

REDUÇÃO DE ENTUPIENTOS NO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE BIOMASSA DE CALDEIRA DE FORÇA

Autores: Guilherme Moscato Malavazi¹, Aparecido Ribeiro de Carvalho¹, Deyvid Oliveira¹, Eder Vaz de Oliveira¹, Luciana Bennemann Potrich¹, Milton Carlos Miranda¹, Renan Michel Pratkan¹, Silvio Rodrigues Filho¹.

Klabin S.A. Brasil¹

RESUMO

Com o constante aumento de produção de celulose e papel, a demanda por madeira vem se intensificando e, conseqüentemente, a disponibilidade de resíduos florestais e casca para geração de energia cresce ano após ano. Buscando sustentabilidade entre as operações florestais e o consumo de biomassa, a planta de produção de papel da Klabin em Telêmaco Borba (Unidade Monte Alegre) vem aumentando o consumo de resíduos florestais e casca e, como consequência da característica granulométrica destes materiais, ocorrências de entupimentos de roscas de transporte de biomassa tornaram-se constantes, refletindo em gargalos operacionais da caldeira. Buscando-se resolver este problema, utilizou-se a metodologia "Problem Solving" e ações foram implantadas na rosca que apresentava a maior frequência de ocorrências, baseadas na ideia principal de evitar "espaços mortos" e obstáculos no caminho da biomassa. Após a implementação de todos os itens, obteve-se redução de 75% na frequência das ocorrências, atingido o objetivo proposto no início do trabalho, mostrando que existem desafios na indústria de celulose e papel que podem ser resolvidos ou reduzidos por meio de soluções rápidas, baratas e efetivas.

Palavras-chave: biomassa, entupimento, rosca de biomassa, caldeira de força, "espaços mortos".

INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a integração entre colheita florestal e fábricas de celulose está mais estreita, buscando sempre mais rendimento e sustentabilidade da cadeia produtiva integrada. Redução da idade da madeira, aumento de áreas para plantio e proporção de árvore total destinada à produção de celulose pressionam cada vez mais o consumo dos resíduos gerados, tanto na colheita quanto no processamento da madeira. Para esses resíduos, a destinação mais comumente usada é a queima em caldeiras de força para compor a matriz energética industrial, para uso interno (ou externo), além de finalizar o ciclo da madeira, completando a utilização total da matéria cultivada.

Com o frequente aumento de produção de papel e demanda por madeira pela planta de Unidade Monte Alegre-MG, a disponibilidade desse tipo de material para queima vem em constante elevação e, conseqüentemente, o consumo pelas caldeiras de força (Figura 1). Por mais que ocorram avanços tecnológicos das formas de colheita e descascamento, ainda existem diversos fatores que dificultam o

consumo de resíduos florestais e das cascas. O principal deles está pautado na própria qualidade física e granulométrica do material que, resíduos (especialmente de eucalipto) e cascas, apresentam características fibrosas, formando as conhecidas "fitas" ou "tiras".

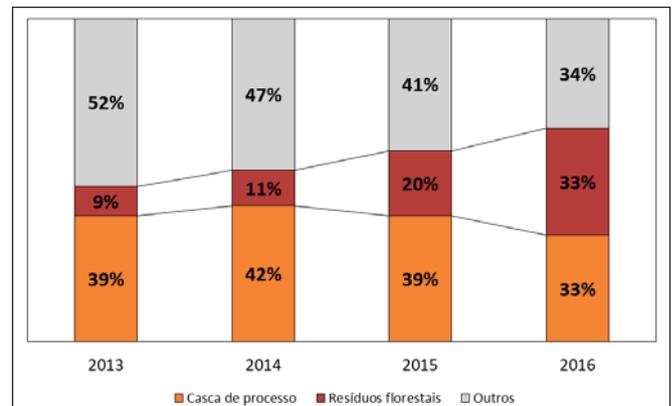


Figura 1. Evolução na composição da biomassa total consumida em Monte Alegre nos últimos quatro anos

A biomassa é fornecida para a caldeira de força e estocada em dois silos equipados com transmissores de níveis contínuos (células de pesagem). Cada silo de biomassa alimenta duas linhas de combustível e cada silo é descarregado por dispositivos rotativos com um braço de arraste e roscas de descarga. Cada linha de combustível tem uma rosca de descarga, que transporta a biomassa para as roscas de dosagem e somente na linha 1 há uma rosca de transporte adicional [1]. A Figura 2 traz o desenho representativo do sistema descrito.

