermentation by the automated system

Abstract

Faced the scenario of big economic difficulties experienced by the companies in the present moment, we can see the necessity of the enhancement of the productive processes. For this present article we have the focus the presentation of the benefits provided by the control in the vats alcoholic fermentation by the automated system, indicating the key factors to the fermentation process and what are the and what are the characteristics to be monitored to maintain the process with quality. The automated system it was executed in a sugar and alcohol plant in the Northwest region of Paraná and can verify that the process obtained gains with quality and cost reduction.

Key words: Fermentation; Cost reduction; Process control.

1 Introdução

O setor sucroalcooleiro está passando por uma crise de grande intensidade, principalmente por conta das dificuldades políticas e socioeconômicas enfrentadas nos dias atuais. Frente a esses problemas, faz-se necessário que as empresas deste segmento adotem estratégias para permanecerem no mercado e possam competir em igualdade com as empresas do setor.

As empresas sucroalcooleiras, segundo Soares (2007), nos últimos 30 anos apresentaram um forte desenvolvimento tecnológico, porém considerando a cadeia produtiva como um todo, a área industrial é a que mais carece de atualização tecnológica.

Embora o processo de fermentação seja um processo desenvolvido, há ainda a necessidade de melhoria em diversos pontos, motivo esse apresentado de forma significativa em muitos estudos sobre o assunto. Daré (2008) enfatiza que há vários estudos na tentativa de melhorar os processos existentes, principalmente no que tange ao aumento da automação do processo, implementação de metodologias analíticas e medidas em linha *online* de variáveis de processo, buscando avanços também na automação e controle das mesmas.

Pensando no cenário atual, a Usina em questão tem investido em inovações tecnológicas, visando à minimização de custos industriais e um aumento na produtividade, mensurado pelo rendimento fermentativo. Um exemplo disso foi a automação na operação de alimentação das dornas, permitindo que houvesse uma alimentação uniforme e proporcionando diversos ganhos durante o processo.

2 Processo de fermentação

Sob o ponto de vista bioquímico, conforme definição de Ernandes & Cruz (2008), o processo da fermentação alcoólica caracteriza-se como uma via catabólica, onde ocorre a degradação das moléculas de açúcar (glicose e frutose), no interior da célula de microorganismos (levedura ou bactérias), até a formação de etanol e gás carbônico.

Segundo Souza (2009) no processo de fermentação a levedura metaboliza o açúcar com o objetivo de conseguir energia química necessária à sua sobrevivência, sendo o etanol somente um subproduto desse processo. Portanto, é necessário conhecer as condições ideais para as leveduras produzirem etanol com maior eficiência.

Para Abitante (2009), a fermentação pode ser separada em três fases distintas, a inicial (preliminar), a tumultuosa e a final. A fase inicial é onde ocorre a multiplicação das leveduras; nesta fase, a levedura consome o açúcar para criar novas células de fermento, sendo uma fase de duração curta. A fase tumultuosa é caracterizada pela elevação da temperatura, formação de espumas e pela efervescência do meio, sendo uma fase com duração muito variada. Quando o meio se torna mais calmo, com a diminuição de espumas, entra-se na fase final, momento em que a temperatura diminui e a levedura atinge seu limite máximo de consumo de açúcares.

De acordo com Amorim (2005), quando a velocidade de alimentação é muito lenta, a fermentação se torna mais demorada e se o enchimento for feito de forma muito rápida, a levedura receberá uma alta carga de açúcar, não conseguindo metabolizar toda essa quantidade e sofrendo o que se chama de estresse osmótico. O autor acrescenta que essa situação faz com que se tenha uma queda no rendimento fermentativo, pois a levedura, por um mecanismo de defesa, desviará açúcar para produzir mais glicerol, em vez de álcool. Por isso, a velocidade de alimentação da dorna precisa ser controlada para que ela não desperdice o açúcar para fabricar glicerol, que não é benéfico ao processo.

Daré (2008), ressalta que o excesso de açúcar exerce efeito de inibição sobre o metabolismo da levedura. A forma de alimentação de mosto nas dornas tem influência direta na eficiência da fermentação, sendo este controle importante para que o processo fermentativo não sofra interrupção ou tenha sua velocidade reduzida por excesso de mosto.

