

P203: Solução EcoHouse para o Uso Consciente da Água e Melhoria de Eficiência Energética em Sistemas de Aquecimento de Água a Gás Natural – Ciclo 2015/2016

Maria Tereza Voltarelli¹; Claudio Azer Maluf²

1 Comgás – Companhia de Gás de São Paulo.

2 Solve – Eficiência Energética, Projetos e Consultoria em Engenharia Ltda.

Resumo – Os sistemas de aquecimento de água a gás utilizados no Brasil, centrais ou individuais, para comércios ou residências, compartilham, na quase totalidade das vezes, com o desperdício de considerável quantidade de água, até que ocorra a chegada da água efetivamente quente ao ponto de utilização. Os pontos de consumo em sistemas de aquecimento a gás demandam, na grande maioria das vezes, altas taxas de vazão, o que acarreta em maior consumo de água e, conseqüentemente, maior consumo de GN. Por outro lado, os gases de combustão liberados pelo aquecedor através de dutos de chaminé, apresentam ainda grande quantidade de calor. A temperatura destes gases, que comumente ultrapassa os 180°C, denota a ocorrência de desperdício de energia térmica, gerada, porém não totalmente transferida à água. Diante destas considerações, o intuito deste trabalho é buscar melhoria da eficiência no uso não apenas do gás, através da utilização de calor residual, mas também da água, seja através do uso de duchas econômicas, seja através do aproveitamento da água estagnada.

Palavras-chave: recuperação de rejeitos térmicos; ducha de baixíssima vazão; recuperação de água estagnada; gás natural; eficiência energética.

Introdução

Os sistemas de aquecimento de água a gás utilizados no Brasil, centrais ou individuais, para comércios ou residências, compartilham de quatro características: geração da água quente não ocorre no local onde é consumida; duchas com altas taxas de vazões; uso de duchas de baixíssima vazão não difundido localmente; uso de aquecedores de alto rendimento, ou recuperadores, não difundido no país.

Desta forma, há grande desperdício de água e de energia tanto no processo de geração / transferência de calor, quanto no processo de uso da água quente.

Diante deste cenário, o foco deste trabalho é a redução do desperdício de água e energia, seja durante o processo de aquecimento da água ou durante seu uso.

Desenvolvimento

A pesquisa foi desenvolvida em três principais frentes de trabalho e cada uma delas visava o atingimento de metas específicas. A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, em cada uma das etapas, será descrita na sequência.

A. Recuperação de calor dos gases de exaustão

O objetivo desta frente de trabalho é o modelamento de um dispositivo recuperador

de calor, para ser acoplado à saída de gases de exaustão em aquecedores de passagem, de forma a possibilitar a transferência do calor residual contido nestes gases, de forma a pré-aquecer a água e, portanto, elevar o rendimento de queima do aparelho. Após construção de diversos modelos em software 3D, sucedeu-se uma etapa de simulação em ferramenta de análise fluidodinâmica computacional – CFD. Através do uso desta ferramenta, em conjunto com a realização de ensaios práticos para levantamento de parâmetros operacionais em aquecedores e construção de protótipo simplificado do dispositivo recuperação para validação dos resultados computacionais, chegou-se em uma proposta de modelo vencedor em termos de aproveitamento térmico, resguardadas as necessidades e limitações físicas (geometria e massa do dispositivo). Como a extração de calor dos gases de combustão gera a formação de condensado ácido, a neutralização e descarte deste líquido também foi abordada na pesquisa. A praticidade e estética da instalação do dispositivo foram alvos complementares do trabalho.

B. Duchas de baixíssima vazão

Esta frente teve como foco a identificação de duchas que supostamente apresentam ótimo desempenho em termos de conforto ao usuário e, concomitantemente, baixíssima vazão. Foram testados quatro modelos, todos eles importados, os quais foram submetidos a

ensaios práticos em bancada, de forma a tornar possível a avaliação de desempenho sob os seguintes aspectos: (1) curva de variação da vazão em função da variação da pressão de trabalho; (2) pressão de trabalho mínima para funcionamento satisfatório; (3) análise de variação da forma de distribuição da água em função da variação da pressão de trabalho; (4) manutenção do padrão de vazão e do conforto em função da variação da pressão.

Tão importante quanto a conscientização do usuário a respeito do uso eficiente da água, a adoção de duchas de baixa vazão é uma ação cujo retorno pode ser observado de forma imediata e em alto grau. Este retorno se observa através não somente da redução de consumo da água em si, mas também do insumo energético utilizado para seu aquecimento (gás natural).