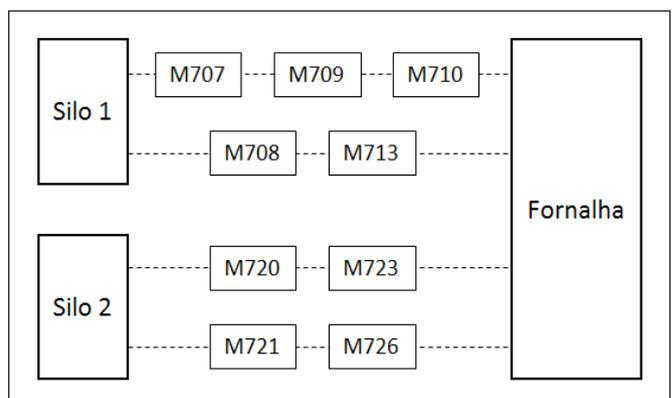


Figura 2: Desenho representativo de alimentação da caldeira via roscas de biomassa

Uma das consequências do alto consumo de resíduo são os entupimentos e enrosamentos que este tipo de material causa. Além disso, a característica fibrosa dessa biomassa torna maior o volume específico do material, fazendo com que as roscas de alimentação trabalhem em velocidades cada vez maiores a fim de manter constante a taxa mássica de alimentação de biomassa e, assim, aumentasse a possibilidade de enrosamentos. Estes fatores, atrelados ao elevado ritmo de consumo de resíduos, contribuíram para que uma das caldeiras de força começasse a sofrer com ocorrências desta natureza em 2015, elevando a indisponibilidade das roscas de transporte de biomassa.

Este desvio de condição anormal de operação traz diversos problemas:

- i. Indisponibilidade de equipamento – enquanto entupido, a rosca não pode ser utilizada para a alimentação de biomassa;
- ii. Aumento de potência de outras roscas – estando parada a rosca entupida, as demais linhas de alimentação assumem proporcionalmente a carga perdida e aumentam a velocidade de funcionamento, elevando a possibilidade destas outras posições também entupirem;
- iii. Perda pontual de geração de vapor – o atraso entre o momento da parada da rosca entupida e a compensação por óleo combustível causa perda pontual de geração de vapor;
- iv. Risco de acidentes – o processo de desentupimento é manual e depende da interação humana com o equipamento, o que caracteriza a atividade como perigosa;
- v. Desgaste material – paradas não desejadas de equipamentos sempre trazem consigo riscos de quebras e esforços desnecessários de periféricos.

Assim, o objetivo do trabalho foi reduzir as ocorrências de entupimentos, aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

MÉTODOS

O trabalho seguiu a tradicional metodologia *Problem Solving*, desenvolvida em sete passos principais (conforme a Figura 3). Baseada no ciclo PDCA (*plan-do-control-act*), o método busca definir objetivamente e cercar o problema analisado, identificar e mitigar as causas raízes de cada tipo de modo de falha e implementar controles, de forma que não haja recorrências dos problemas e que os ganhos sejam mantidos rotineiramente.

Como primeiro passo, a metodologia prevê a definição das áreas foco do trabalho, uma vez que as linhas de biomassa (quatro, no total) contêm nove roscas e, por meio do trabalho, foi evidenciada a posição mais crítica.

Escolhida a área foco, foram verificados possíveis problemas relacionados à condição de base do equipamento, rotinas de manutenção e lubrificação, além de padrões operacionais que, de alguma forma, pudessem estar contribuindo com o problema observado.

Com a definição do problema, da área foco e a garantia de manutenções sistêmicas e padrões de operação, investigou-se as causas raízes de cada modo de falha que causava a parada da rosca de biomassa. Utilizando a ferramenta de qualidade “5 Porquês”, os motivos foram destrinchados até o último nível de conhecimento, sendo possível definir contramedidas que mitigassem cada modo de falha. Depois de implementadas as medidas, acompanhou-se a recorrência dos problemas que, caso acontecesse, o ciclo de análises era refeito, com novas contramedidas definidas. Por fim, a manutenção dos ganhos obtidos foi garantida por meio da sistematização de controles.

