

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DA QUEIMA SUPLEMENTAR EM CALDEIRAS DE RECUPERAÇÃO USANDO ANSYS CFX

André Luiz Vieira, andreluiz.vieira@thyssenkrupp.com¹
Lucilene de Oliveira Rodrigues, lucilener@unifei.edu.br²
Fagner Luís Goulart Dias, fagner@unifei.edu.br²
Marco Antonio Rosa do Nascimento, marcoantonio@unifei.edu.br²
Luiz Fernando Valadão Flôres, valadao@unifei.edu.br²
Eraldo Cruz dos Santos, eraldocs@ufpa.edu.br³

¹ThyssenKrupp CSA, Av. João XXIII, s/n – Distrito Industrial Santa Cruz – Rio de Janeiro / RJ CEP: 23560-352

²Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Av. BPS 1303, cx 50, bairro Pinheirinho, Itajubá - MG, CEP 37500-903

³Universidade Federal do Pará - UFPA, Rua Augusto Corrêa, cx 479, Guamá- PA, CEP 66075-110

Resumo: As turbinas a gás associadas às caldeiras de recuperação de calor tem sido utilizadas em inúmeras aplicações de geração de energia, visando o aproveitamento da energia térmica residual contida nos gases de escape. Considerando a atividade siderúrgica como grande consumidora de energia, a busca por processos mais eficientes e confiáveis tem sido recorrente. Contudo, isto representa um desafio, seja pela variação intensa da composição do combustível quanto na disponibilidade do mesmo, prejudicando sobretudo a geração de potência. Neste contexto, este trabalho apresenta um estudo inicial de viabilidade técnica da instalação de queimadores auxiliares nas HRSG visando aumento de desempenho das duas caldeiras de recuperação durante períodos de baixa carga e oscilações de composição das turbinas a gás, instaladas na Usina Termelétrica do Atlântico, UTE-CSA. Foram realizadas simulações numéricas no ANSYS CFX® para diversos posicionamentos dos queimadores, inicialmente alimentados com combustível metano, visando pós queima. Foram identificadas regiões com fortes recirculações e zonas de baixa pressão presentes nas seções superiores da HRSG, resultando em locais com elevada temperatura. Na região de saída, foram notados pontos com temperatura acima da máxima de projeto para os feixes tubulares do superaquecedor da caldeira. Isto reforça a necessidade de novos ajustes e melhorias no projeto e posicionamento dos injetores, bem como o uso de mecanismos e estratégias para direcionar o fluxo adequando-o a um perfil mais uniforme do escoamento na saída do equipamento.

Palavras-chave: queima suplementar, HRSG, duct burner, análise numérica CFD.

1. INTRODUÇÃO

As turbinas a gás associadas às caldeiras de recuperação de calor, denominadas HRSG's, são atualmente utilizadas em uma vasta gama de aplicações de geração de energia, devido à elevada eficácia desta configuração, na qual a energia térmica residual presente no fluxo de gases de escape da turbina a gás é conduzida através da caldeira de recuperação, gerando vapor através da recuperação de calor. Tal vapor pode ser utilizado para alimentar o sistema de ciclo a vapor formando assim o ciclo combinado. Ele apresenta um grau de eficiência e aperfeiçoamento tecnológico superiores, sendo um dos seus principais elemento o gerador de vapor HRSG.

Em usinas siderúrgicas, a visível disponibilidade de combustíveis residuais de baixo custo associada à necessidade de assegurar um suprimento confiável de eletricidade motiva a implantação de unidades auto-produtoras de energia. Considerando o ano de 2012, ocorreram centenas de interrupções consideradas pequenas, entre 15 MW e 100 MW, capazes de deixar sem energia elétrica cerca de 400 mil habitantes, e pelo menos 4 interrupções intensas capazes de deixar dezenas de milhões de pessoas sem energia elétrica, afetando todas as regiões brasileiras, sempre com justificativas pontuais, como incêndios em linhas de transmissão ou curtos-circuitos esporádicos (Brasil Escola, 2015). Em 2014, o risco de apagões continuou, ligado principalmente a estiagem atípica, deixando os reservatórios muito abaixo de suas capacidades máximas.

Diante deste cenário, em certas aplicações, o gás de exaustão contém oxigênio suficiente viabilizando a instalação de um sistema de queima suplementar de combustível. Assim, tal sistema projetado e instalado corretamente pode melhorar a flexibilidade da planta produzindo uma série de benefícios, que incluem o aumento de geração elétrica durante os períodos de pico de demanda; taxas de rampa de partida e recuperação de carga mais rápida.

Por outro lado, a operação destes queimadores reduz a eficiência global do ciclo combinado, e sua inadequada instalação pode contribuir para um aumento das emissões totais da planta e resultar em danos à HRSG causados por fluxo irregular de distribuição de calor, carga térmica excessiva e o desenvolvimento de grandes gradientes térmicos, podendo causar fadiga, falha ou fissuras nas superfícies dos trocadores de calor da HRSG.

Segundo dados da UTE do Atlântico ThyssenKrupp-CSA, a capacidade operacional do complexo siderúrgico fornece até 254,8 MW da capacidade instalada para a produção de aço e cumpre um papel econômico fundamental com a venda de energia elétrica, destinando até 235,2 MW à comercialização na modalidade de Produção Independente de Energia Elétrica. Deste modo, converte-se os 20 milhões GJ/ano de energia térmica do gás de alto forno, denominado BFG, gerados durante a produção de aço em receita líquida.

O gás BFG, produzido em grandes quantidades, constitui o principal combustível das turbinas a gás do complexo, apresentando um baixo poder calorífico na escala de 3.000 kJ/Nm³ a 3.500 kJ/Nm³. Na planta, parte dele também é usada para aquecer o ar para os regeneradores dos altos fornos, que durante a sua operação normal, operam em ciclos alternativos, provocando uma mudança rápida no fluxo e na composição do gás BFG, constantemente sujeita a bruscas variações devido a instabilidades operacionais nos Altos Fornos.

A Fig. 1a apresenta as flutuações da energia do BFG no ano de 2014 e no primeiro trimestre de 2015, enquanto a Fig. 1b apresenta a flutuação do volume fornecido pelos Altos Fornos no mesmo período.

