

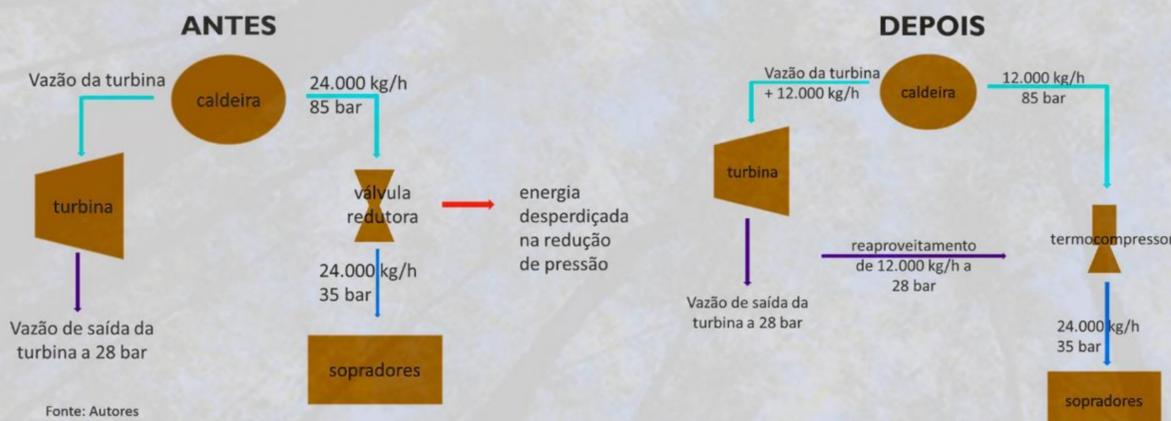
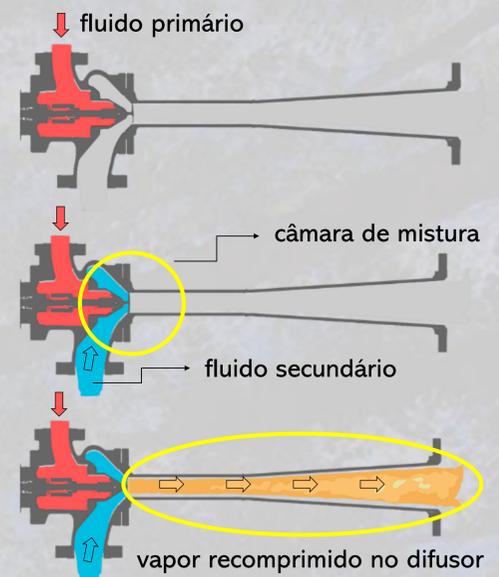
Steam Energy Recycle

Alunos: Barbara F. da Silva, Gabriel V. Cruz, João Gabriel M. de Souza, Kaique Berardinelli, Leonardo S. Mitsugui, Lucas dos S. Zamboni, Marcela P. Ferreira, Pedro A. Paschoalin, Vinicius B. Leite

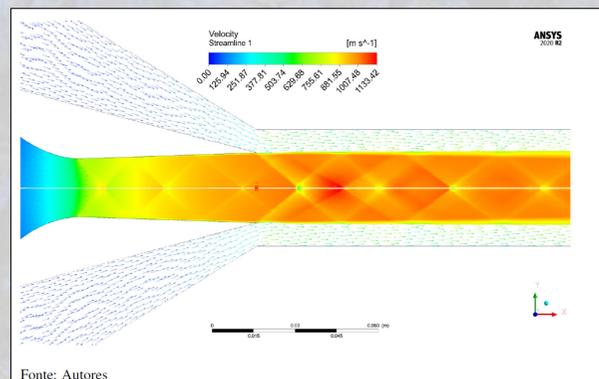
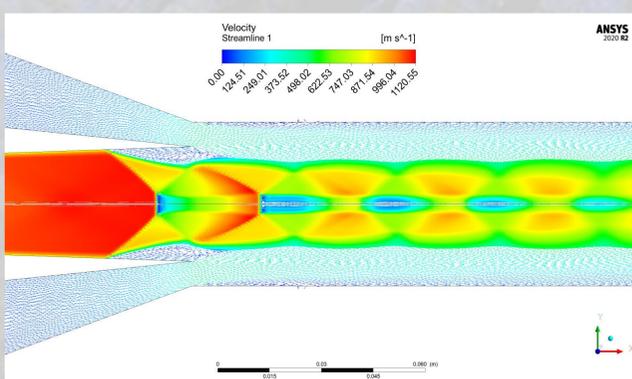
Orientador: Prof. Dr. Cyro Albuquerque Neto