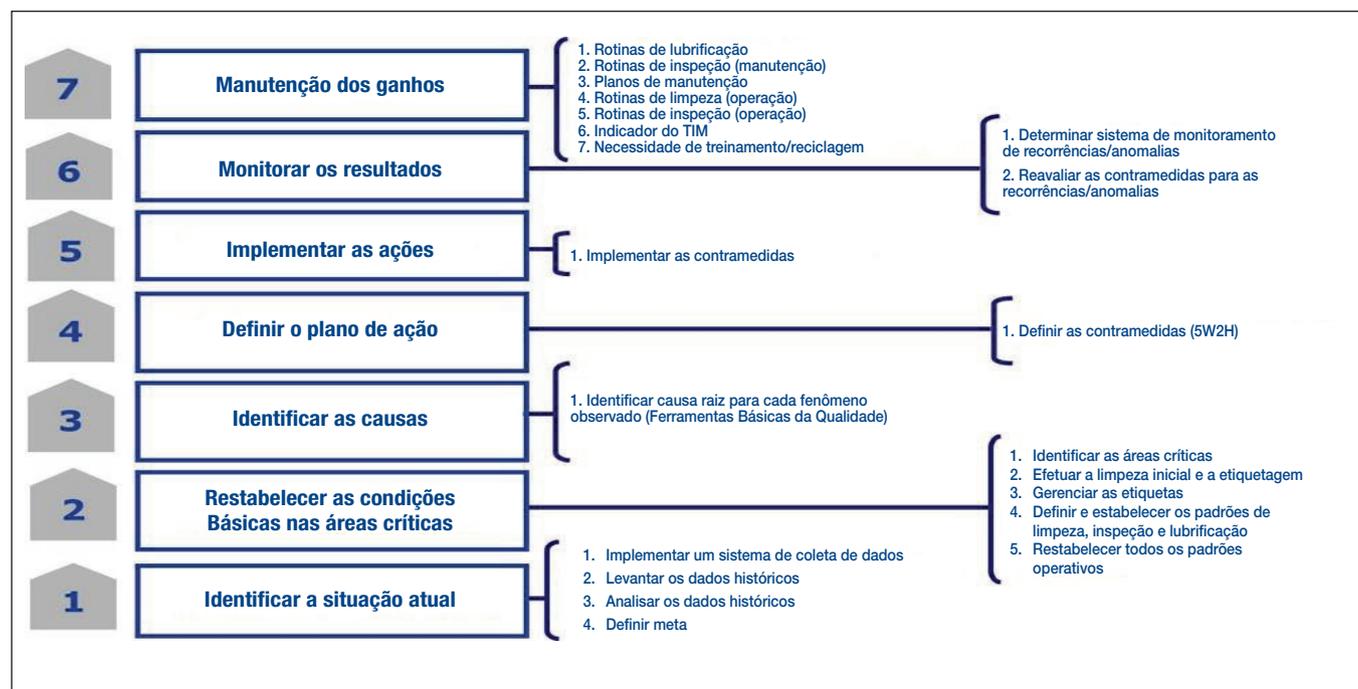


Figura 3. Roteiro *Problem Solving* - 7 passos

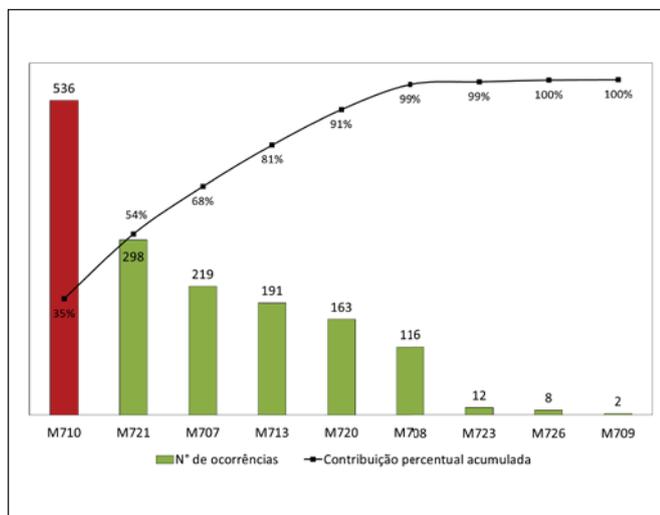


Figura 4. Quantidade de entupimentos ocorridos por posição em 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um grande levantamento realizado sobre o ano de 2015 (Figura 4) mostrou que a posição M710 era a principal responsável pelos entupimentos do sistema de biomassa (35% do total de ocorrências), sendo, portanto, a posição escolhida para estudo e solução do problema. A Figura 5 traz o desenho esquemático simplificado dos principais componentes do equipamento da posição M710.

As análises iniciais do trabalho sobre a posição definida como foco tiveram por objetivo identificar fatores externos, que pudessem contribuir para que os entupimentos fossem mais recorrentes ou severos. Alguns indicadores como precipitação média, carga média de geração de vapor e possíveis variações operacionais entre turmas ou turnos de trabalho não mostraram influência com as ocorrências. Como já é de conhecimento, a qualidade granulométrica da biomassa foi um ponto de atenção, porém, não abordada diretamente, visto que as ações para este tópico são de médio e longo prazos.

