REDUÇÃO NA EMISSÃO DE PARTICULADOS NA QUEIMA DE SABUGO EM FORNALHAS

Tiago Maia de Jesus[1]
Dra. Jordania Louse Silva Alves[2]

RESUMO

A cada ano que passa, fica mais desafiador produzir sementes para alimentar a população mundial e, a fim de que isso ocorra, é imprescindível que as empresas reaproveitem, de forma consciente, seus resíduos provenientes dos processos.

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo de caso no qual foi analisado o processo de Operação de Fornalha com queima de sabugo, na secagem das espigas. Com a competitividade do mercado, é um desafio entregar as sementes no tempo certo, na quantidade certa e na qualidade esperada, atendendo a todos os padrões internos e externos.

No processo de queima de biomassa, foram mapeadas as ineficiências e prioridades como emissão de particulados, queima incompleta, retorno do fogo pela rosca. Foram usados fluxogramas e técnicas de melhoria contínua, legislações ambientais de emissões atmosféricas de dutos e chaminés de fontes estacionárias.

Palavras-chave: Controle da Combustão. Instrumentação. Queima de Biomassa.

[1] Graduando em Engenharia de Produção da Universidade de Rio Verde – UniRV..
[2] Orientadora, Doutora em Engenharia de Produção.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de combustão com utilização de fornalhas, atualmente, são os mais utilizados no agronegócio brasileiro e consistem na alimentação de sabugo por meio de rosca elétrica dosadora, alimentação de ar primário comburente através dos ventiladores primários, e recirculação de ar quente através dos ventiladores secundários (ISO, 2015).

A empresa estudada, usina de Beneficiamento de Sementes de milho – UBS, localiza-se no município de Santa Helena de Goiás, beneficia sementes de milho, com completa infraestrutura de despalha, debulha e ensaque, e utiliza-se de fornalha à queima de sabugo de milho para geração de calor e secagem do milho (ISO, 2015).

Este trabalho tem por objetivo verificar alguns problemas de processo como excesso de particulados lançados na atmosfera descumprindo a legislação vigente CONAMA 190 NBR 12019 (1990): Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias, devido à falta de sicronismo da rosca dosadora ocasinando a elevação ou baixa da temperatura, desarme indevido nos dijuntores do ventilador primário, criando um atmosfera pobre em oxigêncio no interior da fornalha e retorno do fogo pela rosca de alimentação causando risco de incêndio. Espera-se que as ações aqui propostas, contribuam de forma efetiva para a redução da emissão de particulados atmosféricos, garantindo o atendimento das legislações vigentes e minimizandos os impactos ambientais (LOPES, 2000).

Tendo em vista esses problemas, a proposta do trabaho é desenvolver dispositivos de segurança de processo os quais permitam que a combustão ocorra de forma completa, eliminando a possibilidade de emissões atmosféricas fora dos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FORNALHAS

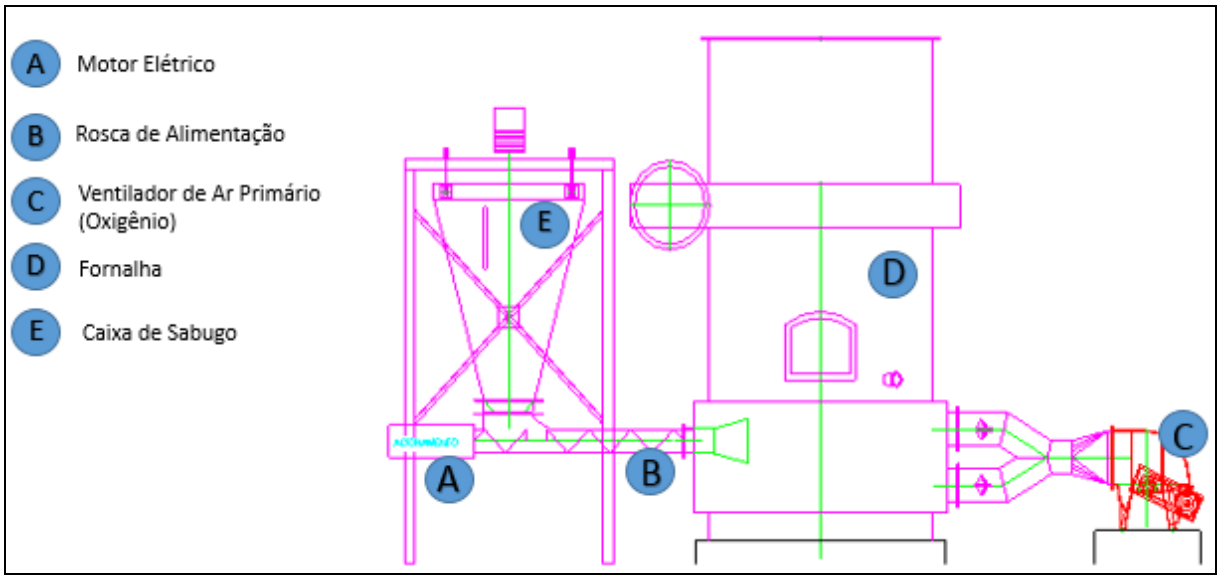
O processo de combustão deverá possuir um método que garanta a economia e eficiência da queima de biomassa, porém o que, geralmente, é encontrado na prática, é o

