

# RESUMO TÉCNICO DO PROJETO

## P260 – Gestão 4.0 de sistema de aquecimento em edifícios multifamiliares

Vitor C. Randoli<sup>1</sup>; Marcos A. I. Martins<sup>2</sup>

1 COMGÁS  
2 Fundação CERTI

**Resumo** – O projeto desenvolvido em parceria com a distribuidora de gás natural COMGÁS teve como objetivo a instalação de sensores de gás e temperatura para viabilizar o monitoramento destas variáveis, disponibilizando os dados, assim como suas análises, em *dashboard* integrado à nuvem. O projeto foi instalado em um condomínio residencial na cidade de São Paulo, SP e gerou as saídas esperadas, possibilitando análises dos dados do cliente com uma granularidade diária e gerando *insights* para a equipe da COMGÁS.

Palavras-chave: Computação em Nuvem; *Dashboard* de monitoramento; Gestão 4.0; Sistemas de aquecimento.

### Introdução

O consumo de Gás Natural (GN) em centrais de água quente em residências multifamiliares representa uma fatia significativa da margem total da COMGÁS. No entanto, esse sistema tem enfrentado forte concorrência, levando a sua substituição por Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) ou energia elétrica.

Muitas vezes a migração do cliente para uso de outras fontes de energia está relacionada à ausência de visibilidade de dados de consumo, desempenho e possibilidade de acompanhar de perto a unidade consumidora por parte da companhia. Atualmente toda a movimentação realizada para dar respaldo ao cliente e intervir na possível substituição é realizada após contato do cliente, o que na maioria dos casos é ineficiente.

Dessa forma, a equipe da COMGÁS percebeu sinergia entre suas necessidades e os avanços da Indústria 4.0, fomentando a ideia da elaboração de um sistema eficiente que contribua para a concessionária reter seus clientes com sistemas de aquecimento a gás natural. Assim, o projeto P260 – Gestão 4.0 de Sistemas de Aquecimento em Edifícios Multifamiliares tem como objetivo dar à COMGÁS uma visão expandida com relação ao

consumo dos sistemas de aquecimento do cliente, aumentar a assertividade na proposição de soluções que aumentem a eficiência dos sistemas de aquecimento, possibilitar ações mais proativas em relação aos consumidores e minimizar os impactos negativos gerados pela ineficiência do sistema.

O produto final deste projeto permite monitorar centrais de água quente, possibilitando um trabalho proativo por parte da COMGÁS, tendo como principal resultado a oferta da melhor solução para o cliente e a sua retenção e fidelização na distribuidora.

Sua aplicabilidade no setor do gás está ligada à possibilidade de viabilizar monitoramento de variáveis medidas no cliente, permitindo que uma gama de análises seja viabilizada, gerando novos estudos e fomentando o tema.

### Desenvolvimento

#### A. Mapeamento de informações

O mapeamento inicial de informações foi feito em conjunto com equipe técnica especializada da COMGÁS, a fim de identificar as variáveis com maior necessidade de monitoramento e identificar o melhor local para a instalação do piloto. O local ideal precisaria atender aos critérios de estar aberto a novas

tecnologias; ter uma relação duradoura com a COMGÁS; e ser um condomínio de médio ou pequeno porte. Além disso, precisaria apresentar estrutura necessária para instalação do monitoramento remoto, como local com acesso à internet, local adequado para instalação dos sensores e quadros, local devido para passagem de cabos e disponibilidade para agendamento de visitas técnicas de instalação e acompanhamento.

### B. Definição de cenários e variáveis

Com base nos alinhamentos e informações fornecidas pela COMGÁS, foi possível estabelecer variáveis, parâmetros e formulações a serem implementados nos cálculos automáticos da plataforma implantada.

As duas principais formulações implementadas são referentes ao cálculo da energia diária para aquecimento do volume total de água (1) e do consumo diário convertido de GN (2).

$$E_{diária} = \frac{[\rho * V_f * c * (\check{T}_f - \check{T}_i)]}{E} \left[ \frac{kWh}{dia} \right] \quad (1)$$

$$V_{c,d} = (V_{g1,d} + V_{g2,d}) * \frac{(PM + P_{atm})}{P_b} * \frac{T_b}{T_f} * Z \quad (2)$$

Onde  $\rho$  é a densidade específica da água,  $V_f$  é o volume diário de água lido pelo medidor de água na saída do aquecedor de passagem,  $c$  é o calor específico da água,  $\check{T}_f$  e  $\check{T}_i$  são, respectivamente, a temperatura média da água na saída e na entrada dos aquecedores de passagem, considerando todas as leituras do dia, e  $E$  é a eficiência do aquecedor de passagem instalado no condomínio.

Já para a equação (2), tem-se que  $V_{g,d}$  são os volumes diários de gás lidos pelos medidores na entrada dos aquecedores,  $PM$  é a pressão manométrica,  $P_{atm}$  é a pressão atmosférica,  $P_b$  é a pressão base contratual,  $T_b$  é a temperatura base,  $T_f$  é a temperatura de fluxo e  $Z$  é o fator de supercompressibilidade.

Ambas formulações são utilizadas para efetuar o cálculo de variáveis mostradas no painel de gestão, e foram programadas para serem executadas automaticamente na nuvem, através da funcionalidade Azure Functions.

