

P202: Solução Híbrida Para Eficiência Energética em Hotéis – Ciclo 2015/2016

Marina Silva Machado¹ ; Claudio Azer Maluf²

1 Comgás – Companhia de Gás de São Paulo.

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

Resumo – A solução proposta, visou todo o processo de concepção, detalhamento, instalação, monitoramento e análises em formato detalhado o funcionamento de um sistema de aquecimento de água central, para aplicação em hotéis, utilizando-se, como fonte principal para a geração de energia térmica aquecedores a gás de alto rendimento (condensing boilers), ainda pouquíssimo utilizados no Brasil. Como fonte secundária de geração de energia térmica, utilizou-se sistema solar híbrido, com painéis tipo PV-T, até então não testados no Brasil, os quais geram, além da energia térmica, também energia elétrica para alimentação das motobombas pertencentes ao sistema central de aquecimento, além de outras aplicações quando houver excedente. Este sistema secundário, baseado no uso da tecnologia PV-T, trabalha exclusivamente por anular a demanda de calor oriunda das perdas térmicas inerentes à tipologia de distribuição de água quentes.

O sistema proposto visa servir como alternativa vantajosa, em termos de custo operacional, aos energéticos concorrentes do gás natural, apresentando ainda vantagens em termos de desempenho e continuidade de operação.

Palavras-chave: água quente; recuperação de temperatura; gás natural; eficiência energética em hotéis;

Introdução

Um sistema de aquecimento com eficiência energética une as vantagens das fontes energéticas que compõem e cumprem suas funções, fazendo o uso das melhores tecnologias disponíveis sob a ótica da eficiência energética, com isso atender a alta demanda de água quente e com rápida velocidade de recuperação de temperatura, em conjunto ao gás natural com altíssimo rendimento, além de anular as perdas térmicas do armazenamento e sua distribuição, independentemente de sua tipologia hidráulica, além de produzir energia elétrica para o funcionamento de bombas e outros dispositivos que venham compor o sistema, unindo assim as vantagens das fontes energéticas que compõem o sistema.

Desenvolvimento

A metodologia desenvolvida foi a de conceber, detalhar, instalar e acompanhar uma instalação piloto em campo, operando em condições reais, através de instrumentação e coleta eletrônica de dados, o sistema descrito a seguir:

Para a tarefa de geração térmica no aquecimento da água, sem considerar as perdas térmicas ocorridas no armazenamento e na distribuição da água, o estudo propõe, como sistema principal, um conjugado

composto por reservatório térmico isolado e aquecedores tipo “condensing boilers” a gás natural, os quais apresentam, potencialmente, eficiência energética aproximadamente 14% superior à eficiência dos melhores aquecedores de passagem convencionais.

Como não há como desprezar as referidas perdas térmicas no armazenamento e distribuição da água quente, o estudo propõe, para esta função, a adoção de um sistema auxiliar, composto por coletores solares tipo PV-T, interligados ao reservatório térmico. Tais coletores são coletores solares híbridos tipo PV-T, estes coletores captam e convertem fótons em energia elétrica e, adicionalmente, captam energia térmica e a transferem para a água. Tal sistema, ainda não explorado no Brasil, apresenta diversas vantagens que se enquadram perfeitamente às especificidades normalmente encontradas em hotéis:

Em parceria com a rede ACCOR, foi identificado e definido que a implementação do estudo e projeto piloto seria realizado em dois hotéis da rede, sendo o IBIS Morumbi, que foi o local escolhido para a instalações de toda a estrutura e IBIS Interlagos com apenas o processo de instrumentação para controle dos sistemas existentes

A. *Hotel IBIS Morumbi*

O sistema existente no hotel contava apenas com sistema conjugado a gás natural, subdividido em duas centrais, foi instalado o sistema proposto, com os aquecedores de condensação a gás natural e os coletores PV-T (híbridos), além de toda infraestrutura e sistema de coleta de dados de modo permitir a análise detalhada de desempenho de cada componente e do sistema como um todo.