Um termocompressor é um dispositivo utilizado para recuperação de vapor de baixa pressão, sendo um dispositivo barato, de baixa manutenção e de funcionamento mecânico. O funcionamento consiste em um fluido primário de alta pressão que passa através de um bico convergente divergente, o que faz o escoamento aumentar sua velocidade. Ao sair do bico, o fluido primário encontra-se com o fluido secundário, de baixa pressão, onde o “arrasta” e entra em um processo de mistura entre os dois escoamentos até chegar em um difusor, onde o escoamento aumenta a pressão até um valor intermediário.

Um parâmetro importante e que foi foco neste estudo é a razão de arrastamento do termocompressor. Esta razão refere-se a quantidade de vazão secundária (baixa pressão) que é arrastada pela vazão primária (alta pressão).



A proposta do projeto foi um estudo da aplicação do termocompressor na linha de limpeza das caldeiras em uma indústria de celulose, com o objetivo de gerar mais energia. Sopradores que utilizam o próprio vapor da linha para a limpeza de fuligem das caldeiras são utilizadas recebendo vapor direto da caldeira. Pela pressão na caldeira ser muito alta, é necessário a utilização de uma válvula que reduz essa pressão para valores menores. Essa energia perdida pode ser reutilizada ao se introduzir um termocompressor no lugar, onde parte da vazão é desviada para a turbina, gerando mais energia, e recuperada posteriormente pelo próprio termocompressor.

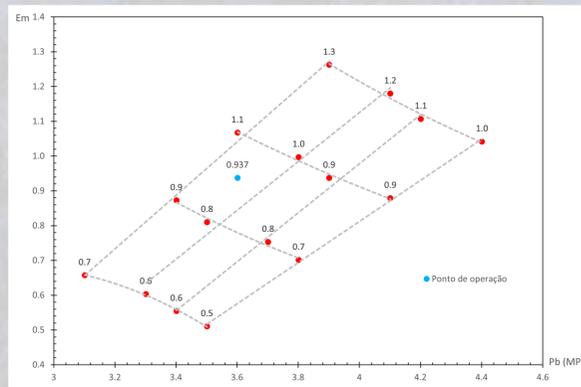
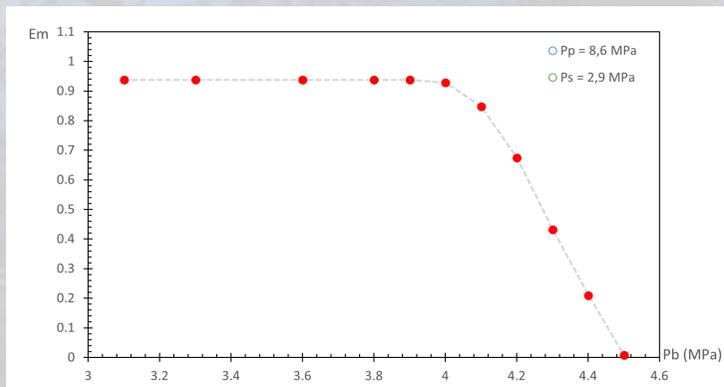


O desenvolvimento do projeto consiste em um modelo da literatura adaptado para gases reais. Este modelo foi validado através da ferramenta numérica CFD (Computational Fluid Dynamics) verificando suas vazões, além do comportamento do escoamento ao longo do termocompressor. Em uma simulação bidimensional, detecta-se um fenômeno comum em jatos de escoamento supersônico conhecido como *over-expanded*, causado pela diferença de pressão entre a saída do bico e a pressão logo à jusante dela. Este fenômeno acaba gerando uma onda de choque indesejada no interior do bico interferindo no funcionamento adequado do termocompressor (à esquerda). A solução desde problema foi diminuir a área de saída do bico, aproximando a sua pressão ao valor da região a jusante. Assim o escoamento mantém uma área efetiva constante, arrastando o fluido secundário com melhor desempenho (à direita)