Por meio dos "5 Porquês", foi possível observar que o maior desafio da posição M710 eram os "espaços mortos" e as obstruções pre-

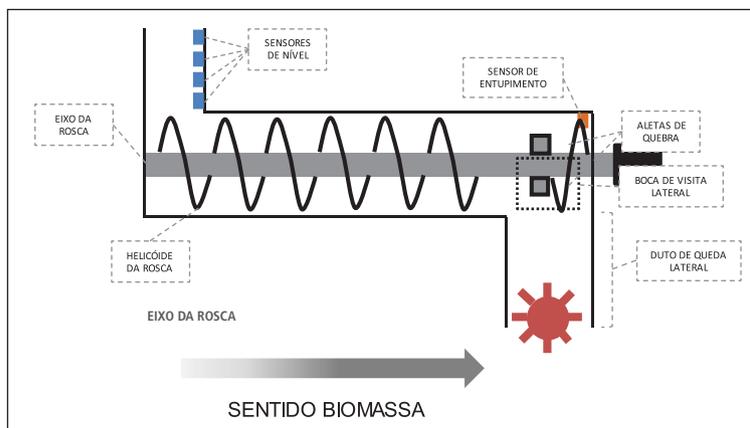


Figura 5. Desenho esquemático da rosca M710 e seus principais itens

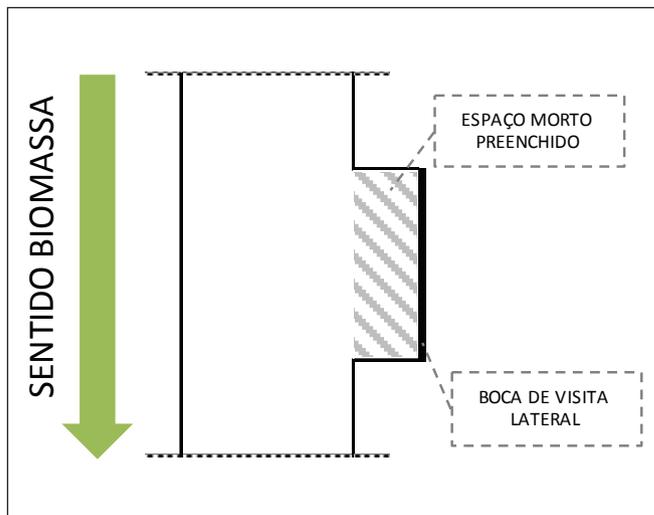


Figura 6. Adequação da boca de visita do duto de biomassa

sentes no caminho percorrido pela biomassa. As ações concentradas em resolver estas causas raízes foram:

1. Readequação da boca de visita

A boca de visita presente no duto de queda da rosca era desalinhada com o perfil da parede de queda. Este desalinhamento gerava um "espaço morto" dentro do duto, servindo de apoio para deposição de biomassa, que com o passar do tempo, obstruía totalmente o perfil transversal do duto, causando entupimentos. Dessa forma, a simples solução foi preencher o espaço vazio com material metálico, soldado à boca de visita, que eliminasse o espaço e mantivesse as paredes de todo o duto no mesmo perfil, conforme mostrado na Figura 6.