Steinle (2013), acrescenta que o aumento da concentração de açúcares, que pode ser ocasionado por uma alta vazão de alimentação, eleva a velocidade da fermentação, resultando em perdas na atividade metabólica da célula, consequentemente produzindo menos álcool. Essa alta concentração de açúcar, gera na levedura uma perda na viabilidade celular. Portanto, a adoção de um perfil de alimentação adequado reduz o tempo de fermentação e aumenta a eficiência fermentativa, o controle na alimentação pode também levar a uma redução na formação de espumas no processo o que consequentemente proporciona uma redução no consumo de

produto químico evitando o transbordamento da dorna.

Este mesmo autor enfatiza ainda que a concentração de açúcares tem influencia tanto no crescimento das leveduras quanto na produção de etanol. Se o objetivo for a produção de biomassa é conveniente que o processo seja conduzido com baixas concentrações de açúcares. Para o caso da fermentação etanólica, onde o objetivo é a produção de etanol, deve-se encontrar um equilíbrio na alimentação, pois concentrações elevadas de açúcares podem ocasionar elevadas concentrações de etanol no meio fermentativo, podendo reduzir consideravelmente a eficiência da fermentação, pois uma maior quantidade de etanol causa efeito de inibição no metabolismo celular.

Em seus estudos, Neves (2003) acrescenta que uma menor concentração de nutrientes durante o enchimento promove o aumento na velocidade específica de crescimento das células.

Portanto, observa-se a importância de alimentar o fermento na dorna em condições ideais, de modo que não falte ou haja excesso de açúcar para a levedura, já que ambos os casos têm relação direta no rendimento do processo de fermentação.

3 Estudo de caso na Usina

O processo fermentativo na Usina estudada ocorre em batelada, sendo o tempo de alimentação, a vazão do mosto e concentração de °Brix (sólidos solúveis presentes na solução) estipulado pelo engenheiro técnico responsável pela área. Em relação ao °Brix, não existem dificuldades na operação, pois este controle é feito de modo automatizado. Para o controle da vazão de mosto, existe uma válvula única que controla a vazão total na fermentação. Como durante o processo pode-se haver várias dornas necessitando de alimentação ao mesmo tempo, o operador tem de dividir o volume de mosto para as dornas visando atingir o tempo estipulado de fermentação. O fato de não existirem medidores de vazão individuais para cada dorna, ocorre de, em algum momento, haver vazão excessiva ou insuficiente na dorna, haja vista que o operador objetiva o tempo.

3.1 Processo realizado manualmente

Quando a alimentação da dorna acontece de forma manual, o processo de enchimento dá-se basicamente em 210 minutos, aos invés dos 320 minutos necessários como tempo total de alimentação. Conforme se verifica no Gráfico 1, nos últimos 110 minutos, praticamente não houve inserção de mosto na dorna. No início da alimentação a dorna recebeu praticamente a mesma quantidade de açúcar que no meio da alimentação.