desperdiço de biomassa ocasionado pela queima incompleta. A combustão é definida como um conjunto de reação química entre o oxigênio, combustível e ignição liberando energia e calor, para que ocorra uma queima completa minimizando os impactos ambientais ocasionados pela emissão de particulados, o sistema de queima deverá ser alimentado de forma simultânea com biomassa em quantidades ideais e oxigênio (BAZZO, 1995).

2.2 CONTROLES OPERACIONAIS DE FORNALHA

Os controles operacionais são fundamentais para uma operação segura de fornalha, atualmente existe uma série de controles que devem ser levados em consideração para que haja uma operação correta e consequentemente geração de calor no interior da fornalha, abaixo os controles que devem ser tomados durante o startup e operação (LOPES, 2012). Conforme mostra na **FIGURA 1.**

FIGURA 1 – Fluxograma Sistema de Fornalha



Fonte: ISO, 2015.

2.3 GERAÇÃO DE BIOMASSA

Em várias partes do mundo, ambientalistas e pesquisadores buscam processos de combustão com maior eficiência e novas alternativas energéticas. Dentro dessa perspectiva, propõe-se a substituição dos combustíveis fósseis que são utilizados atualmente em todo mundo. Assim, o conhecimento do processo de reaproveitamento de biomassa a partir da combustão é indispensável (DUTRA, 2006).

Atualmente, o Brasil processa apenas uma pequena quantidade de toda biomassa energética gerada no meio agroindustrial e agrícola, um dos fatores do não processamento desse volume gerado é o desconhecimento do valor energético dessa biomassa e não existência de equipamentos e máquinas que possam processá-la (MAGALHÃES, 2007).

Os problemas inviabilizam o processo de reaproveitamento da biomassa nos grandes e pequenos empreendimentos geradores de biomassa, um fator que contribui para o projeto de equipamento está relacionado à baixa densidade, baixo ponto de fusão das cinzas, teor volátil e alta humidade, fatores que inviabilizam o desenvolvimento de equipamentos de alta performance (BERMANN, 2008).

O uso racional da energia nos processos agrícolas contribui significativamente na vida rural, considerando operações de cocção de alimentos, aquecimento, iluminação e bombeamento de água. Atualmente, há mais de 2,5 bilhões de pessoas vivendo nas áreas rurais em torno do mundo, Rosillo-Calle (2000) menciona que haverá futuramente dependência de fontes energéticas e será um problema que não poderá ser ignorado.

Durante o processo de combustão, a queima em suspensão é a forma mais comum quando se trata de biomassa particulada, porém a biomassa deve ser reduzida de tamanho menor que (> 2mm), e seu teor de água inferior a 15% b.u no geral para os resíduos com base de cascas até seis milímetros, visando à queima perfeita. Para que ocorra queima em suspensão em empresas ou por agricultores de menor porte, deverão ser implementados equipamentos de alimentação e distribuição mais simples que permitam a utilização da biomassa que esteja fora dos padrões recomendados no tamanho da partícula e teor de umidade. Para que isso seja possível, as fornalhas deverão possuir uma grelha a fim de permitir a queima em semissuspensão, as partículas que não estiverem em suspensão finalizarão a queima sobre a grelha (MELO, 2003).

Considerando as vantagens e dificuldades no processo de queima de biomassa proveniente dos resíduos industriais e agroindústrias, a fonte de energia térmica pode ser considerada uma boa opção com custo baixo e confiabilidade (MELO, 2003).