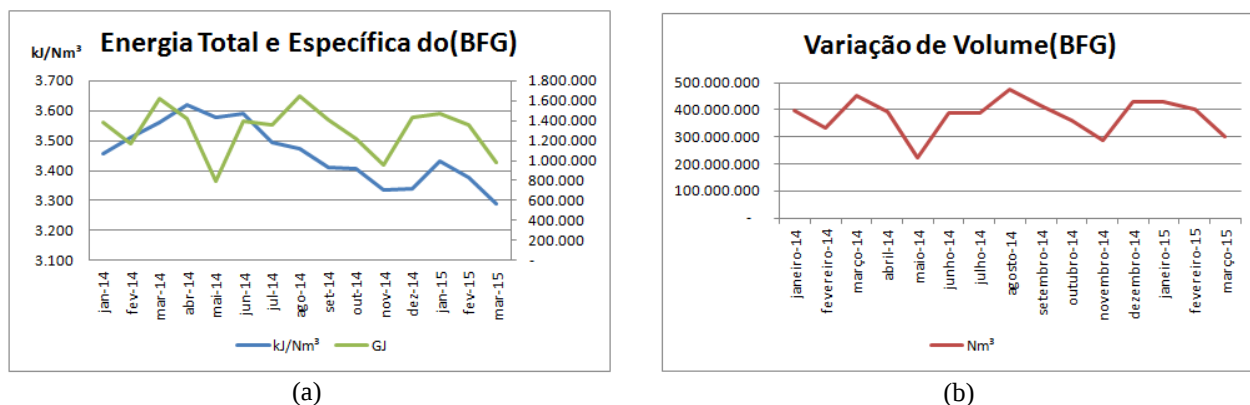


Figura 1. Flutuações observadas no gás BFG. a) energia total e específica b) volume fornecido pelos altos fornos.

Conforme apresentado nas Fig. 2a e 2b estas flutuações do BFG refletem em reduções forçadas na geração de energia elétrica e do calor residual do gás de exaustão nas turbinas a gás por falta de combustível, reduzindo por sua vez a produção de vapor e consecutivamente a geração elétrica na turbina à vapor.

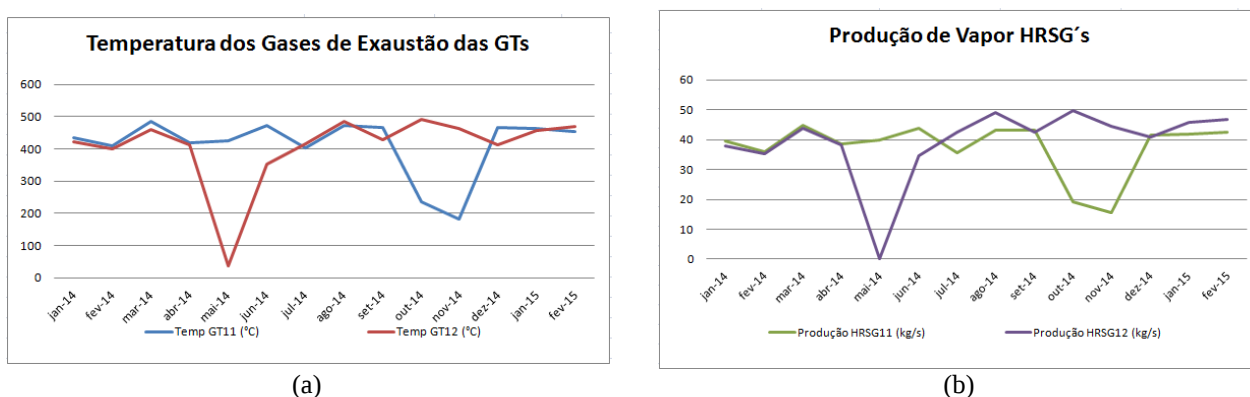


Figura 2. Dados acerca do BFG a) Temperatura dos Gases de exaustão das GT's b) Vapor das HRSG's.

Em geral, as grandes usinas siderúrgicas operam em carga constante, adotando vários turnos de trabalhos para aumento da produtividade, ou seja, as instalações das UTE's são projetadas para suprir uma demanda constante. Logo, em caso de perda de geração, pode-se colocar o complexo siderúrgico em risco por perda da capacidade de garantir a operação em ilha, em situações de *black-out* e a pesados prejuízos por alta demanda de energia (Vieira, 2015).

Neste contexto, este trabalho avalia preliminarmente por meio de análises numéricas em CFD a possibilidade de um incremento de energia através de uma combustão suplementar nas HRSG's durante os períodos de queda e/ou variação da composição do gás BFG, o que permitiria a elevação do vapor à temperaturas maiores tornando uma alternativa para se reduzir os impactos negativos durante os períodos de oscilações na produção de gás BFG.

2. CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO DE CALOR COM QUEIMA SUPLEMENTAR

As caldeiras de recuperação com queima suplementar, denominado *duct burners*, são necessárias quando se deseja aumentar a capacidade de produção de vapor na caldeira ou a potência gerada no ciclo inferior a vapor. A Fig. 3a demonstra um esquemático básico de HRSG com queima suplementar enquanto a Fig. 3b apresenta um exemplo de queimador do tipo concêntrico geralmente empregado.

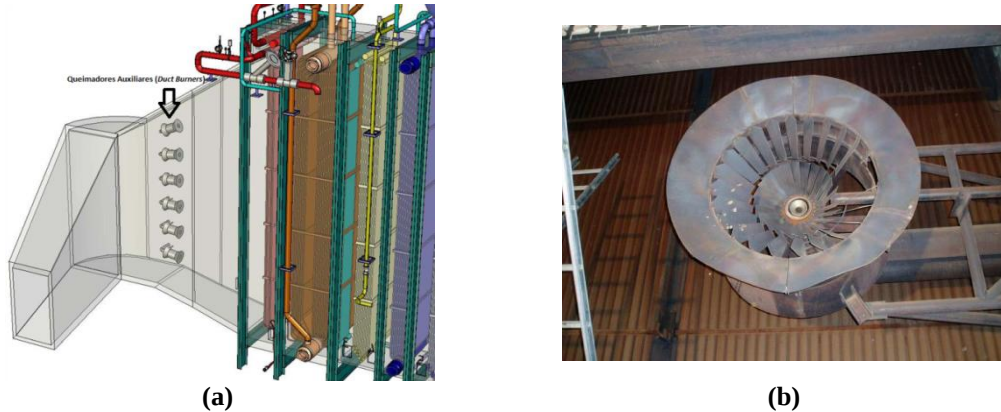


Figura 3. Detalhes de uma HRSG. a) esquema com queima suplementar. b) queimadores tipo concêntrico HRSG Training Course Evonik Brazil, (2010).

3. MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A QUEIMADORES DE DUTO

Recentemente o uso de códigos numéricos na busca de alternativas que melhorem o desempenho ou eficiência dos atuais ciclos termodinâmicos em plantas de potência e calor, especialmente na indústria de geração de energia elétrica, tem sido largamente aplicados. Diversos estudos e pesquisas com foco no uso do CFD em análises de sistemas de potência, fundamentados na tecnologia de turbinas a gás e HRSG's aplicadas à geração de energia elétrica ou em instalações de cogeração tem sido foram publicados.

Lezsovits *et al.* (2010) investigaram numericamente e experimentalmente uma configuração de turbina a gás e HRSG com *duct burners*, cujas as emissões de CO estavam acima do permitido legalmente, excedendo a 200 mg/MJ. O modelo RNG $k - \varepsilon$ padrão foi utilizado como modelo de turbulência, elementos de malha tetraédricos e refinada na entrada do duto e em torno do plano do queimador. Devido ao perfil de escoamento dos gases de escape da turbina a gás, havia uma distribuição irregular de fluxo no local do queimador, conforme descrito pela Fig. 4.

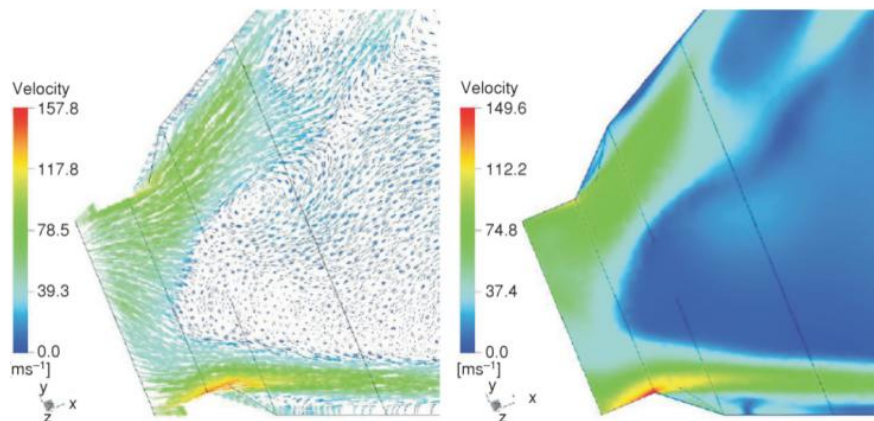


Figura 4. Distribuição da velocidade no fluxo dos gases de exaustão. (Lezsovits *et al.*, 2010).

Chiummo *et al.* (2006) avaliaram três configurações de queimadores de duto numericamente, variando-se as velocidades do combustível e do gás de exaustão, fixando-se a concentração de oxigênio e a temperatura de exaustão. O processo de combustão foi modelado usando-se o laminar *Flamelets Model*, que envolveu 17 espécies. Para modelagem do fenômeno de turbulência, foi utilizado o *Reynolds Stress Model*. O objetivo deste trabalho foi investigar algumas diferentes configurações do queimador, buscando-se compreender a influência do ângulo, dimensão de furos e velocidades do combustível e do gás de exaustão sobre o comportamento da chama. A Figura 5 mostra o resultado de

uma das melhores configurações encontradas, um queimador com 4 orifícios de diâmetro de 7,5 mm e difusores com 60% de inclinação, observa-se uma chama bem ancorada e mais estável.

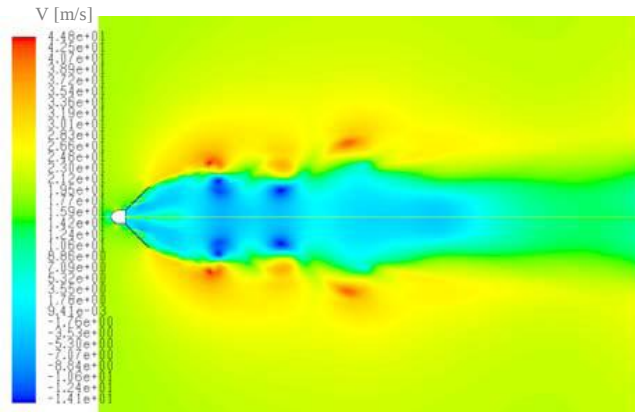


Figura 5. Velocidade axial ao longo do queimador. (Chiummo *et al.* 2006).

4. CONDIÇÕES NUMÉRICAS

Ao longo dos casos avaliados, diversas condições de contorno foram empregadas conforme apresentado nas próximas seções.

4.1. Domínio de interesse

A seção a ser estudada neste trabalho é a região que engloba a saída da exaustão da turbina a gás. A Fig. 6 fornece as dimensões necessárias bem como a malha gerada. Foram considerados apenas metade do domínio, em virtude da simetria geométrica já existente, exigindo a análise da metade do fluxo total, tanto no caso da entrada de ar, como na entrada de combustível, quando instalado o *duct burner*. A malha empregada foi tipo tetraédrica, não estruturada, com total de 1, 4 milhões de elementos e 240 mil nós. Foi utilizado um refinamento de malha nas regiões críticas, tais como orifícios de injeção de combustível.