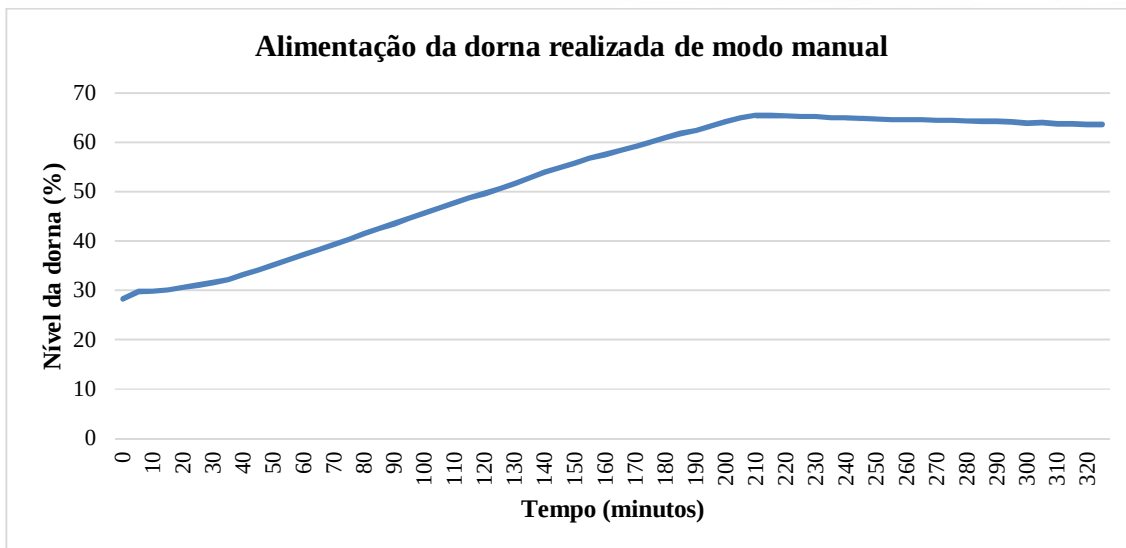


Gráfico 1: Primeiro processo de alimentação manual

O processo apresentado no Gráfico 2 também foi realizado manualmente e a vazão de mosto foi maior no início e no final da batelada. Na fase intermediária, que é onde ocorre a maior transformação de açúcar em etanol, houve uma vazão menor.

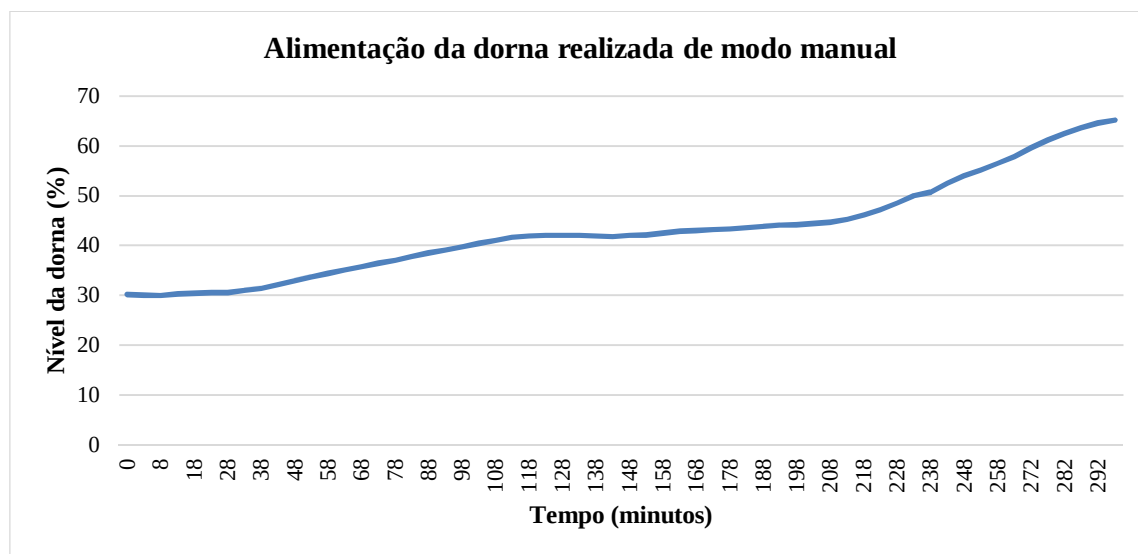


Gráfico 2: Segundo processo de alimentação manual

Além dos problemas mencionados acima, temos ainda a falta de padronização na alimentação, verificados nos Gráficos 1 e 2 onde, para cada batelada, houve uma curva totalmente diferente da outra.

3.2 Processo automatizado

Visando obter uma melhoria no processo de alimentação das dornas, seguindo critérios pré-estabelecidos pela literatura mencionados no item de processo de fermentação, necessitou-se a implementação de um sistema capaz de automatizar todo este processo limitando as intervenções do operador de forma manual.

Para o controle de alimentação das dornas de forma automatizada, utilizou-se um *software* que foi adquirido pela empresa no ano de 2013 e trabalha para a modelagem, simulação e otimização *online* dos processos sucroenergéticos. O suíte, denominado S-PAA, possui três módulos principais, sendo um de gerenciamento e otimização de energia, um de gerenciamento e otimização de processo produtivo e outro de operação em laço fechado, denominado S-PAA *Closed Loop*, que permite que alguns *set-points* sejam definidos automaticamente pelo sistema, agilizando as implementações propostas e estabilizando o processo em um novo patamar de rentabilidade.