Steam Energy Recycle

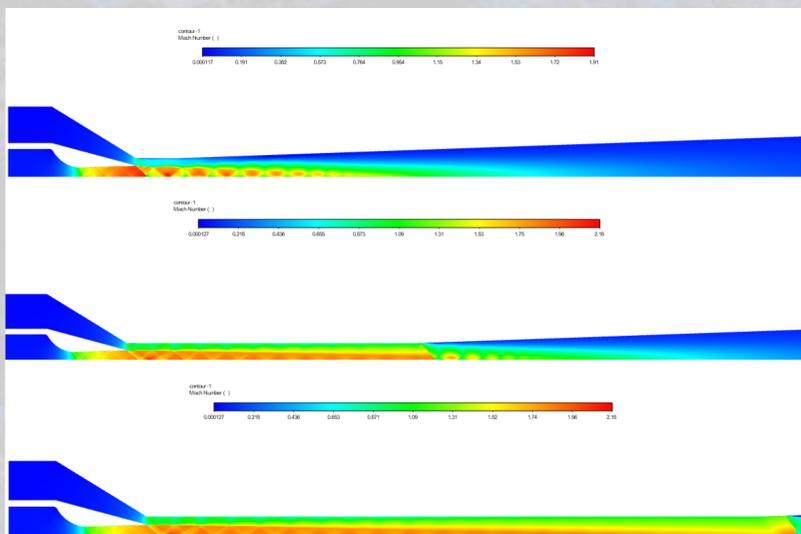
Alunos: Barbara F. da Silva, Gabriel V. Cruz, João Gabriel M. de Souza, Kaique Berardinelli, Leonardo S. Mitsugui, Lucas dos S. Zamboni, Marcela P. Ferreira, Pedro A. Paschoalin, Vinicius B. Leite

Orientador: Prof. Dr. Cyro Albuquerque Neto



Com o auxílio da simulação numérica, são levantadas curvas de desempenho em diversas condições de pressão. À esquerda, a curva característica do ponto de operação proposto determina as pressões saída (P_b) que condiciona maior arrastamento do fluido secundário pelo primário (E_m), conhecido como condição *on-design* e, a partir de uma pressão de saída crítica esse arrastamento perde eficiência, condição conhecida como *off-design*, chegando ao bloqueio total do escoamento.

À direita, um levantamento de um mapa de operações do termocompressor, determinando os pontos críticos ao variar as pressões primárias (curvas descendentes) e as secundárias (curvas ascendentes) em relação a razão de arrastamento e a pressão de saída.



O estudo leva em conta também a variação da seção constante de mistura, a fim de se avaliar sua influência. Percebe-se que ao encurtar o comprimento, o escoamento perde a forma desejada com onda de choque no final da seção (condição *on-design*), assim diminuindo o valor de arrastamento máximo do termocompressor. Para as condições propostas o valor mínimo do comprimento da seção constante foi de 0,350 m (figura ao centro), acima deste valor observa-se um aumento na intensidade da onda de choque, porém uma vez atingido o valor máximo de arrastamento nada se altera em questão de vazão.

Um estudo preliminar de viabilidade econômica é levantado no projeto. Este estudo considera apenas o custo de um termocompressor no mercado e o quanto ele se pagaria ao ser aplicado na condição proposta. Gerando um adicional de 650 kWh, é determinado que o custo de um termocompressor se pagaria em apenas dois meses de operação (condição de estudo avaliando apenas a troca da válvula pelo termocompressor, sem considerar as demais obras de mudança da linha completa). Em relação a energia gerada, caso seja revendida à rede pública ou utilizada em outro processo interno dentro da própria usina, o saving anual pode alcançar o valor de R\$ 2.2 MI

Mês	Fluxo	Fluxo de Caixa Descontado	
	No mês R\$	No mês R\$	Acumulado R\$
0	-211450,00	-211450,00	-211450,00
1	185508,00	181728,00	-29722,00
2	185508,00	178025,00	148303,00
3	185508,00	174398,00	322701,00