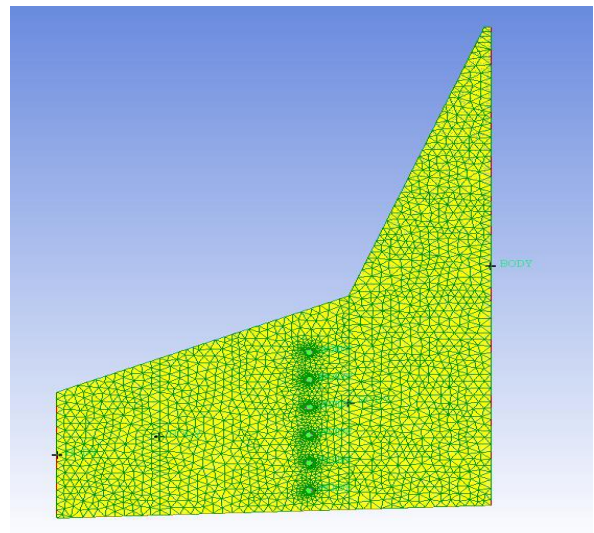
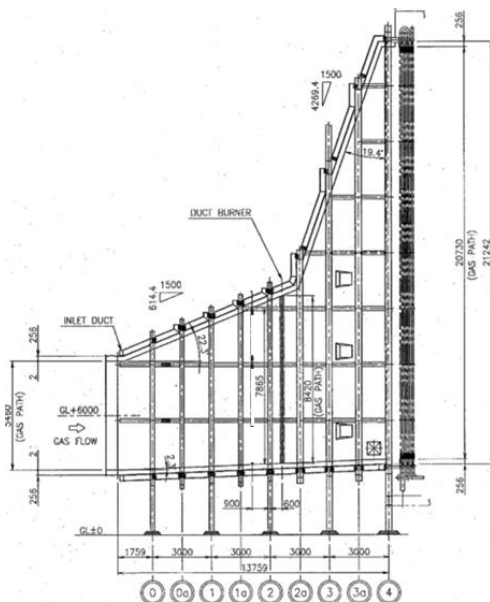


Figura 6. Desenho da vista lateral da seção do duto de entrada da HRSG da UTE do Atlântico Manual Kawasaki, (2007).

As superfícies do domínio e a condição de simetria consideradas estão ilustradas na Fig.7.

4.2. Condições de Projeto

A composição do BFG queimado na câmara de combustão da turbina foi obtida através de uma análise cromatográfica, conforme Tab. 1, sendo o PCI do gás analisado de 3190,7 kJ/m³.

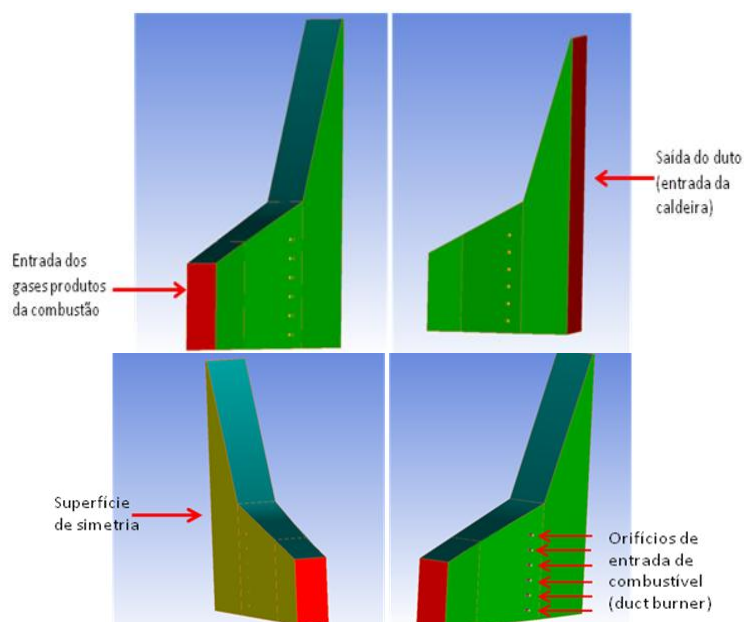


Figura 7. Superfícies de domínio e simplificações adotadas

Tabela1. Composição do Combustível Queimado na Câmara de Combustão da Turbina à Gás.

Componente	Composição, % mol
H ₂	3,531
O ₂	0,953
N ₂	52,176
CH ₄	0,075
CO	21,686
CO ₂	19,503

O combustível previsto para operação com *duct burner* será o gás natural, contudo visando comparação com estudos preliminares feitos pela fabricante Kawasaki, apenas o combustível metano foi avaliado nestas simulações. As condições de projeto foram obtidas através de dados operacionais da planta, utilizados para iniciar as simulações e verificar os resultados obtidos. Na entrada da HRSG, os produtos da combustão do BFG queimados na câmara de combustão da turbina a gás estão listados na Tab. 2.

Tabela 2. Composição dos gases de exaustão da câmara de combustão.

Componente	Fração mássica
CO	$5,05 \cdot 10^{-7}$
CO ₂	0,18851
H ₂ O	0,02152
N ₂	0,66536
NO ₂	$4,57 \cdot 10^{-7}$
O ₂	0,1246

As condições de contorno são apresentadas na Tab. 3, mantidas em todos os cálculos realizados. Em razão da análise de metade do domínio, as quantidades de ar e combustível referidas na Tab. 2, foram reduzidas à metade.

4.3. Modelos Numéricos Utilizados

Para a modelagem da turbulência foram utilizados o modelo RNG k-ε, em razão dos resultados obtidos por Ameri (2013) na comparação entre o modelo RSM e RNG k-ε. O modelo de combustão utilizado foi uma combinação dos modelos *Eddy Dissipation* e *Finite Rate Chemistry*. O modelo *Eddy Dissipation* tem como fundamento que a reação química ocorre mais rapidamente do que o processo de transporte do escoamento. Este conceito de controle da reação é aplicado em diversos problemas de combustão a nível industrial onde a taxa de reação química é mais rápida do que a taxa de mistura das espécies (Abdu, 2005).

Para uso do modelo de radiação, foram investigados a aproximação P1 e o Método das transferências Discretas são adequadas para representação da radiação em equipamentos de combustão confinada como fornalhas e caldeiras em que o meio participante pode ser considerado semi-transparente e a geometria do domínio computacional não apresenta regiões de razão de aspecto elevadas (Ferreira *et al.* 2014). O modelo de radiação utilizado para este trabalho foi o P1, pois foi considerada a presença de fuligem no processo de combustão.

Tabela 3. Condições de contorno para a seção estudada.