Segue abaixo descritivo detalhado das metas cumpridas e processos das instalações:

- Análise e determinação dos aquecedores a serem instalados no projeto, no qual ficou definido a utilização de aquecedores de condensação da marca Rinnai de modelo REU-KM3237 FFUD-E;
- Coletores Solares PV-T (Híbridos) com capacidade de captar energia solar térmica e fotovoltaica (elétrica) ao mesmo tempo, através de uma mesma área coletora. Tais coletores representam uma tecnologia ainda muito pouco explorada, mesmo em âmbito mundial. No Brasil, seu uso ainda é muito raro.
- Para garantir o conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para a realização das atividades, contemplando de forma clara, precisa e completa todas as indicações e detalhes construtivos para a perfeita execução dos serviços, foi elaborado o projeto executivo para orientação de toda cadeia de construção e instalação.
- Concepção da estrutura a partir da avaliação estrutural existente na edificação e as características das incidências solares, sendo que, a face norte é a que recebe a maior parte da insolação diária, sendo assim, o projeto prevê a construção e instalação de uma estrutura metálica elevada, de forma a sustentar em patamar mais alto do que a cota da laje, as baterias de coletores. Tal condição se faz necessária, devido à geometria da edificação e à posição do edifício estar posicionado de “costas” em direção ao norte. A estrutura metálica para instalação dos painéis PV-T foi concebida de forma a permitir que tais painéis estejam orientados em direção ao norte. A estrutura permite também que se altere a inclinação em relação ao plano horizontal, de forma a otimizar o aproveitamento, ora térmico, ora fotovoltaico, no decorrer do ano.
- Execução de ajustes no sistema SPDA da cobertura do edifício através da interligação da nova estrutura ao sistema de proteção existente e instalação de uma haste de Franklin adicional, de forma a proteger a instalação na cobertura.
- Instalação de 7 (sete) reservatórios térmicos e sistema de circulação com capacidade de 800 litros cada. Esse sistema armazena água pré-aquecida através do sistema solar. Esta água pré-aquecida, antes de ser disponibilizada para consumo, passa através do reservatório térmico pré-existente, e é aquecida através do sistema a gás natural de alta eficiência (condensing).
- Foram instalados dutos coletores novos de exaustão não apenas para os aquecedores novos, mas também para os “condensing”.
- O sistema de controle e proteção fotovoltaico, assim como o sistema de monitoramento de performance foram instalados e comissionados. Os dados de desempenho do sistema são transferidos de cada um dos microinversores para uma central de armazenamento, conhecida como ECU. O envio destes dados é feito por “power line communication – PLC”, em que a transmissão dos dados ocorre através dos cabos de transmissão de energia elétrica. A partir da ECU, os dados são transmitidos para a nuvem via conexão WiFi. A partir da nuvem, relatórios e gráficos de performance do sistema podem ser acessados via website ou mobile app através do link www.apssystemsema.com.

Através da coleta dos pacotes de dados originais de cada hotel, foi analisado o comportamento de operação dos sistemas de aquecimento dos hotéis Ibis Interlagos e Ibis Morumbi. Para a avaliação dos dados de leitura extraídos, esta análise se estrutura da seguinte forma:

- Extração de resultados globais de operação dos sistemas de energia elétrica e térmica;
- Análise dos resultados;
- Análise econômica do sistema híbrido;
- Analogia de operação a outros tipos de aplicações.

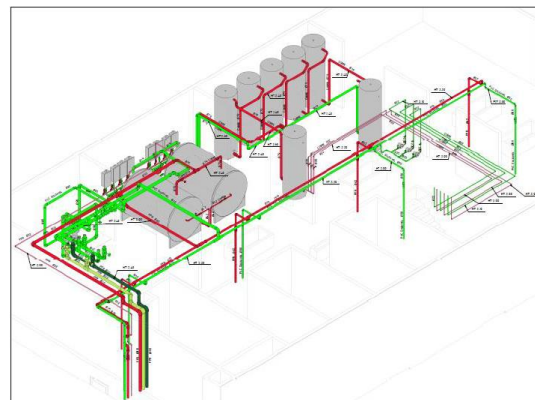


Figura 1 - Isométrico projeto executivo hidráulico
B. Hotel IBIS Interlagos

O hotel Ibis Interlagos com sistema primário para a geração da água quente, 2 (duas) bombas de calor elétricas. Estas bombas de calor, assim como os aquecedores de passagem a gás, estão instaladas em circuito fechado e interligadas aos reservatórios térmicos. O sistema a gás, portanto, opera como backup, quando a demanda por água quente supera a capacidade de produção das bombas de calor.