3 METODOLOGIA

A pesquisa tem uma abordagem explicativa e descritiva. Segundo Gil (2008), considera-se explicativa por buscar justificar a ocorrência de eventos que já são conhecidos ou que são descobertos. Uma pesquisa exploratória é aquela que busca familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado. (GIL, 2008). O autor especifica que esse tipo de pesquisa quase sempre assume a forma de um estudo de caso.

Dentro dessa perspectiva, Yin (2005) explica que o uso do estudo de caso é adequado quando se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos contemporâneos. O autor explica que o estudo de caso é uma investigação empírica, que permite o estudo de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Sob essa ótica, trata-se de uma pesquisa combinada, que aborda fatores quantitativos e qualitativos. A análise envolve dados quantitativos, por analisar valores envolvidos no processo, que permitem o controle por meio de dados numéricos, referente à perda de calor, excesso e operação segura, objeto de estudo deste trabalho. Mas também tem caráter qualitativo, pois avalia as questões que interferem nesses dados, determinando fatores e esclarecendo motivos que são capazes de gerar impacto sobre os valores resultantes do processo.

4 ANÁLISE

O ar quente gerado pela fornalha circula pelo conjunto de trocadores de calor, passa pelo ventilador de recirculação e é subdivido entre retorno para a fornalha e chaminé por meio da abertura dos dumpers direcionais.

A falta de sicronismo da rosca dosadora ocorre durante a operação de alimentação de sabugo, ocasionando a queima incompleta do sabugo pela mistura pobre em oxigênio e/ou rica em monóxido de carbono, e retorno da chama pela rosca. Esse desvio deverá ser corrigido instalando-se um inversor de frenquência no comando do motor da rosca de alimentação de sabugo, que garantirá a alimentação no interior da fornalha de forma contínua e em quantidades corretas, e abertura na lateral da rosca para remoção do sabugo automaticamente em caso de parada (ISO, 2015).

A falha de desarme indevido nos dijuntores do ventilador primário de alimentação é comum, com o desarme dos ventiladores ocorre a falta de ar no interior da fornalha dificultando a queima do sabugo, gerando altos níveis de fumaça preta na chaminé com particulado e altas taxas de monóxido, não atendendo o CONAMA 190, condicionante ambiental da Licença de Operação. Assim, o desvio dos ventiladores deverá ser corrigido como a automação do sistema, que deverá permitir que seja ligado/desligado do surpevisório através do sistema, e um sinal sonoro de alerta de desarme deverá ser intalado na sala de operadores. (ISO, 2015).

Após a instalação do medidor de frequência na rosca, a alimentação de sabugo ocorre de forma uniforme ocasionando uma queima uniforme e, consequentemente, não existe mais a possibilidade de emissões atmosféricas fora dos padrões exigidos pelo CONAMA 190 NBR 12019 (1990): Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias.

Vale ressaltar a importância da instalação de uma abertura automática na lateral da rosca intertravada com o motor elétrico, caso ocorra a falta de energia, este pistão abre retirando todo sabugo contido no interior da rosca, com isso, a possibilidade de retorno do fogo e incêndio na caixa de sabugo são eliminados. Outro intertravamento de segurança foi a instalação de um sensor no ventilador primário de alimentação de sabugo. Esse sensor é acionado caso ocorra uma parada inesperada do equipamento. Atualmente, uma sirene é acionada no supervisório central sinalizando a interrupção do equipamento.

5 RESULTADOS OBTIDOS APÓS IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS

O processo de secagem, que é parte fundamental das etapas de beneficiamento de semente, estava sendo impactado de forma direta, pois a secagem é a primeira etapa do

processo de uma cadeia de 8 etapas. As paralisações estavam ocorrendo de forma sistêmica, com isso, perdas com paradas de manutenções eram comuns e, consequentemente, perda de eficiência de secagem.

Os resultados obtidos, após a implementação das melhorias de processo, foram de grande importância para a companhia. Os problemas mencionados anteriormente como falha de sincronia da rosca dosadora, queima incompleta do sabugo, retorno do fogo pela rosca dosadora, desarme indevido do disjuntor foram tratados individualmente e solucionados.