2. Melhorias da haste do sensor de entupimento

O sensor de entupimento da rosca M710 é simplesmente uma haste com abas que quando rotacionada pelo acúmulo de biomassa, aciona um sensor físico que para a rosca. Durante as observações, foi evidenciado que a haste estava muito próxima do nível de biomassa da própria rosca, fazendo com que o material passasse sobre a haste, e não sob, como deveria ser. Dessa forma, a haste, além de não estar sendo acionada com deveria, servia como barreira para a queda livre da biomassa, sendo grande ponto de entupimento. Aumentando a altura da haste em aproximadamente 21 centímetros, foi possível observar que a biomassa transportada voltou a fluir normalmente, eliminando um ponto de acúmulo.

3. Modificação da aleta do eixo da rosca

Largamente conhecida como "quebra-monte", a aleta localizada no final da rosca de biomassa tem como objetivo empurrar o material duto abaixo, evitando aglomerações e possíveis entupimentos. Durante o trabalho, observou-se que o ângulo entre a face da aleta e o eixo da rosca tem grande influência em seu desempenho e, ori-



Figura 7. Situação da aleta antes (à esq.) e depois (à dir.) da intervenção

ginalmente, a aleta tinha sua face voltada para o começo da rosca. Com esta configuração e sentido de rotação da rosca, a aleta não empurrava o material para baixo, mas de volta para a rosca, no sentido contrário ao fluxo natural de transporte.

Como ação, o posicionamento da aleta foi alterado (conforme Figura 7) para que esta empurrasse o material no mesmo sentido de transporte. Com esta nova configuração, a aleta, além de ajudar no transporte do material, evita que a biomassa fique retida no início do duto de queda.

4. Alteração da lógica de funcionamento

Outro ponto importante, tratado no trabalho, foram as ações relativas tomadas pós entupimento que pudessem evitar novas ocorrências ou diminuir a interação homem-máquina no processo de desentupimento da rosca.

Nos momentos de parada da rosca por entupimento (com o

acionamento do sensor), foi criada uma lógica de funcionamento automática para rotacionar a rosca no sentido inverso ao funcionamento normal, por poucos segundos e com baixa velocidade. O objetivo desta sequência foi desprender qualquer material que possa estar preso acima do duto de queda ou na haste do sensor. Com a movimentação reversa, a biomassa desprende e cai, liberando o duto do material e evitando que haja a necessidade de intervenção humana na máquina. Com o desenvolvimento desta lógica, a maior parte dos entupimentos foi resolvida logo após a ocorrência (acionamento do sensor) e, assim, a disponibilidade da máquina aumentou significativamente, ao passo que a interação homem-máquina reduziu.

Além dessas ações, outras de menor impacto também foram aplicadas para contribuir com a resolução de outras vezes do problema. O resultado de todas as ações juntas pode ser observado na Figura 8, em que o número médio mensal de ocorrência

