

INFLUÊNCIA DOS VOLÁTEIS NA COMBUSTÃO DE CARVÕES EM CONDIÇÃO PRESSURIZADA E DE ALTA TAXA DE AQUECIMENTO

Autor: Guilherme Tonatto Kienetz*

Orientador: Eduardo Osório

*guilherme.tonatto@ufrgs.br

1. INTRODUÇÃO

A injeção de combustíveis auxiliares através das ventaneiras dos alto-forno (*Pulverized Coal Injection – PCI*) é uma importante tecnologia para geração de calor e gases redutores para o processo. Estudos de combustão voltados ao processo de PCI são, em geral, praticados em equipamentos à pressão atmosférica, como reatores de queda livre, ou ainda, termobalanças, que além da pressão atmosférica operam a baixas taxas de aquecimento. Tais estudos indicam que quanto maior o teor de voláteis do carvão, maior sua combustibilidade [1,2]. No entanto, é importante que estudos voltados ao PCI sejam feitos em condições similares às observadas nas ventaneiras (elevadas pressões, altas taxas de aquecimento e curto tempo de residência), como as proporcionadas no novo Simulador de PCI do LaSid.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do teor de voláteis na combustibilidade de carvões a partir do *Burnout*, parâmetro que indica a eficiência da queima, e pela variação da pressão no reator durante o processo de combustão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

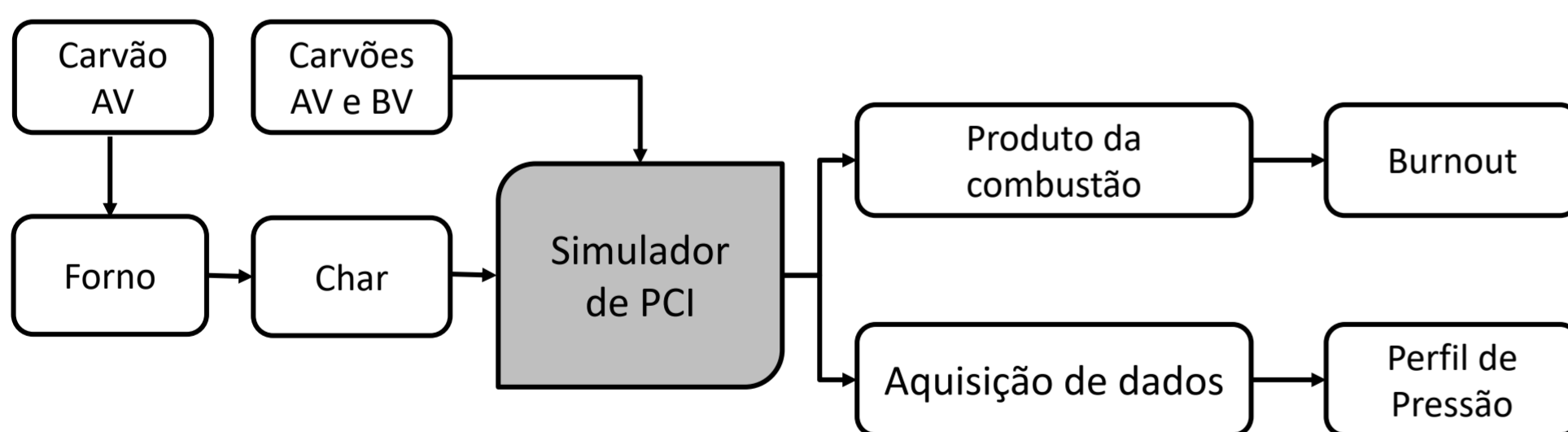
Foram usados carvões tipicamente empregados em PCI: um carvão colombiano betuminoso alto-volátil (AV) e dois carvões betuminosos com baixos teores de voláteis, um australiano (BV1) e um russo (BV2), respectivamente. Além destes, o carvão AV foi submetido a um processo de pirólise a 950 °C para remoção dos voláteis (AV-Char). A Tabela 1 apresenta os resultados da análise imediata dos materiais utilizados neste trabalho.

Tabela 1 – Análise Imediata das amostras

Amostra	% em base seca		
	Material Volátil	Cinza	Carbono Fixo
AV	38,00	10,80	51,20
BV1	15,40	10,60	74,00
BV2	14,93	10,75	74,32
AV-Char	3,64	13,66	82,68

As amostras na faixa granulométrica de 25 a 75 µm foram submetidas a combustão no Simulador de PCI. O sistema de aquisição de dados do equipamento registra a variação de pressão durante a combustão e o *burnout*, parâmetro que indica a eficiência de queima, é calculado a partir da relação entre o teor de cinza dos carvões que entram no reator e o teor de cinzas do produto da combustão que sai do reator (Char-comb). A Figura 1 mostra o esquema resumido do presente trabalho.