Quanto ao local de instalação das centrais térmicas, estão localizadas em pavimento técnico, logo abaixo da laje de cobertura dos edifícios. Já as bombas de calor estão instaladas na própria laje de cobertura.

Neste hotel o projeto previu apenas a instalação de sistema de monitoramento e coleta de dados para análise do desempenho energético das bombas de calor, de forma a tornar viável uma comparação, em bases iguais, entre os sistemas instrumentados.

Resultados

A. Hotel IBIS Morumbi

O novo aquecedor a gás de alto rendimento de modelo REU-KM3237 FFUD-E Condensing da Rinnai apresentou eficiência equivalente ao aquecedor tipo convencional Yume, em torno de 83% de eficiência média do equipamento, abaixo do valor nominal de 97%. Após análise dos dados, verificou-se que a diferença de temperatura entre a entrada da água nos aquecedores, e o retorno da água destes ao reservatório térmico é relativamente baixa (em torno de 20°C).

Um dos objetivos do projeto foi definir se a geração de energia elétrica dos módulos PV-T atende o consumo de energia elétrica da central de água quente. De acordo com a análise de resultados a produção de energia elétrica é maior em relação ao consumo de energia elétrica de todas as bombas de operação instaladas no sistema de aquecimento do Hotel Ibis Morumbi.

Com relação ao desempenho de conversão em energia elétrica, através do sistema PV-T, observou-se uma produção média de energia elétrica superior aos painéis fotovoltaicos simples de mesmo material (monocristalinos) e potência nominal por volta de 5%.

Em comparação com os dados de produção de energia térmica em ocasião de pico, constantes do catálogo dos painéis PV-T, os resultados obtidos ficaram muito abaixo do que se poderia

esperar. Desta forma, a produção de energia térmica através do sistema PV-T não supriu, de forma integral, as perdas térmicas existentes no sistema (perdas na reserva térmica, somadas às perdas nas linhas de distribuição e de retorno de água quente).

B. Hotel IBIS Interlagos

A análise do rendimento das bombas de calor elétricas instaladas no Hotel Ibis Interlagos mostrou que o COP real médio destes aparelhos é de 1,66. Adicionalmente, foi possível verificar que a influência das condições climáticas pouco afetou o rendimento do sistema.

O desempenho médio apresentado é de apenas 48% em relação ao COP de referência do aparelho (dados de catálogo: COP médio: 3,45).

C. Aplicação do sistema PV-T em residências

Um dos objetivos do estudo é o de extrapolar os limites definidos pelas características específicas do local onde se deu o projeto piloto, utilizando os dados de desempenho do sistema, coletados durante o projeto para, então, aplicá-los em simulações considerando-se situações distintas do original.

Com a análise dos dados, a equipe deste projeto entendeu que o maior potencial da aplicação são as casas residenciais, isto pois, neste segmento os consumos de energia elétrica e térmica estão alinhados com as capacidades de produção de fato verificadas. De qualquer forma, a aplicabilidade da solução passa, inevitavelmente, também por uma análise financeira, a qual considera o valor investido em relação ao retorno previsto ao longo do ciclo de vida do sistema.

Para a simulação da aplicação do sistema PV-T ao segmento residencial, especialmente as casas unifamiliares, além dos dados coletados durante o desenvolvimento do projeto, é necessária a adoção de um conjunto de premissas, as quais definirão, basicamente, a demanda de água quente e, combinada com as características climáticas e de utilização do insumo, a demanda de energia térmica resultante, são elas:

Habitantes/Residência	4
Banho/hab. dia	1
Duração média/banho	10
Vazão média da ducha	8

Tabela 1 - Premissas adotadas-Consumo água

Temp. média água fria (SP)	20,2° C
Temp. média água misturada	40 °C
Demanda energ. térmica dia	7524 Kcal/dia
Perdas reservas e distribuição	15%

Tabela 2 - Premissas adotadas–Demanda energia térmica

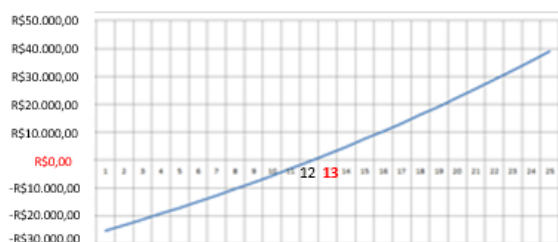


Gráfico 1 - Pay-back PV-T (Custos Iniciais)

Observa-se que o pay-back ocorre no começo do 13º ano.