A utilização do *software* para controle da alimentação das dornas proporcionou uma operação mais uniforme. Nos Gráficos 3 e 4 observa-se que na fase intermediária (onde ocorre a maior conversão de açúcar em etanol) houve uma vazão de mosto maior que nas fases inicial e final.

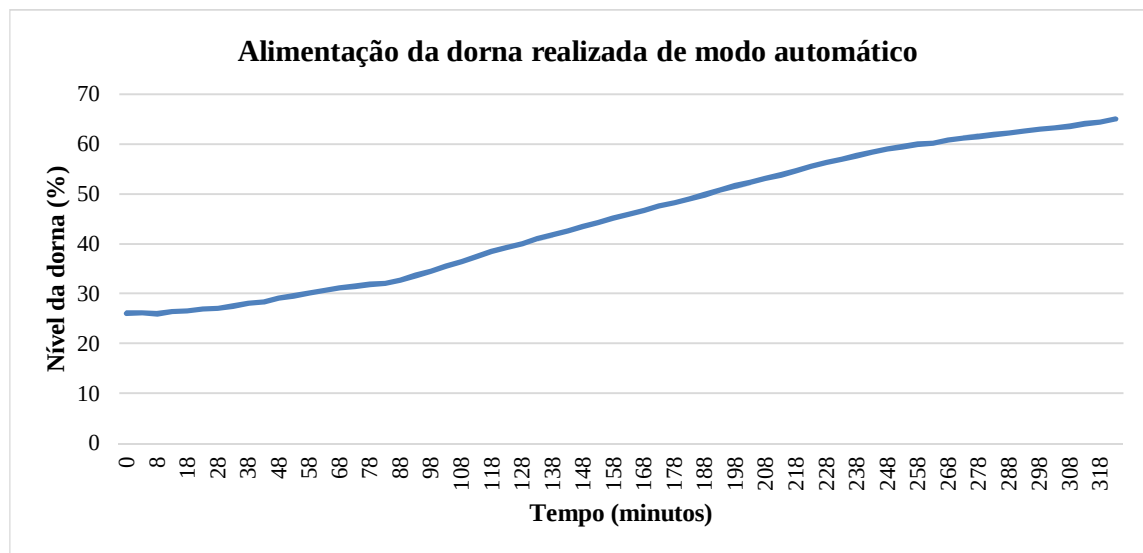


Gráfico 3: Primeiro processo automatizado

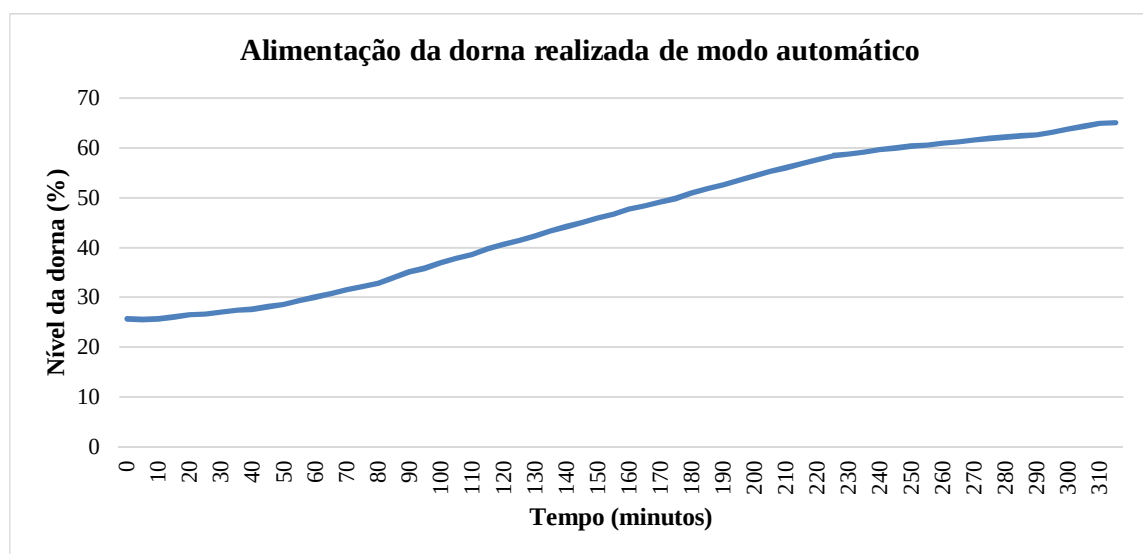


Gráfico 4: Segundo processo automatizado

Ao contrário do modo manual, a operação automatizada ocorre de forma mais parecida com o modelo proposto, no Gráfico 5 (gráfico padrão de alimentação), conforme modelo abaixo.