Figura 1 – Fluxograma de processos realizados

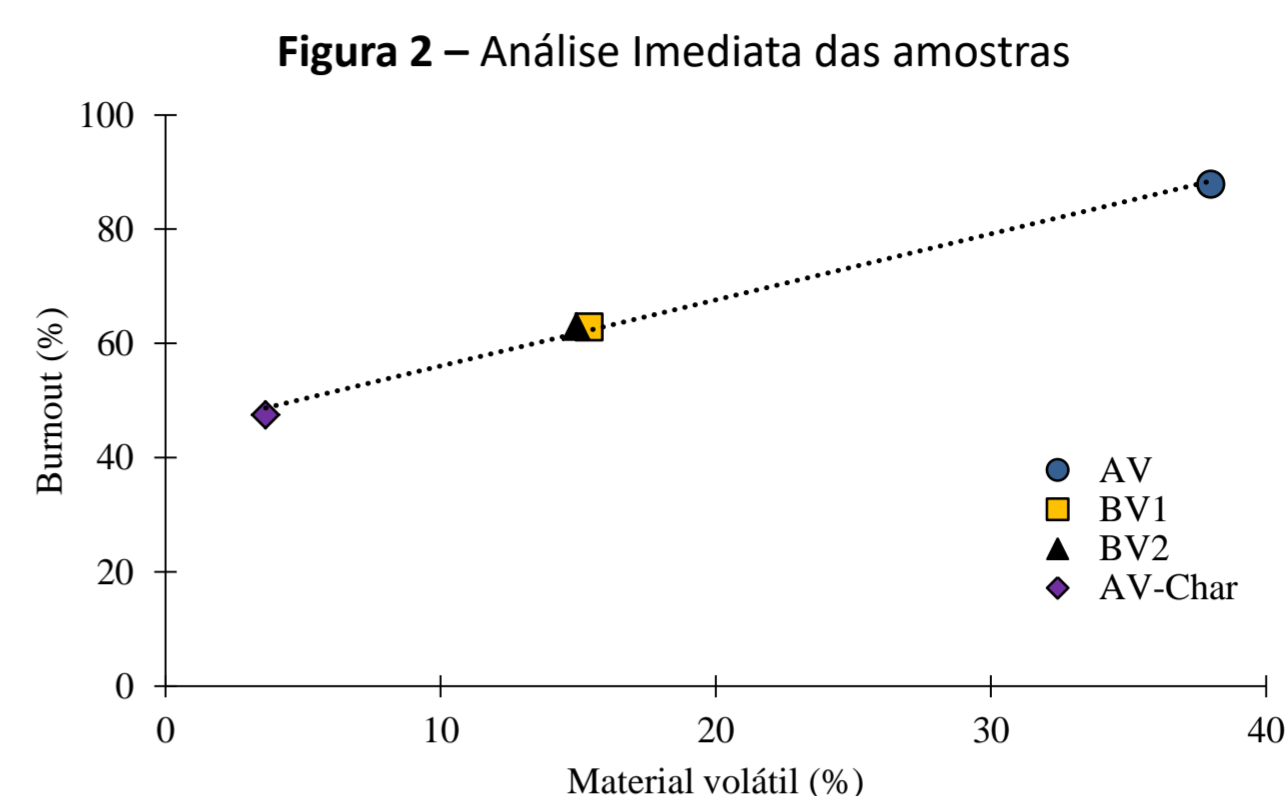


Foi usado o método do *ash tracer* para calcular o *burnout*, conforme a Equação 1:

$$\text{Burnout (\%)} = \left[1 - \left(\frac{Cz_{\text{carvão}}}{100 - Cz_{\text{carvão}}} \right) \left(\frac{100 - Cz_{\text{char-comb.}}}{Cz_{\text{char-comb.}}} \right) \right] \times 100 \quad (1)$$