Em relação à falha de sincronia da rosca, diariamente a manutenção era acionada por meio das notas emergenciais de manutenção. Em razão dessas paradas diárias, ocorria uma demanda elevada por parte do programador de manutenção, pois tinha que refazer toda programação para atender à nota emergencial de parada da rosca por falta de sincronia. Com a instalação do inversor de frequência no comando do motor, acabaram-se as paradas, pois esse mecanismo tem a função de garantir que o motor funcione na cadência programada, fazendo a dosagem correta e na quantidade correta de sabugo no interior da fornalha.

É importante ressaltar que essa dosagem correta é fator decisivo para que haja uma queima ideal. Considerando o princípio do fogo que é uma reação em cadeia entre três elementos: oxigênio, combustível e calor, a quantidade de sabugo adicionada à fornalha através da rosca dosadora se torna uma das principais causas para termos a queima ideal ou não. Após a instalação do inversor de frequência, novas análises de particulado foram realizadas. Os resultados atendem aos requisitos legais do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 190 NBR 12019 (1990): Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias, já que o resultado da análise foi de 85,51 mg/Nm3 e o limite aceitável é de 730 mg/Nm3.

Quanto ao retorno do fogo pela rosca, já existia histórico de dois eventos envolvendo princípio de incêndio nas caixas de sabugo, que são anexas à rosca dosadora e, com a falta de sincronismo, o risco de o fogo retornar pela rosca de dentro da fornalha e chegar até a caixa de sabugo era considerável. Dentre as ações propostas, estava a instalação de uma abertura lateral da rosca com sistema de intertravado com motor. A abertura das tampas laterais está condicionada ao funcionamento do motor, caso ocorra o desligamento ou interrupção, os pistões laterais abrem as portas ocasionando a queda de todo sabugo existente. Esse método de extinção de incêndio é chamado de isolamento, pois somente haverá fogo onde existir material combustível para que ocorra o triângulo da combustão oxigênio, combustível e calor. Conforme demonstrado na **FIGURA 2** abaixo:

FIGURA 2 – Dispositivo Eletropneumático de Abertura Automática, que elimina o sabugo da rosca.

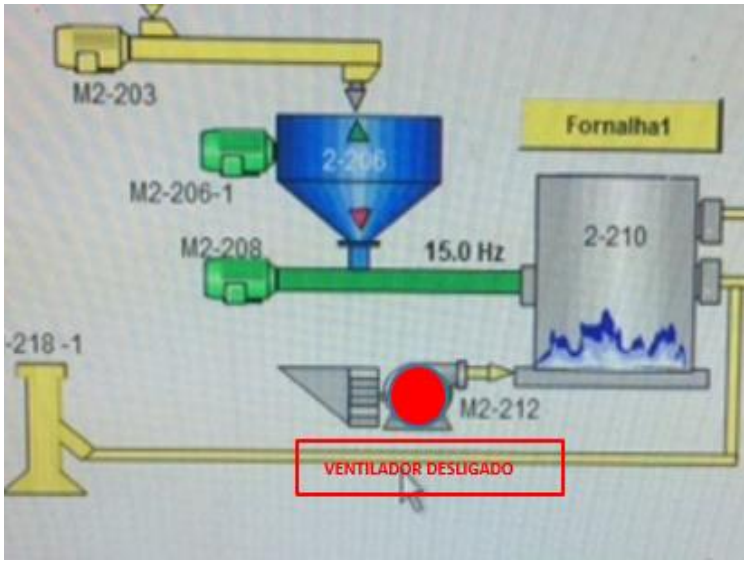
Fonte: Jesus Tiago, 2017.

Visando solucionar a falta de sinal sonoro, foi instalado um sinal na sala do supervisório, indicando se o motor de ventilação primária foi desarmado ou não. Isso serve para garantir uma alimentação de oxigênio no interior da fornalha, ocasionando a queima ideal, em que a presença do oxigênio em quantidades ideais é sinônimo de uma queima completa ou não, conseguintemente acarretando emissão de particulado para atmosfera. Atualmente, após a instalação, assim que ocorre o desarme do disjuntor, o sinal é tocado e o operador se direciona até o local para realizar o rearme. Demonstrado nas **FIGURA 3** e **FIGURA 4** abaixo.

FIGURA 3 – Ventilador de Ar Pimário (Oxigênio)

Fonte: Jesus Tiago, 2017.

FIGURA 4 – Painel no Supervisório com os Sinais de Alerta.



Fonte: Jesus Tiago, 2017.