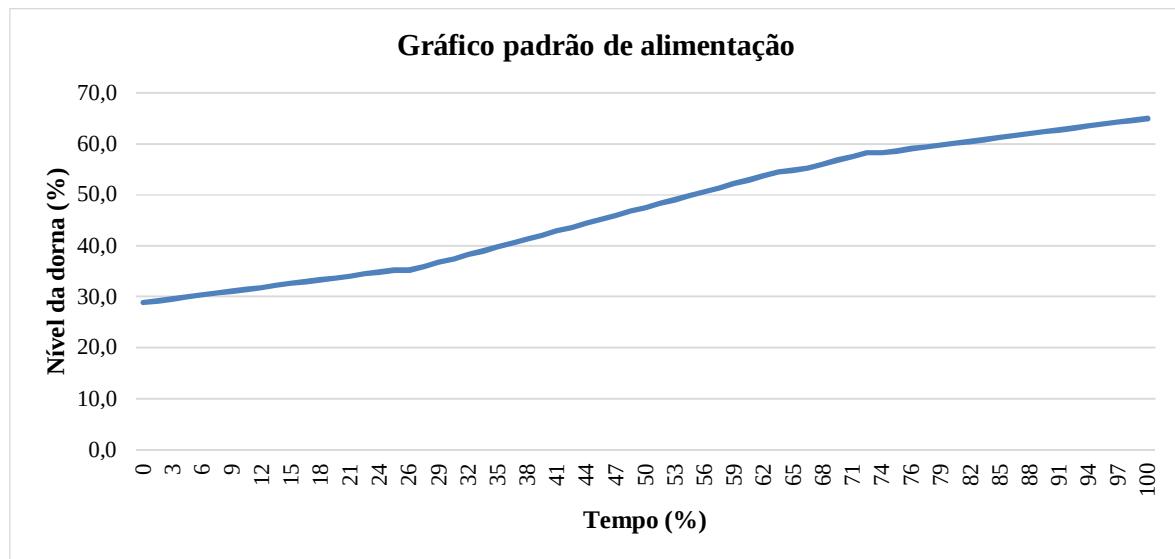


Gráfico 5: Curva de referência

O modelo proposto sugere uma vazão de alimentação dividida em três estágios, onde no primeiro estágio há uma vazão reduzida de mosto para que ocorra a adaptação do fermento ao meio, no segundo estágio há um aumento na vazão de mosto visando uma maior conversão de açúcar em etanol e no terceiro estágio diminui-se novamente a vazão de modo que ao término da alimentação o processo fermentativo esteja praticamente finalizado.

4 Ganhos

Dentre os principais ganhos obtidos com o controle da alimentação merece destaque o controle de temperatura, redução no consumo de produtos químicos e melhoria na qualidade de operação.

Em relação à temperatura, este é um fator de grande importância no processo fermentativo; temperaturas muito altas podem causar enfraquecimento da levedura e alto índice de infecção; e temperaturas muito baixas podem inibir a levedura, fazendo com que não haja uma efetiva fermentação. Para Lima et. al (2009) a temperatura tem influência direta sobre o desenvolvimento da fermentação sendo um dos fatores mais consideráveis nesse processo. A temperatura atingida no processo de fermentação será uma das variáveis responsáveis pela eficiência do processo, diminuindo a infestação microbiana e inativando enzimas que causam a deteriorização dos nutrientes durante o armazenamento.

Bonassa et al. (2013), concluíram que a temperatura ideal para um melhor desempenho no processo de fermentação, acarretando uma maior produção de etanol, seria na faixa de 33 a 35° C. Vale ressaltar que, nesta temperatura, há um favorecimento da contaminação bacteriana, sendo necessário seu efetivo controle.

Devido o favorecimento da contaminação microbiana, o limite estipulado para temperatura na Usina é de 34°C. Esta temperatura é controlada por trocadores de calor a placas. Para seu efetivo controle, o operador de fermentação precisa acompanhar a temperatura da dorna durante a alimentação e controlar a abertura da válvula de água do trocador de calor de modo manual, garantindo assim que a temperatura da dorna não ultrapasse os 34°C.