### C. Seleção e instalação do piloto

Tendo como base a lista de requisitos desejáveis para a implementação dos pilotos, foram pré-selecionados pela COMGÁS dois condomínios residenciais de sua base de clientes. Nesse aspecto, tendo como diretriz a otimização dos recursos disponíveis no projeto, foi considerado e acordado com a COMGÁS a implementação de apenas um piloto.

Com base nas observações realizadas na visita aos condomínios em campo, julgou-se mais assertiva a escolha do Condomínio Panamérica Brickell como local para a implementação do piloto do projeto. Tal condomínio, em detrimento ao Horário Lafer, apresentou instalação e equipamentos mais novos, uma topologia mais favorável à implementação de instrumentação, disponibilidade de ponto de conexão à internet e rede elétrica próxima ao sistema de aquecimento, além de um pé direito mais alto, o que facilita a execução da instalação. Foram instalados quadro de monitoramento, sensores de temperatura, hidrômetro, gasômetro, eletrodutos e cabos no condomínio.

### D. Consolidação do painel de gestão

Para que fosse possível exibir as informações no painel de gestão, foi impreterível a implementação da estrutura em nuvem que faria a ingestão e processamento destes dados. Para este projeto, a estrutura em nuvem montada requereu recursos de comunicação *client-broker*, processamento em tempo real de eventos; salvar os dados em formato de texto para backup [*Cold path*]; comunicação entre Stream Analytics Job e Banco de dados; estruturar e dados e calcular funções das formulações [*Hot path*]; Inserir no banco de dados os cálculos realizados; e Comunicação BD - PBI para apresentação das funcionalidades.

## Resultados

### A. Avaliação da aplicação

Os cálculos e dados da aplicação são atualizados automaticamente, respeitando o cronograma evidenciado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Horários de execução de funcionalidades implementadas

Funcionalidade	Horário da atualização
Recepção de dados de campo	Diariamente, às 6:00 am
Cálculos diários	Diariamente, às 8:00 am
Alarmes diários	Diariamente, às 8:30 am
Cálculos mensais	Dia 1 de todo mês, às 8:00 am
Alarmes mensais	Dia 1 de todo mês, às 8:30 am
Atualização Power BI	Diariamente, às 9:00 am

Fonte: Autoria própria

Todos os cálculos se comportaram como o esperado, conforme foi possível comprovar com testes. Porém, outro dado que merece destaque é a tabela de alarmes. Os valores determinados como pontos de atenção e que conseqüentemente devem gerar alarmes foram definidos em conjunto com a COMGÁS e sempre são gerados quando são observados comportamentos fora do padrão.

Notou-se que, ao longo do período analisado, os alarmes mais disparados foram os relacionados a um consumo de GN menor que o consumo histórico, em dias de sábado. Nos dias em que o alarme foi disparado, o consumo de água foi tão baixo que não foi possível registrar o volume de gás para efetuar os cálculos diários, o que ocasionou o alerta.

#### *B. Modelagem do negócio*

A medição constante e de maneira autônoma, em conjunto com a disponibilização dos dados via Microsoft Power BI possibilita que o acompanhamento do uso de gás do condomínio seja feito de maneira dinâmica, enquanto facilita a abordagem ao cliente caso seja notada alguma tendência de diminuição de consumo.

Ainda assim, o atual valor dos medidores no mercado diminui a viabilidade de configurar um modelo de negócio para a COMGÁS que se baseie na sua implementação para toda a base de clientes que possuem os aquecedores. Todavia, a possibilidade de implementação em clientes-chave para a COMGÁS não é descartada.

#### *C. Aperfeiçoamentos futuros da solução*

Após alinhamentos com a COMGÁS, foram propostas possibilidades de continuidade do produto, pois notou-se o desejo da empresa de efetuar futuros aperfeiçoamentos na solução implementada.

O ponto principal, para a empresa, é viabilizar a implementação do sistema em uma maior quantidade de clientes da sua rede. Porém, para este objetivo, é necessário diminuir o custo com o equipamento de monitoramento. Como este presente projeto utilizou de uma solução pronta através de CLP (controlador lógico programável), os custos finais relacionados a ela somaram um montante no valor de aproximadamente R\$ 11.000,00. Porém, ao estimar com o time de *hardware* da Fundação CERTI, foi possível determinar que este montante poderia ser reduzido a um valor de R\$ 1.000,00 a R\$ 2.000,00, caso a COMGÁS invista em um projeto para desenvolvimento do seu próprio sistema embarcado.

A segunda possibilidade comentada pelo time de engenharia da COMGÁS foi controlar remotamente a temperatura da água armazenada nos *boilers*. Para tanto e visando alcançar este objetivo, é possível seguir com as duas abordagens: controle remoto por operador ou controle automatizado.

### **Conclusões e Contribuições**

A plataforma de gestão possibilita as mais variadas análises do consumo de gás do condomínio, gerando gráficos automáticos de medição dos clientes, cálculo de consumo teórico para basear a COMGÁS em qual deve ser a tendência real de consumo analisada, gráficos de custos mensais que facilitam a comparação com outras fontes de energia, além dos próprios alarmes gerados com base nos parâmetros definidos pela distribuidora.

Futuramente, ao obter mais dados, é possível implementar aplicações sazonais, comparando dados com os seus respectivos meses do ano passado. Isto permite efetuar análises entre meses de alto consumo de água quente, por exemplo.

É possível levar esta solução para mais de um condomínio futuramente, uma vez que a plataforma é estruturada para tanto.