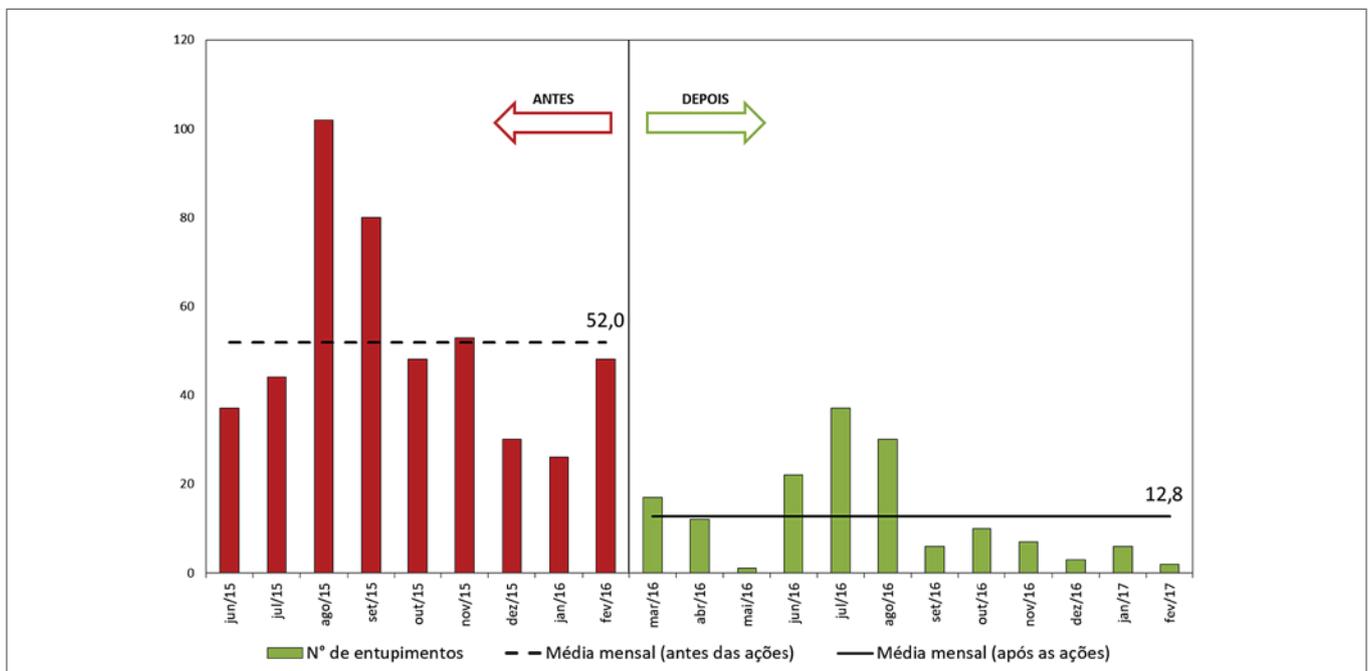


Figura 8. Evolução do número de entupimentos da rosca M710

de entupimentos caiu 75% após as implementações. Consequentemente, a frequência de intervenções para desentupimento caiu de 1,7 vezes ao dia para menos de 0,5.

É de conhecimento que eliminar este tipo de ocorrência é praticamente impossível para esta posição, visto que, por conta da forma estrutural e da distribuição dos pontos de apoio da caldeira, a rosca M710 é a que recebe material em sentido diferente do fluxo natural, onde toda a linha de biomassa é tortuosa.

No entanto, as ações desenvolvidas foram de baixo custo e não necessitaram da parada da caldeira, configurando assim uma boa opção para a resolução deste tipo de problema. Além disso, qualquer uma das ações pode ser estendida para outras posições das roscas na caldeira, sendo possível reduzir drasticamente os problemas relacionados aos entupimentos.

CONCLUSÕES

Por meio de uma metodologia bastante conhecida, conclui-se que as ações de fato atacaram as causas raízes que promoviam entupimentos no sistema de biomassa, especialmente na posição M710. O grande ganho do trabalho foi o baixo custo e a agilidade na concretização das ações propostas, superando as expectativas quanto ao retorno que se imaginava ser possível alcançar. Portanto, o trabalho atingiu o objetivo proposto de reduzir as ocorrências na caldeira de força por meio de soluções simples e de fácil aplicação, mostrando que, de forma geral existem oportunidades para a resolução de problemas, que envolvem baixo custo e alto retorno.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os envolvidos que, mesmo de maneira indireta, contribuíram para este resultado, além da oportunidade dada pela Klabin para a realização do trabalho. ■

REFERÊNCIAS

1. Babcock Power España. *Operation and Maintenance Manual – Sistema interno de alimentação de biomassa*. Klabin, Project MA 1100, Monte Alegre, Brasil, p. 2-3. 2007.



2019

**VAMOS, JUNTOS,
SUPERAR OS NOVOS
DESAFIOS DO ANO
QUE SE INICIA**

ANTES, PORÉM, DESEJAMOS
A TODOS UMA MERECEIDA
PAUSA PARA AS FESTAS
DE FIM DE ANO