O Gráfico 6 compara a frequência de temperatura acima de 34°C em relação ao tempo de operação na atividade de alimentação das dornas 1, 2 e 3 no mês de novembro dos anos de 2015 e 2016.

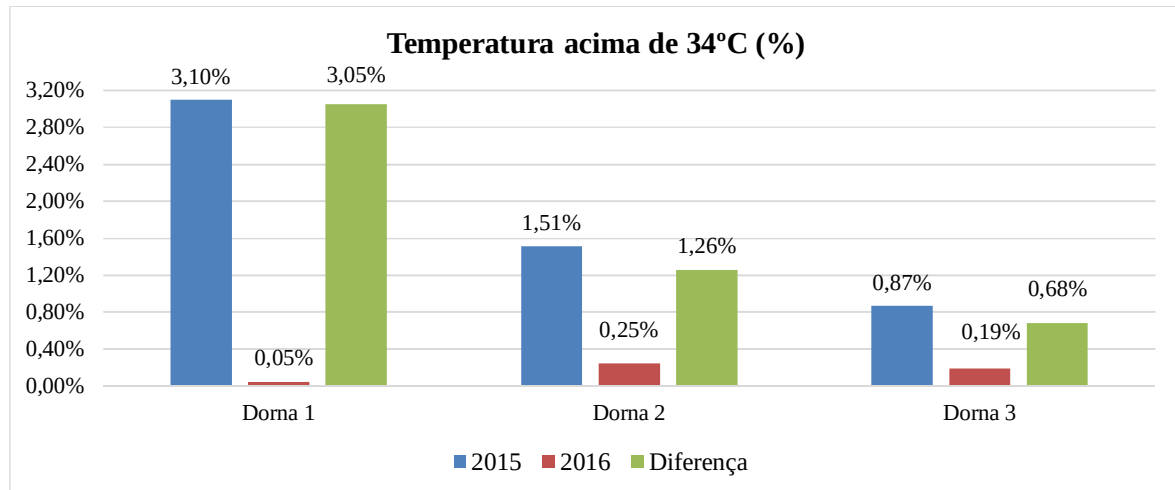


Gráfico 6: Temperatura no processo de alimentação

Pode-se observar no Gráfico 6 que a incidência de temperatura acima de 34° na operação alimentação reduziu significativamente no ano de 2016 para as três dornas após o controle da vazão de alimentação.

Quanto à redução no consumo de produtos químicos, especificamente dos produtos para controle de formação de espumas no processo, dispersante e antiespumante, o controle da alimentação proporcionou uma menor formação de espumas gerando assim um menor consumo dos mesmos.

Martins (2009) ressalta que vazões elevadas de alimentação nas dornas implicam em tempos de enchimentos menores, podendo acarretar em formação excessiva de espumas e que o controle da temperatura da dorna ocasiona uma menor formação de espumas no processo.

O Gráfico 7 evidencia o ganho em relação à redução do consumo de produtos químicos.

