

## **CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO E DA COMPOSIÇÃO DAS CINZAS E DOS PROBLEMAS ASSOCIADOS À COMBUSTÃO DA BIOMASSA FLORESTAL EM CALDEIRAS**

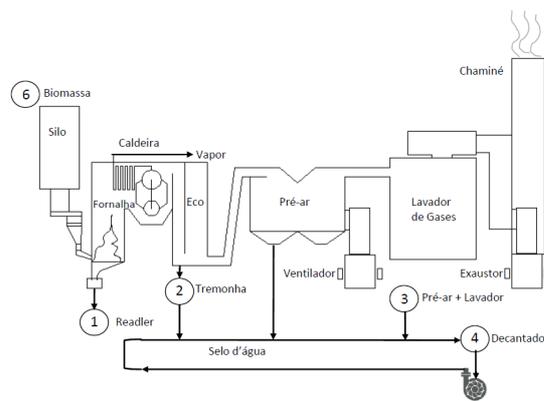
Djeison Felipe Voos<sup>1</sup>, Martha Andreia Brand<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal - CAV - Bolsista PIBIC/CNPq

<sup>2</sup> Orientadora, Departamento de Engenharia Florestal -CAV- martha.brand@udesc.br

O objetivo deste estudo foi caracterizar a formação, composição das cinzas e os problemas associados à combustão da biomassa residual da indústria madeireira em caldeiras com foco na análise termogravimétrica da biomassa e das cinzas. O estudo foi desenvolvido em uma usina geradora de energia elétrica, localizada no município de Lages/SC, com capacidade de produção de 28MW/hora a partir da combustão de biomassa florestal oriunda da indústria de base florestal. A usina geradora de energia elétrica é equipada com fornalha, caldeira, super aquecedor, economizador e aquecedor de ar. A fornalha é o local onde se ocorre a queima da biomassa florestal, sendo composta de 6 pontos de alimentação (Figura 1) de biomassa ao longo da parede frontal da fornalha. Neste ponto foi coletada a primeira amostra, composta pela biomassa utilizada como combustível na caldeira, denominada *Biomassa*. As temperaturas no interior da fornalha variam de 800 a 1000°C. Em cada ponto de coleta foram recolhidos 5 kg de material para análise. Para a realização das análises termogravimétricas foi utilizada uma balança termogravimétrica modelo TGA 2000, marca NAVAS Instruments, com capacidade para análise de 19 amostras de forma simultânea. O ensaio foi realizado com ar atmosférico, com fluxo de 2,5 L/minuto de ar. A taxa de aquecimento utilizada foi de 10°C/min, desde a temperatura ambiente até 1000°C. Com os dados dos ensaios foram construídas as curvas termogravimétricas (TG) para a perda de massa em função da temperatura e a curva da derivada primeira da perda de massa (DTG) para avaliar a velocidade de perda de massa. Também foi realizada a sobreposição da curva de DTG no mesmo gráfico, que representa a derivada da primeira curva, ou seja,  $dM/dT$ , sendo considerada a temperatura de eliminação do pico. Dos resultados, A análise da degradação das amostras dos resíduos residuais e da biomassa é uma ferramenta útil na determinação das propriedades térmicas destes materiais. Por meio destas análises é possível verificar o comportamento das amostras com a variação da temperatura e a quantidade de material com potencial para conversão em energia térmica, no caso do aproveitamento da energia dos resíduos em sistemas de reinjeção na própria caldeira onde o resíduo é gerado ou queima, em outro sistema energético. Para a análise termogravimétrica a perda de massa (TG) foram divididas em curvas que representam os estágios de degradação térmica: Estágio I de secagem, estágio II de pirólise ativa e estágio III de pirólise passiva. Para a biomassa, como se esperava, apresentou o primeiro estágio de perda de massa até 350°C, onde ocorre a volatilização da água e alguns extrativos. Seguindo de 350°C a 500°C, onde ocorre a combustão dos voláteis (Estágio II) e de 500°C a 1.000°C ocorre as reações de pirólise (Estágio III) até a estabilização da massa, ocorrendo a perda de massa até próximo de 100%. O maior pico de perda de massa se deu durante a combustão dos voláteis, que representa a maior proporção da massa do combustível. No *readler* até a temperatura de 60 °C houve perda de massa por secagem, com perda lenta de massa até os 300 °C. Entre 300 °C e 400 °C houve uma perda abrupta de massa e uma menor taxa de

perda de massa até os 850 °C chegando à degradação completa com a manutenção de aproximadamente 80 % da massa, o que confirma o teor de cinzas médio de 82 %, demonstrado pela análise química imediata. Na amostra da *Tremonha* foi observado uma perda de massa maior em comparação com o *Readler*, o primeiro pico de velocidade de perda de massa foi em 200 °C. A partir daí, tanto a perda de massa como a velocidade de perda foram reduzidas chegando à 350 °C. A partir deste ponto subindo a temperatura e a taxa de perda de massa assim como a velocidade de perda aumentaram, chegando até o ponto de 1000 °C, chegando à estabilização de massa. Mas, não se observou a estabilização da perda, possivelmente haveria uma perda maior a temperaturas maiores. Nesta amostra restou em torno de 15% da massa, em função do teor de cinzas ser em média 19% como observado na composição química imediata do material. O comportamento da amostra do *Lavador de gases* os picos de velocidade de perda de massa foram menos acentuados para esta amostra. No ponto *Decantador*, em torno de 55% da massa foi perdida, sendo compatível com o teor de cinzas observado na análise imediata. Como os teores de voláteis e carbono fixo foram mais próximos entre si para este material, a curva de perda de massa foi suave e contínua. Houve somente dois picos com maior velocidade de perda, o primeiro abaixo de 100 °C relativo à perda de umidade e no final, quando da estabilização da leitura do teor de cinzas remanescente. Assim, o comportamento das cinzas da biomassa calcinada, como era de se esperar, apresentou pouquíssima perda de massa até os 100 °C provavelmente proveniente de pequena umidade na amostra, em seguida apresentou estabilização da massa. A partir dos dados apresentados nos gráficos foi possível extrair as temperaturas de degradação térmica em cada estágio de perda de massa (TG) de todas as amostras analisadas. Conclusão, as propriedades químicas e energéticas da biomassa e dos resíduos produzidos na sua combustão, bem como o comportamento da degradação térmica, diferiram entre os pontos de coleta, demonstrando que o processo de combustão é dinâmico e variável dentro da caldeira. A composição química e o comportamento de degradação térmica registrados nos resíduos coletados no *readler* indicam que houve alta eficiência na combustão da biomassa na fornalha da caldeira. A análise termogravimétrica somente confirma a composição química imediata e elementar orgânica registradas da amostra. A análise das cinzas calcinadas ainda serve para demonstrar que as cinzas produzidas em diferentes pontos da caldeira possuem carbono residual que tem potencial energético, tanto para uso no próprio sistema de combustão, como para usos fora da usina.



**Figura 1.** Representação esquemática dos pontos de coleta das amostras da caldeira

**Palavras-chave:** Termogravimetria por TGA. Pellets de Madeira. Energia Renovável.