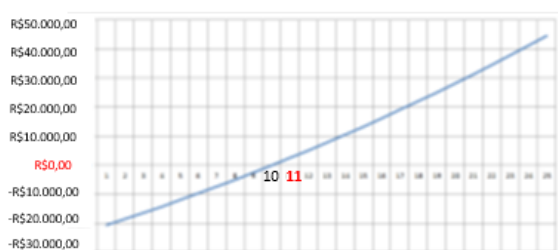


Gráfico 2 - Pay-back fotovoltaico

Verifica-se que, neste caso, o pay-back ocorre ao início do 11º ano.

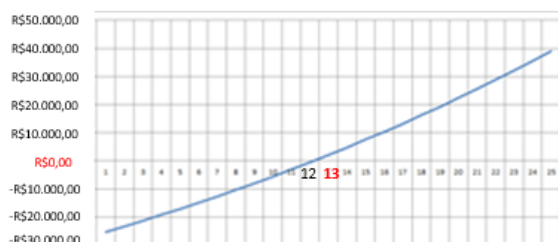


Gráfico 3 - Pay-back PV-T com geração de energia elétrica nominal de 290W p/unidade

Observa-se que, neste caso, o pay-back ocorre na metade do 12º ano.

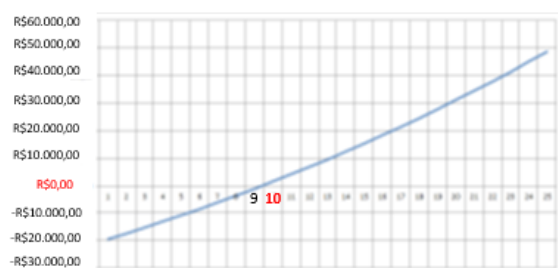


Gráfico 4 - Pay-back PV-T nacionalizado

Neste caso, o pay-back do sistema ocorre em meados do 10º ano de vida.

D. Continuidade do Projeto

A instrumentação instalada em ambos os hotéis, bem como o sistema de monitoramento online, através da plataforma em nuvem, com dashboards indicativos de desempenho permitem ao operador, ou ao controlador dos sistemas uma análise bastante detalhada da situação real da operação. Da mesma forma que a instrumentação possibilitou o entendimento de diversas situações encontradas ao longo do projeto, a equipe de trabalho acredita que tal ferramenta pode trazer grandes benefícios à estas e à demais operações de sistemas centralizados cuja complexidade operacional apresente desafios.

A seguir, são listadas algumas ações que, entende-se poderiam ser tomadas visando à melhoria dos sistemas:

- Manutenção da instrumentação e sistema de aquisição de dados;
- Aquecedores condensing: instalação de trocador de calor de placas para possibilitar o aumento da temperatura de saída de água quente dos aquecedores;
- Com relação ao sistema de pressurização, entende-se como mandatário o ajuste do sistema em relação às vazões de pico observadas;
- Verificar possível fuga de corrente no sistema de pressurização;
- Verificar a possibilidade e, se possível, desmembrar a pressurização da água quente, da pressurização da água fria;
- Nos reservatórios térmicos dos sistemas a gás, alterar a posição dos pontos de retorno de água quente dos aquecedores em relação aos pontos de saída de água quente para consumo;
- Verificar a plausibilidade de se alterar as vazões de água nos circuitos bombeados dos painéis solares, de modo a maximizar a absorção de calor;
- Verificar se ainda cabe ajuste nos parâmetros de controle do sistema de aquecimento solar, quanto ao valor do diferencial de temperatura para disparo das bombas;
- Proceder limpeza periódica dos painéis solares para garantia de desempenho;
- Proceder testes de mudança no ângulo de inclinação dos painéis em função do período do ano;
- Proceder a manutenção dos sistemas, inclusive da estrutura metálica que suporta os painéis solares.