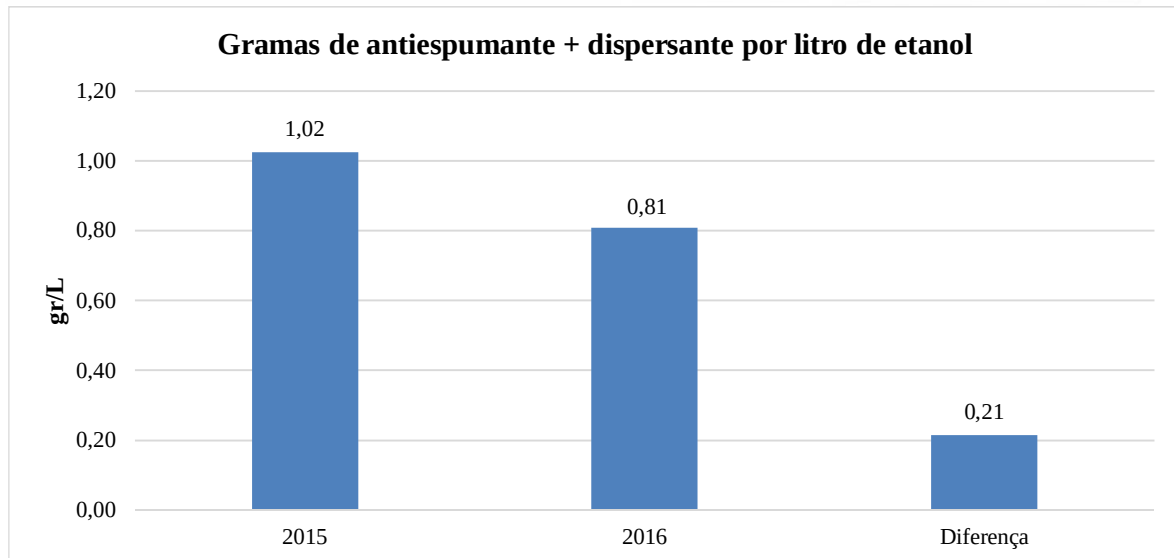


Gráfico 7: Redução no consumo de produtos químicos

Verifica-se que houve uma diferença de 0,21 g/L no consumo de antiespumante e dispersante, considerando que no período analisado foi produzido 19.257 litros de etanol. A redução em quilos da somatória dos produtos foi de aproximadamente 4.136 quilos.

Além disso, houve um ganho na qualidade de operação. Com a automação da alimentação das dornas, os operadores não necessitam desprender tempo para o controle manual das válvulas de alimentação, podendo desempenhar outras funções enquanto o processo de alimentação se encontra em andamento, permitindo que o mesmo só atue no processo em eventuais falhas de comunicação do sistema.

5 Conclusão

A padronização da alimentação nas dornas foi realizada com o objetivo de se obter um maior rendimento fermentativo, devido se tratar de um parâmetro que sofre influência de diversos fatores externos à própria fermentação, os mesmos ainda não foram validados pela empresa, porém a mudança na operação proporcionou outros ganhos.

A finalização da implantação do sistema será feita no decorrer da safra de 2017/2018, onde os resultados serão evidenciados de forma a validar a sua influência no rendimento fermentativo.

6 Referências

ABITANTE, L. G. Aplicação do controle linear feedback no processo de fermentação alcoólica em batelada alimentada. Ijuí, UNIJUÍ, 2009.

AMORIM, H. V. Fermentação alcoólica: ciência e tecnologia. Piracicaba: Fermentec, 2005.

BONASSA, G.; TELEKEN, J. G.; SCHNEIDER, L. T.; OLIVEIRA, C. J. Análise da influência do pH e da temperatura no processo de fermentação de caldo de cana. III Encontro Paranaense de Engenharia e Ciência. Toledo: Unoeste, 2013. Disponível em: <<http://www.unioeste.br/eq/iiiiepec/artigos/Trab33-Bonassa%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 10/10/2016.

DARÉ, R. M. Avaliação de coeficientes de rendimento e modelagem do processo fermentativo de produção de etanol. São Carlos: UFSCar, 2008.

ERNANDES, P.G.; CRUZ, C.H.G. Zymomonas Mobilis: um microorganismo promissor para a fermentação alcoólica. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.30, n.2, p. 361-380, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2591/2249>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

LIMA, A. Tratamento térmico do caldo de cana-de-açúcar para o processo de fermentação alcoólica. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009. Disponível em: <http://www.abeas.com.br/wt/files/3_2009_1.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2017.

NEVES, L. C. M. Obtenção da enzima glicose 6-fosfato desidrogenase utilizando “Saccharomyces cerevisiae” W303-181. São Paulo: USP, 2003.

MARTINS, C. A. P. Avaliação do efeito do inóculo e do perfil de alimentação do mosto na produção em escala piloto e industrial de etanol. São Carlos: UFSCAR, 2009.

STEINLE, L.A. Fatores que interferem na fermentação alcoólica. São Carlos: UFSCAR, 2013.

SOARES, P. A; ROSSELL, C. E. V. O setor sucroalcooleiro e o domínio tecnológico. São Paulo, 2007. v. 2.

SOUZA, C. S. Avaliação da produção de etanol em temperaturas elevadas por uma linhagem de S. Cerevisiae. 2009. Tese (Doutorado em Interunidades em Biotecnologia) –Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/87/87131/tde-05082009-171501/en.php>>. Acesso em: 20 ago. 2017.