Entrada de ar (gases de escape da câmara de combustão)	Regime de escoamento	subsônico
	Temperatura	761,7 K
	Vazão em massa	156,85 kg/s
Entrada de combustível	Regime de escoamento	subsônico
	Temperatura	298 K
	Vazão em massa	0,611 kg/s
Saída	Regime de escoamento	Subsônico
	Massa e Momento	pressão total média
	Pressão relativa	101869 Pa
Paredes	Transferência de calor	adiabática
	Radiação térmica	opaco
	Condição de parede	não deslizamento

4.4. Análise do Domínio Atual (sem duct burner)

A primeira análise foi feita sem instalação do *duct burner*, de modo a verificar os modelos numéricos empregados. Em razão das paredes foram consideradas adiabáticas e de acordo com perfil de velocidade previamente obtido na Fig. 8a, pode-se esperar um perfil de temperatura na entrada da caldeira uniforme. Na Fig. 8b pode ser observado que há uma variação mínima na temperatura entre a entrada e a saída, conforme esperado e resultado das considerações de contorno empregadas.

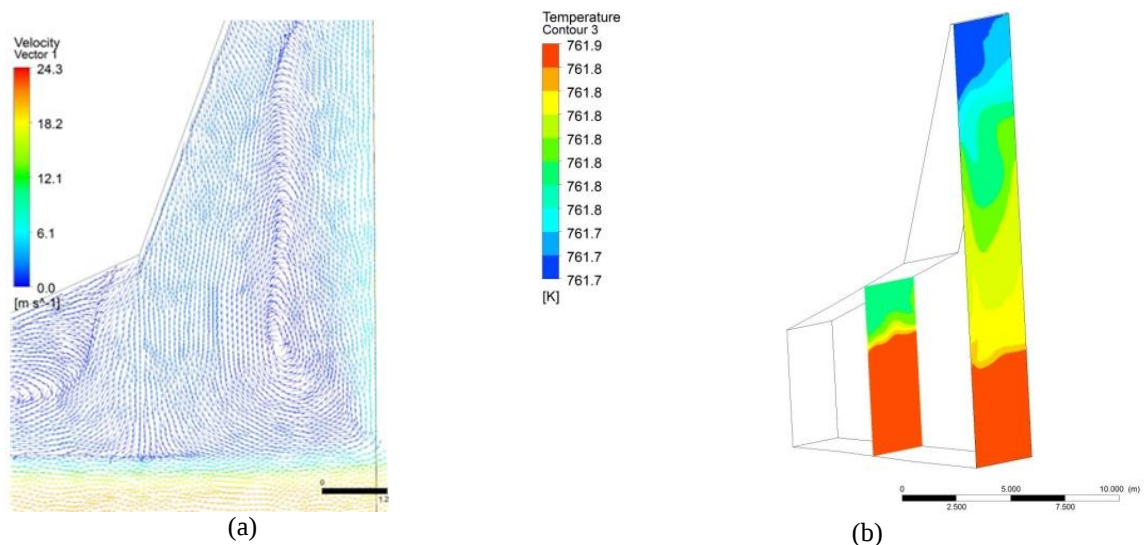


Figura 8. Resultados numéricos do domínio sem duct burner.

(a) Perfil de velocidade e detalhes da recirculação e (b) distribuição de temperatura no plano de saída

4.5. Análise da Geometria após a Inclusão do duct burner

Neste análise, foi confeccionada uma geometria com a inclusão de um *duct burner* simplificado, localizado próximo à variação de seção do duto de entrada. A quantidade de combustível inicial utilizada foi retirada de um estudo realizado pela Kawasaki para a inclusão de um *duct burner* comercial na usina. O valor para a vazão mássica de combustível estimada pela Kawasaki foi de 4,400 kg/h. Como as simulações estão sendo realizadas com metade do domínio, este valor foi reduzido a 2,200kg/h que é igual a 0,611 kg/s.

A localização empregada do *duct burner* baseou-se numa análise preliminar para verificar o comportamento do global. Como a caldeira originalmente instalada na UTE do Atlântico não foi projetada para essa condição de escoamento, existe a possibilidade da inclusão de um combustível suplementar não ser uma alteração viável para este sistema. Na Fig. 9a e 9b pode ser observado o novo perfil de velocidade ao longo do plano longitudinal central passando no centro de uma fileira de injetores de combustível. Verifica-se um aumento de 3,6 m/s na velocidade

máxima no perfil analisado como também uma alteração significativa na região de baixa pressão, ou seja, na região onde há maior recirculação à baixa velocidade.

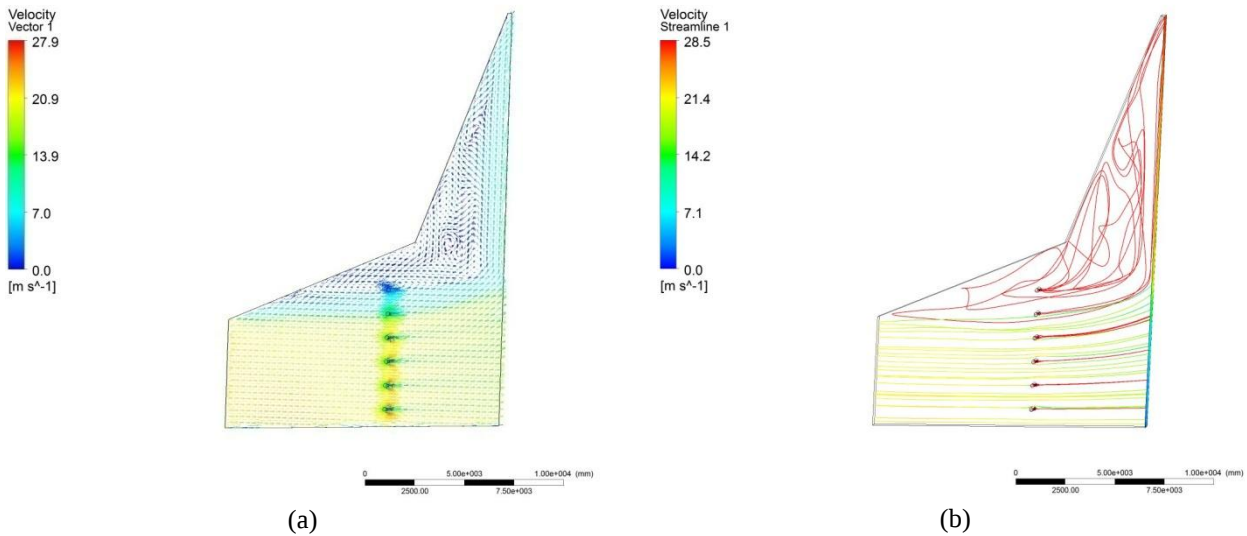


Figura 9. Perfil de velocidade ao longo do plano longitudinal (a) vetores velocidade (b) linhas de corrente