6 CONCLUSÃO

O trabalho exemplifica as melhorias implementadas no sistema de fornalha, como inversor de frequência, sirene e sinal sonoro e dispositivo eletropneumático instalado na parte inferior da rosca. O inversor de frequência que trabalha entre 15.0 Hz e 60.0 Hz atualmente garante uma alimentação de sabugo em quantidades ideais, garantindo uma temperatura entre 38c e 42c. A sirene e sinal sonoro otimizaram o tempo de resposta em caso de desarme do ventilador primário, que é responsável por alimentar a fornalha com oxigênio.

A eliminação do retorno do fogo pela rosca foi outra melhoria identificada e corrigida no processo, o fogo não retorna até a caixa de sabugo, em função do dispositivo eletropneumático instalado na parte inferior da rosca. Esse dispositivo é intertravado com o motor, caso ocorra a parada, uma porta se abre removendo todo sabugo presente.

Esse conjunto de melhorias contribuiu para que o sistema de queima de sabugo eliminasse a emissão de particulados na chaminé fora dos padrões ambientais. Após as correções, foi realizado um novo relatório de emissões atmosféricas GMA Nº 15089193, com resultado de 85,51 mg/Nm3 e o limite aceitável é de 730 mg/Nm3 conforme CONAMA 190 NBR 12019 (1990): Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Isso nos mostra que o valor está 6 vezes abaixo do que define a legislação ambiental.

Dado o exposto, constatou-se que a melhoria realizada no sistema garante o cumprimento legal do que é determinado pelos órgãos ambientais e maior confiabilidade de segurança de processo, evitando sinistros de grandes proporções com danos materiais à companhia.

REFERÊNCIAS

BAZZO, E. Geração de vapor. Florianópolis: ed. Da UFSC, 1995. 216 p. (Série didática)

BERMANN, Célio. Crise ambiental e as energias renováveis. Ciência e Cultura, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. Energia e sociedade. Estudos avançados, v. 28, n. 82, p. 25-39, 2014.

CEPEL – Centro de Pesquisa em Energia Elétrica. Manual de Aplicação de Sistemas Descentralizados de Geração de Energia Elétrica para Projetos de Eletrificação Rural – Energia Biomassa. Eletrobrás, Rio de Janeiro – RJ, 2000. 41 p.

C.P. Sistemas híbridos para secagem: solar e biomassa. Viçosa – MG: JARD, 2003. 64 p.

DUTRA, R.I.J.P.; NASCIMENTO, S.M. Resíduo de indústria madeireira. Portal do meio ambiente. Niterói – RJ. Disponível em: <http://www.jornaldomeioambiente.com.br/JMAtxt_ importante/importante80.asp> Acesso em: 23/05/2006.

GOMES, R.A.R. Avaliação do desempenho de uma fornalha a lenha de fluxo descendente e com sistema de aquecimento direto. 1988. 56 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

IBQP - Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Paraná. Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná. Curitiba. 2002. 345 f. Relatório Final. IBQP.

INCROPERA F.P.; DeWITT, D.P. Fundamentos de transferência de calor e de massa. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 494p. (Original Inglês).

ISO 9001:2015.; Associação Brasileira de Normas Técnicas – International Organization For Standardization.

LOPES, R.P. Desenvolvimento de um sistema gerador de calor com opção para aquecimento direto e indireto de ar. 2002. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

LOPES, R. P., D. Oliveira Filho, and S. M. L. Donzeles. "Controle da combustão em fornalhas a lenha." Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural. 2000.

LORA, E.S; HAPP, J.F. Classificação e balanço térmico das fornalhas para a combustão de biomassa. In: CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.S. Tecnologia de conversão energética de biomassa. Sistemas energéticos II. Manaus: EDUA/EFEI, 1997. 540 p.

MAGALHÃES, E.A. Desenvolvimento e análise de uma fornalha para aquecimento direto e indireto de ar utilizando biomassa polidispersa. 2007. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

MELO, E.C. Rendimento térmico de uma fornalha a lenha de fluxos descendentes. 1987. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 41

MELO, F.A.O. Projeto, construção e avaliação de uma fornalha para aquecimento de ar utilizando combustíveis particulados finos. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

SILVA, I.D. Projeto, construção e teste de uma fornalha a carvão vegetal para secagem de café. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 81p. (Tese, Mestrado em Engenharia Agrícola).

VALARELLI, I.D. Desenvolvimento de uma fornalha a resíduos, de fogo indireto para secadores de produtos agrícolas. 1991. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências Agronômicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.