C. *Aproveitamento da água estagnada entre sistema de aquecimento e ponto de consumo*

Nesta frente, foram estudadas possibilidades de se eliminar o desperdício de água ocorrido quando da abertura do ponto de água quente após pausas em seu consumo. Durante as pausas, a água quente no interior da tubulação perde calor e resfria. Quando então há nova demanda por água quente, o volume de água resfriada é desperdiçado até a chegada efetiva da água quente ao ponto. Foram revisados diversos sistemas, dos quais alguns foram testados, entretanto, os resultados mais efetivos, apontam para um sistema cuja configuração compreende a passagem de uma linha de retorno de água por dentro do tubo de alimentação de água quente.

Esta solução é normalmente aplicada em sistemas de aquecimento centrais com prumadas verticais, porém, foi adaptada para a tipologia de instalação alvo deste projeto (sistemas de aquecimento individuais com linha de distribuição horizontal), partindo-se do princípio de que, em muitas das vezes, os sistemas de aquecimento a gás natural substituem o chuveiro elétrico, e, devido à distância entre aquecedor e ponto de consumo, dá-se o problema da espera pela chegada da água quente (e conseqüente desperdício), aspecto que, no caso do sistema substituído, não se aplica.

Em conjunto à solução, chamada "*inLiner*", foi instalado um dispositivo (*Evolve*) imediatamente antes da ducha, com função de bloquear o fluxo da água quente, assim que esta atinge o ponto de consumo. Este dispositivo, exclusivamente mecânico, visa à

eliminação do desperdício de água quente que se dá por conta do mau hábito de grande parte dos usuários que, acostumados com a demora da chegada da água quente, aproveitam o tempo para realizar atividades paralelas, retornando à ducha bem depois da chegada da água quente. Com este dispositivo, o bloqueio de fluxo ocorre automaticamente e sua liberação é feita pelo usuário, no momento em que inicia, de fato, o banho.

Resultados

Por se tratar de um trabalho de pesquisa e desenvolvimento bastante amplo, não se pretende retratar nesta seção todos os resultados obtidos, e sim alguns dos mais relevantes.

A. *Recuperação de calor*

As simulações em CFD, em conjunto com a construção de um dispositivo simples para validação de resultados e continuidade dos trabalhos permitiu a chegada à uma solução eficaz na transferência térmica e viável do ponto de vista da geometria.

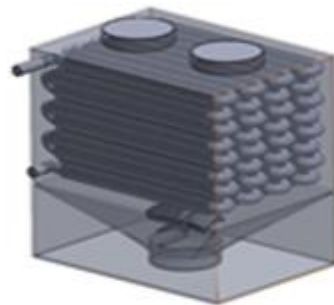


Imagem 1 – Dispositivo modelado no CFD.

Os resultados para a geometria vencedora, a qual incorpora um difusor cuja função é homogeneizar o fluxo dos gases no interior do compartimento, mostraram ganho de eficiência de 14,6%, superando a meta de 10% pré-estabelecida. Quanto ao tratamento e descarte do condensado, chegou-se à uma solução através da adoção de cartucho de mídia calcária, cuja finalidade é o aumento do pH para descarte seguro do condensado.

Outra preocupação do trabalho se relaciona à instalação do dispositivo. Criou-se uma moldura metálica que serve não apenas para sustentar o dispositivo, mas também o próprio aquecedor, com um afastamento entre este e a parede. Este vão possibilita a passagem dos tubos de interligação entre dispositivo e aquecedor, assim como a instalação do neutralizador do condensado de forma esteticamente limpa.