Através das linhas de correntes partindo da entrada de ar (gases de escape da câmara de combustão) e combustível, observar-se na Fig. 9b, a concentração do combustível na região de baixa pressão, podendo causar um aumento da temperatura nesta região devido à estagnação do fluxo. Esta tendência de aumento da temperatura na região superior da seção, pode ser observada na Fig. 10, onde é mostrado o perfil de temperatura na saída do domínio. Um perfil com grande variação de temperatura é formado com uma temperatura máxima de 1290 K, podendo causar danos ao material pois é superior à temperatura de projeto da tubulação da caldeira (temperatura máxima considerando a resistência do material é de 540 °C ou 813 K). Nota-se pela Fig. 10 que a temperatura média na saída do domínio é de 1097,79 K, porém o mais crítico é a temperatura máxima permanecer superior à 813 K.

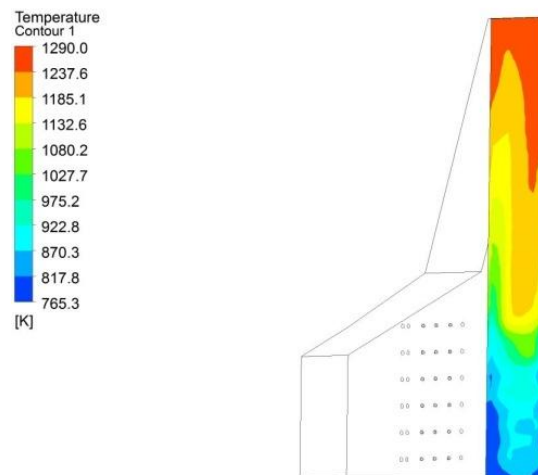


Figura 10. Perfil de temperatura na entrada da caldeira

4.6. Análise 2 da geometria após a inclusão do *duct burner*

Visando reduzir a temperatura média uma redução na quantidade de massa foi testada. Considerando uma eficiência de combustão de 80%, obteve-se a quantidade de combustível necessária para atingir-se 540 °C, na saída da seção, cujo valor foi de 0,2199 kg/s.

Analisando o perfil de velocidade ao longo do plano longitudinal, Fig. 11, observa-se que houve uma alteração um pouco mais significativa em relação à simulação inicial, mas ainda insuficiente para reduzir a temperatura para o objetivo de 540 °C. A diferença é percebida na região de baixa pressão, pois a velocidade do fluxo principal é muito grande pra ser afetada pela quantidade de combustível. Não muito diferente dos resultados anteriores, a distribuição e magnitude de temperatura na saída da seção continua inadequada. Neste caso, a temperatura máxima é de 1030,2 K e a temperatura média na saída do domínio é de 948,6 K, Fig. 12b.

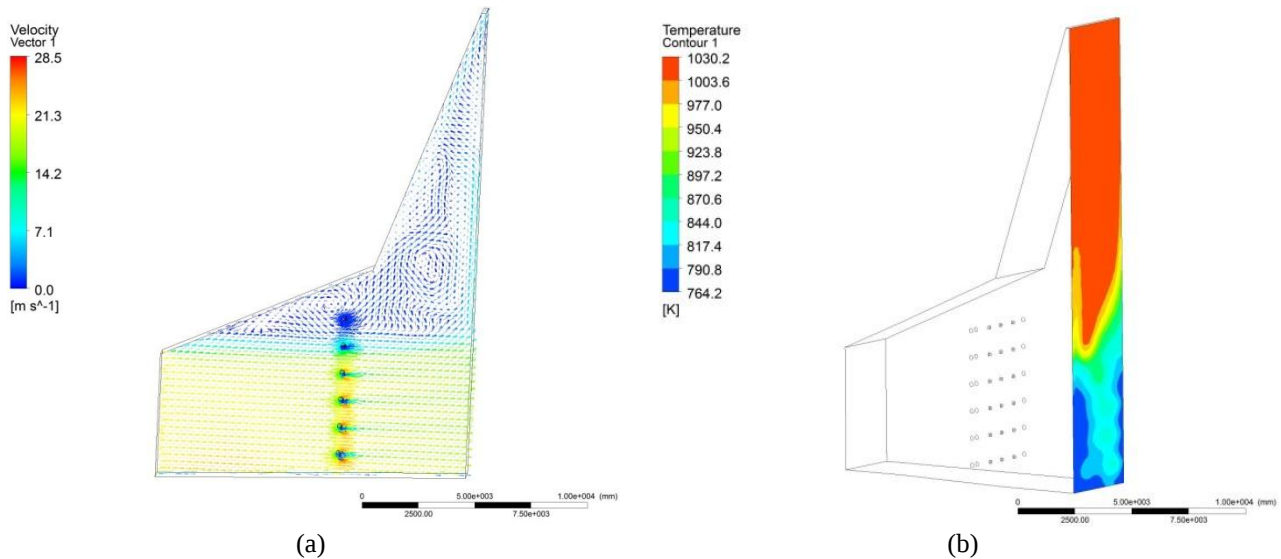


Figura 11. Resultados numéricos para análise 2
(a) Vetores velocidade (b) Perfil de temperatura na entrada da caldeira

4.7. Análise 3 da geometria após a inclusão do *duct burner*

Depois de fazer inúmeras tentativas com vazões mássicas diferentes para os injetores de combustível, o valor que mais se aproximou foi o de 0,2199 kg/s. Porém, a distribuição de temperatura ainda não estava adequada, ou seja deve-se buscar outro caminho para se obter o perfil e a temperatura desejados. Baseando resultados contidos na literatura, o uso de mecanismos visando alteração no caminho do fluxo pode permitir corrigir as várias recirculações e zonas de baixa pressão presentes na parte superior da seção de entrada da caldeira, cuja geometria testada é mostrada na Fig. 12.