4. RESULTADOS

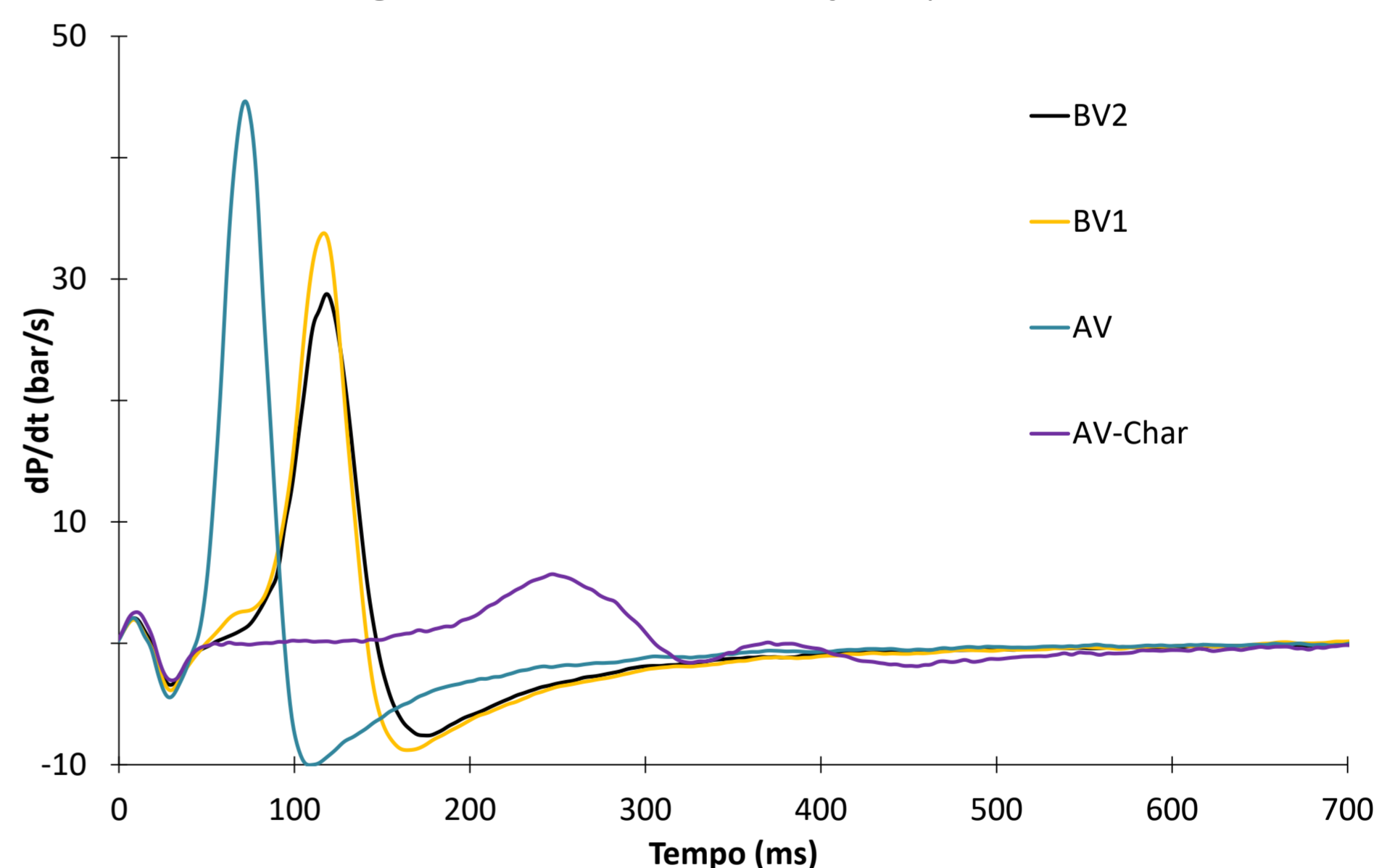
A Figura 2 apresenta a relação entre o *burnout* com o teor de material volátil das amostras no simulador. Assim como verificado em trabalhos que estudaram a combustão em outros reatores [1,2], quanto maior o teor de material volátil maior foi o *burnout*, e esta relação foi linear nas condições do Simulador. Desta forma, o carvão AV é o que apresentou o maior *burnout*, seguido pelos carvões baixo voláteis (BV1 e BV2) que mostraram valores intermediários e muito próximos de *burnout*, já que esses carvões possuem teores similares de voláteis. A amostra AV-char por ter sido submetido a um processo de desvolatilização prévio, apresentou o menor *burnout*.



A Figura 3 apresenta a taxa de variação da pressão das amostras em função do tempo de reação no Simulador. Quanto maior o teor de voláteis da amostra (AV>BV1>BV2>AV-Char), maior foi a taxa de variação de pressão (dP/dt) e mais curto foi o tempo para atingir a máxima variação. A partir das taxas de variação da pressão, foi possível observar uma tendência similar ao *burnout*, quanto maior o teor de voláteis, maior é a taxa com que a pressão varia, o que também indica uma maior combustibilidade destas amostras.

O maior teor de voláteis de um material favorece as reações homogêneas (gás-gás) frente às reações gás-sólido cineticamente mais lentas. Esse comportamento se reflete no AV-Char, que apesar de ser um material proveniente de um carvão alto volátil, a ausência de voláteis comprometeu sua combustibilidade bem como reduziu seu potencial na variação da pressão.

Figura 3 – Gráfico da taxa de variação da pressão.



5. CONCLUSÕES

- Foi verificada uma relação linear entre o teor de voláteis e o *burnout* nas condições do Simulador (alta pressão e alta taxa de aquecimento) de maneira que a medida que o teor de voláteis aumenta, o *burnout* aumenta;
- O sistema de aquisição de dados do simulador foi capaz de diferenciar as amostras com base na variação da pressão, de maneira que quanto maior o teor de voláteis da amostra, maior foi a taxa de variação de pressão durante a combustão e menor foi o tempo para atingir a máxima variação;
- A taxa de variação da pressão apresentou um comportamento similar ao observado na relação entre o teor de voláteis e o *burnout*.

6. REFERÊNCIAS

- Borrego AG, OSORIO E, CASAL MD, VILELA ACF. Coal char combustion under a CO₂-rich atmosphere: Implications for pulverized coal injection in a blast furnace. *Fuel Process Technol*, 89, 1017-1024, 2009.
- Barbieri CCT, OSORIO E, VILELA ACF. Combustibility and reactivity of coal blends and charcoal fines aiming use in ironmaking. *Materials Research*. 2016; 19(3): 594-601

AGRADECIMENTO