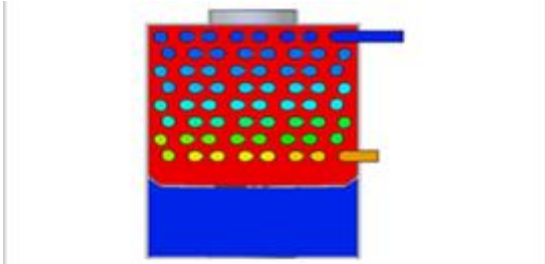


Imagem 2 – Imagem apresentando temperatura da água

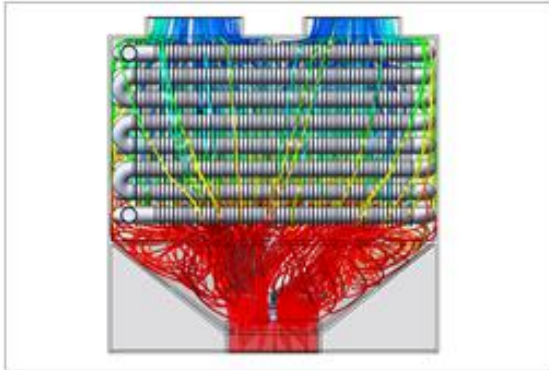


Imagem 3 – Imagem apresentando a trajetória do calor dos gases

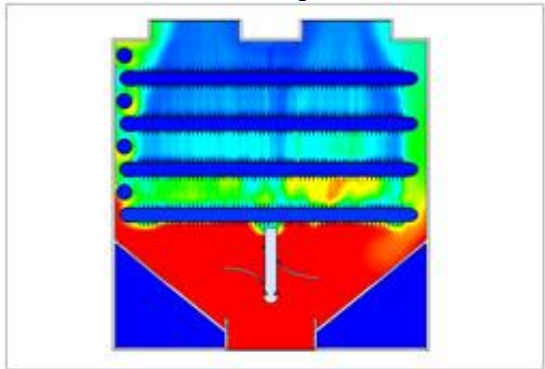


Imagem 4 – Imagem apresentando a temperatura dos gases

B. Duchas de baixíssima vazão

Os resultados apresentam a importância no desenvolvimento e melhorias para as duchas de baixíssima vazão, melhorando na redução do consumo de água e conforto com excelente dispersão dos jatos de água. Abaixo comparativos entre as soluções testadas:

Critérios	Importância do Critério	Duchas			
		Niagara	Delta	Deluxe – Wheldon	Nebia
		10			
	6				Bom
	2				Regular
1	Vazão X Pressão	6	6	6	10
2	Vazão LPM	6	6	6	10
3	Conforto	2	6	10	10
4	Dispersão dos jatos ou névoas	2	10	10	10
5	Funcionamento do aquecedor (Funcionamento do aquecedor (Pressão x Vazão))	2	10	10	2
Total		18	38	42	42

Planilha 1 - Critério e comparação entre as duchas

Dentre as duchas testadas, a Nebia e a Wheldon foram as que demonstraram melhores resultados. O propósito e nicho de mercado delas, entretanto, são bastante distintos. A Nebia é um produto oriundo de uma startup californiana cujo objetivo é proporcionar uma experiência diferente de banho, ainda que com um consumo extremamente baixo de água. Tanto o consumo baixíssimo (inferior à 3 lpm) quanto a experiência de banho (nesta ducha, a água é nebulizada) se comprovaram na prática. A Wheldon, por outro lado, é uma ducha bem mais simples, mas que oferece também um bom conforto e baixa vazão, mesmo quando se varia a pressão de trabalho.

O fomento do uso de duchas deste tipo no Brasil, entretanto, esbarra em uma questão central: Elas demandam, ao menos, 10mca de pressão para que seu desempenho, sobretudo em termos de conforto, seja atingido.

C. Aproveitamento de água estagnada entre sistema de aquecimento e ponto de consumo.

Os gráficos abaixo mostram, respectivamente, o volume de água existente uma instalação convencional entre aquecedor e ponto de consumo e o volume de água desperdiçada em uma instalação padrão, considerando-se a adição do volume médio de água existente no interior do aquecedor e a inércia do sistema.

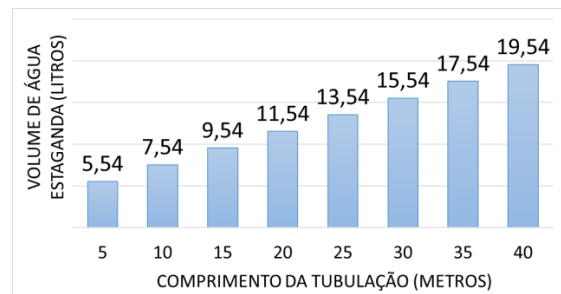


Gráfico 1 - volume de água (litros) na tubulação x comprimento do trecho (metros)

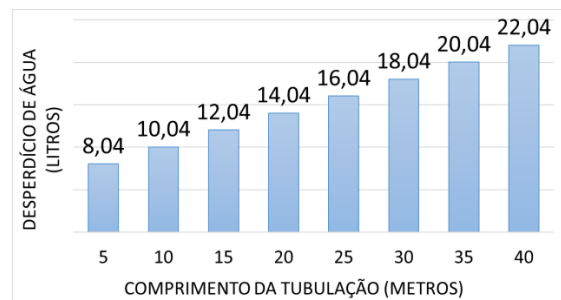


Gráfico 2 - Desperdício de água (litros) x comprimento do trecho (metros)

O sistema de recirculação com uso da solução "inLiner", em conjunto com o Evolve, dispositivo instalado antes da ducha, se mostrou uma solução inovadora, eficiente e capaz de aproveitar a água estagnada na tubulação, recirculando-a e mantendo-a aquecida, evitando desperdícios da água e da energia térmica contida nela. Os esquemas abaixo demonstram a operação do sistema em conjunto com o aquecedor, em caso de abertura de um ponto de consumo, e também durante o intervalo entre usos, quando normalmente há o resfriamento da água no trecho e consequente necessidade de recirculação.