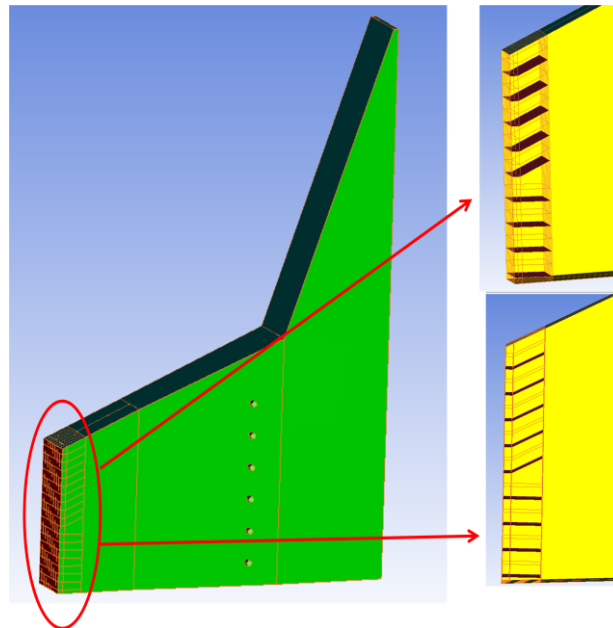


Figura 12. Geometria com direcionador de ar ou difusor

Através do perfil de velocidade, Fig. 13a, observa-se que o fluxo se divide fazendo que a região de baixa pressão seja agora bem menor, distribuindo melhor a temperatura. As aletas colocadas na entrada da seção direcionam o fluxo criando uma nova corrente com velocidades maiores, Fig. 13a. Tal resultado observado se confirma na Fig. 13b. Pode-se observar que a variação da temperatura é menor, sendo a temperatura máxima verificada de 1004,9 K e a temperatura média de 829,9K. Analisando a Fig. 13b, observa-se um perfil bem diferente, onde o combustível não mais se concentra na parte superior da seção.

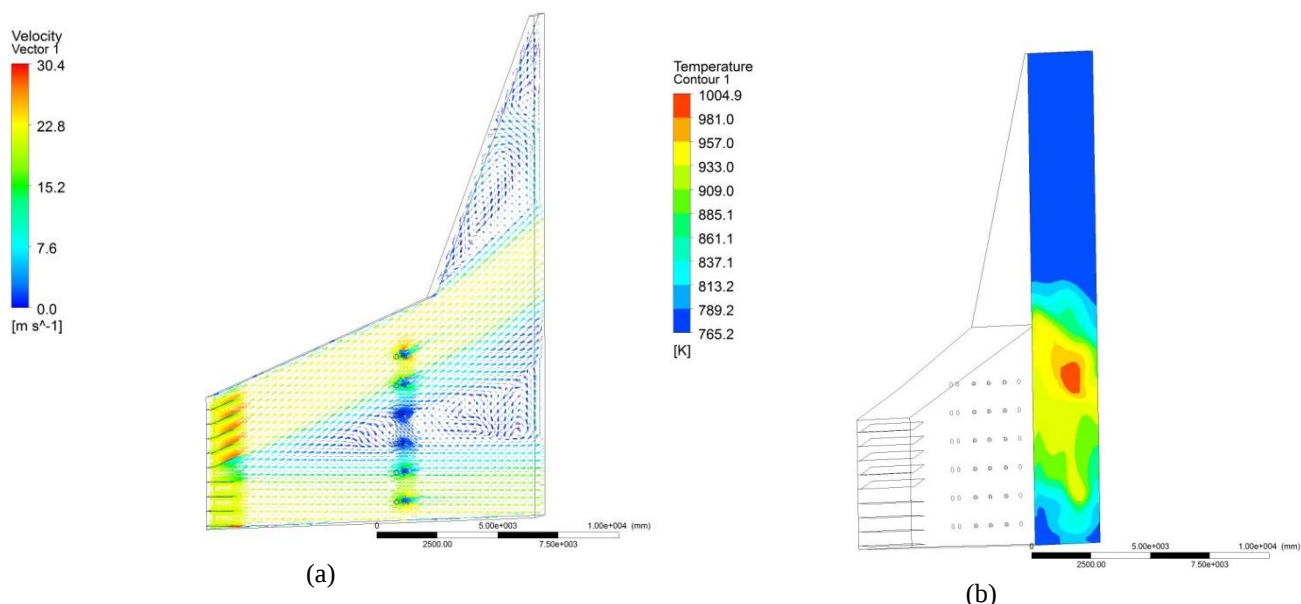


Figura 13. Perfil e magnitude de velocidade a) vetores velocidade b) temperatura plano de saída

Na Fig. 14, pode-se observar um outro perfil de temperatura na saída, além do perfil ao longo do plano de simetria. Uma região de maior temperatura na região de baixa pressão novamente é verificada, indicando a necessidade novas investigações e melhoria na geometria e no posicionamento dos injetores.

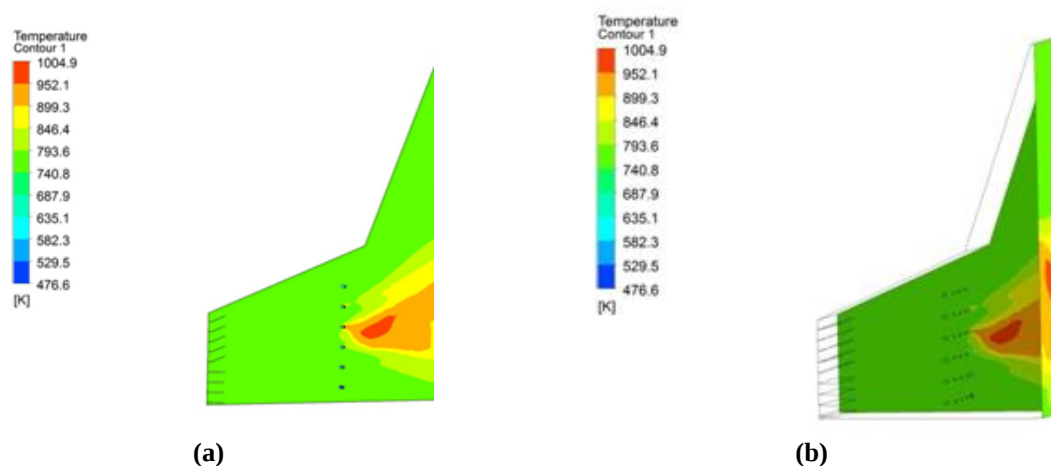


Figura 14. Avaliação do perfil de temperatura. (a) plano de simetria b) plano de saída