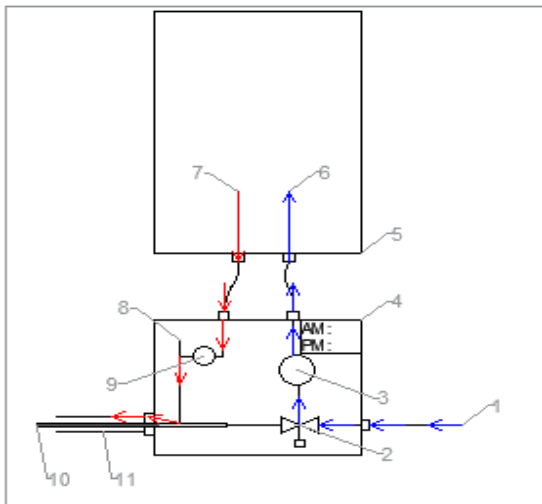


Imagem 5 – Operação normal: solenóide com entrada de água principal aberta e retorno do sistema InLiner fechado.

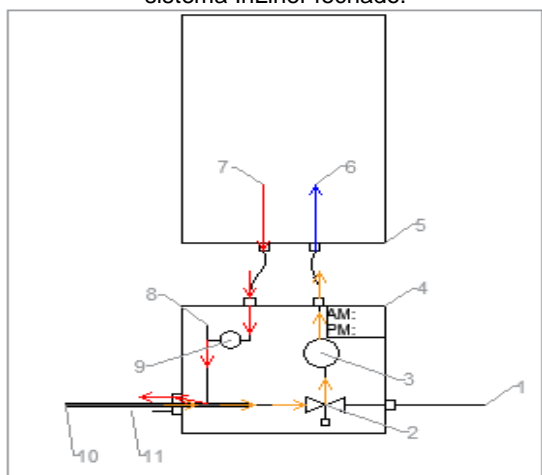


Imagem 6 – Operação recirculação: solenóide com entrada de água principal fechada e retorno do sistema InLiner aberto.

O sistema proposto apresentou ótimo desempenho no que diz respeito à recirculação. O seu controle pode ser feito tanto com base em uma temperatura mínima de manutenção da linha, como também com base no intervalo de tempo médio para

resfriamento da água no interior da tubulação (modo automático fixo). Adicionalmente, a bomba de recirculação que integra o sistema também pressuriza a água para uso durante o banho, e não apenas durante a recirculação.

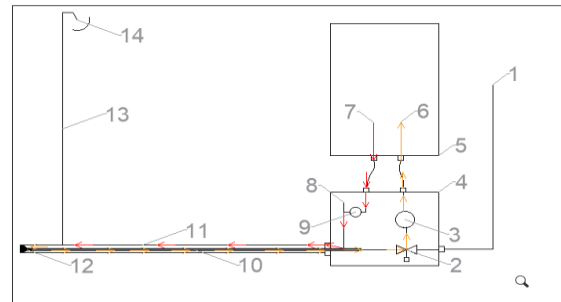


Imagem 7 – Esquema da operação de recirculação

Critérios	Equipamentos e/ou Acessórios
1	Rede de entrada de água da caixa ou da rua
2	Válvula solenóide 3 vias
3	Bomba de recirculação
4	Involúcro do sistema de recirculação
5	Aquecedor
6	Entrada de água fria
7	Saída de água quente
8	Sensor de temperatura
9	Sensor de fluxo
10	Tudo interno de 12mm (monocamada) para retorno
11	Tubo Multicamada 1"
12	Adaptador para recirculação da água estagnada
13	Ponto de consumo
14	Válvula de fechamento por temperatura Evolve

Planilha 2 – Lista de materiais sistema de recirculação

O gráfico baixo apresenta o ganho de eficiência no banho com a utilização do sistema InLiner.

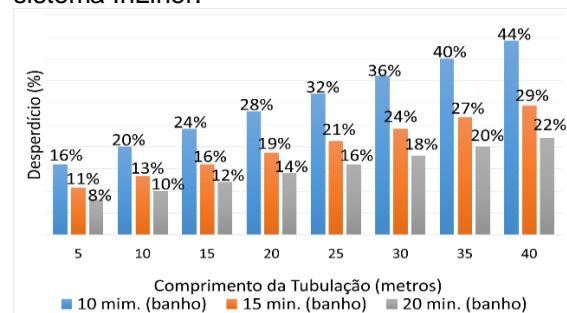


Gráfico 3 - Percentual de eficiência no banho – Desperdício (%) x Tamanho do Trecho (metros)

Conclusão

Esta pesquisa abordou três diferentes aspectos relacionados ao uso racional da água e do gás natural enquanto insumo energético para o aquecimento da água. Demonstrou-se que o uso de duchas de baixa vazão, assim como a adoção de sistema de recirculação de água impactam diretamente nos consumos de ambos, ao passo que o aumento da eficiência de queima do sistema de aquecimento reduz o consumo energético.