5. CONCLUSÕES

Com as simulações realizadas no ANSYS CFX®, com foco no objetivo que é um perfil na entrada da caldeira com valor máximo de 540°C (limite de resistência), pode-se observar que a instalação do *duct burner* no início da região de difusão da seção de entrada da caldeira com a quantidade inicial de combustível proposta pela Kawasaki resulta em temperaturas elevadas na entrada da caldeira e que com a redução da quantidade de combustível a valores menores quando comparados com os dados iniciais, o perfil de temperatura na entrada da caldeira permanece ainda elevado, com valores acima do limite de temperatura do material da tubulação da caldeira. O comportamento da chama e da distribuição dos vetores velocidade ao longo da câmara da caldeira também puderam ser identificados pelas simulações numéricas. Neste caso, regiões de recirculação e aceleração do escoamento foram localizadas. A geometria da seção de entrada da caldeira resulta em uma zona de recirculação e baixa pressão, refletindo numa concentração da chama e elevação da temperatura no perfil de saída.

Após a introdução de aletas, visando mudar a direção do fluxo principal, a distribuição de temperatura no perfil de saída se torna um perfil mais homogêneo, porém ainda não o suficiente para alcançar o objetivo traçado.

Porém, conforme revelado pelas simulações, após mais alguns ajustes realizados através do uso da metodologia, principalmente com o objetivo de melhora no caminho do fluxo com diminuição das recirculações e zonas de baixa pressão na parte superior da seção de entrada da caldeira. Neste sentido, o estudo detalhado de mecanismos de distribuição das velocidades e de um projeto de posicionamento dos queimadores devem ser investigado, principalmente pelo forte impacto que produzem no escoamento. Tais investigações incluem, por exemplo, o estudo do escoamento a partir de diferentes ângulos das aletas e formato das mesmas.

Para finalizar, os resultados obtidos ao longo deste trabalho, poderão auxiliar o projeto preliminar de queima auxiliar na HRSG estudada, facilitando a identificação das regiões em conflito e que precisam ser investigadas, reduzindo assim, o tempo total de projeto.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro imprescindível para realização deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- Ameri, M., 2013, "The CFD Modeling of Heat Recovery Steam Generator Inlet Duct", International Journal of Energy Engineering (IJEE) Jun. 2013, Vol. 3 Iss. 3, PP. 74-79.
- Brasil Escola, 2015, "Planejamento Energético do Brasil e Iminência de uma nova Crise no Setor- Apagão". Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/planejamento-energetico-brasil-iminencia-uma-nova-crise-no-setor-apagao.htm>. Acesso em: 18/01/2015.
- Chiummo, G., Nardo, A. D., Giammartini, S., Mongiello, C., Noviello, C., 2006. "Parametrical Analysis on a Exhaust Gas-Methane Burner in Steady-State Conditions: A Post-Combustion Case".
- Ferreira, D. J. O., Sosa Arnao J. H., Moreira B. C., Rangel, L. P., Park S. W., 2014, "Impacto da Radiação na Modelagem de uma Caldeira de Bagaço de Cana de Açúcar".
- HRSG Thery, 2010, "HRSG Training Course, Evonik Technical Seminar", Rio de Janeiro.
- Lezsovit, F., Könczöl, S., Sztankó, K., 2010, "CO Emission Reduction of a HRSG Duct Burner".
- Tenbusch, A.F., 2003, "CFD Modeling of Cogeneration Burner Applications and the Significance of Radiative Heat Transfer Effects".
- Vieira, A. L., 2015, "Estudo em CFD da Queima Suplementar em Caldeiras de Recuperação", Itajubá, Dissertação (Mestrado em Conversão de Energia) - Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, 109p.

8. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DA QUEIMA SUPLEMENTAR EM CALDEIRAS DE RECUPERAÇÃO USANDO ANSYS CFX

André Luiz Vieira, andreluiz.vieira@thyssenkrupp.com¹

Lucilene de Oliveira Rodrigues, lucilener@unifei.edu.br²

Fagner Luís Goulart Dias, fagner@unifei.edu.br²

Marco Antonio Rosa do Nascimento, marcoantonio@unifei.edu.br²

Luiz Fernando Valadão Flôres, valadao@unifei.edu.br²

Eraldo Cruz dos Santos, eraldocs@ufpa.edu.br³

¹ThyssenKrupp CSA, Av. João XXIII, s/n – Distrito Industrial Santa Cruz – Rio de Janeiro / RJ CEP: 23560-352

²Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Av. BPS 1303, cx 50, bairro Pinheirinho, Itajubá - MG, CEP 37500-903

³Universidade Federal do Pará - UFPA, Rua Augusto Corrêa, cx 479, Guamá- PA, CEP 66075-110

Abstract. Gas turbines associated with the heat recovery boilers has been used in many power generation applications, mainly by the utilization of residual thermal energy contained in the exhaust gas. Considering the metallurgical activity as a major energy consumer, the search for more efficient and reliable processes have been recurrent. However, this represents a challenge, either by intense variation of the fuel composition and the availability thereof, especially damaging power generation. In this context, this work presents an initial technical feasibility study of the installation of auxiliary burners in a HRSG equipment, in order to increase the performance of two recovery boilers during periods of low load (partial load) and composition fluctuations of gas turbines, installed in Atlantic Thermal Power Plant, UTE-CSA. Numerical simulations were performed in ANSYS CFX® for different positions of the burners initially fed with methane fuel, aiming post burn. Different zones have been identified with strong recirculation and low pressure, mainly in the upper sections of the HRSG, resulting in a high temperature location. On the output section, it was noted locals with a temperature above the maximum design for bank tubes of the boiler superheater. This enhances the important of additional adjustments in the design and positioning of the injectors beyond the use of mechanisms and strategies to direct the flow and adjusting it, in order to obtain more uniform profile of flow in the output zone.

Keywords: keyword duct burner, HRSG, boiler, numerical analysis, CFD.