

SUPER-INEFICIÊNCIA ENERGÉTICA*

Luiz Eduardo Machado De Cnop¹

Resumo

O trabalho apresenta estudo de casos onde a falta de uma análise mais profunda do problema leva a decisões técnicas de compras de equipamentos que praticamente não acrescentam benefícios ao projeto e, ao contrário, se mostram verdadeiros “sorvedouros” de energia, justamente na contramão dos programas de “eficiência energética”.

Palavras-chave: Energia; Eficiência; Tecnologia; Sustentabilidade.

SUPER-ENERGETIC INNEFICIECY

Abstract

The paper shows some cases where a lack of a deep analysis leads to the decisions about equipments buying and installation that, instead of improving energetic efficiency, provoke an increase in energy consumption absolutely unnecessary.

Keywords: Energy; Efficiency; Technology; Sustainability.

¹ Engenheiro Mecânico, Consultor em Tecnologia e Engenharia, LD Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O cada vez mais atual tema da Sustentabilidade, que se renova a cada crise de uma premente escassez de algum recurso vital, seja de água, de energia elétrica ou até de seriedade com a coisa pública, nos remete quase que inevitavelmente para a Inovação, na esperança da descoberta de um novo método, processo ou tecnologia, capaz de superar os modestos resultados atuais que sabidamente não nos sustentarão por muito tempo no nosso amado planeta.

O brilho de uma nova tecnologia remete seus defensores e patrocinadores ao conhecimento avançado, ao comprometimento com o futuro e mais uma série de predicados positivos, que normalmente se associam ao sucesso das carreiras nas organizações ávidas por líderes de visão!

Sem desmerecer a importância inexorável do avanço tecnológico, faço aqui um alerta. Esse brilho acaba muitas vezes ofuscando o fato de que a tecnologia é um meio, e como tal carece de diagnóstico preciso para acertar na escolha e principalmente na dose, para que não se transforme em fonte de prejuízos.

O Problema é que diagnósticos sérios não são tão empolgantes assim, nem tampouco trazem relevância para quem os emite e, o que é pior, algumas novas tecnologias trazem consigo contribuições irrelevantes, embora tenham sido dispendiosamente adquiridas sob promessas e festejos ao longo da história da organização.

O coração deste trabalho é mostrar como uma análise crítica e profunda, da real necessidade de cada recurso, para que os processos vitais possam desempenhar estritamente seus papéis, na geração do produto/resultado, em muitos casos práticos revela ganhos de tamanha proporção, difíceis de serem acreditados e quase sempre com investimentos adicionais irrelevantes. O resultado final termina em uma disponibilização de recursos (entenda-se energias) que passam a desnecessários, possibilitando a oferta de toda essa energia a outros usos a custo zero se mantido a base de custeio original e com pouco ou mesmo sem qualquer investimento adicional em sua geração. Por exemplo, não é raro nos depararmos com planos de investimentos na substituição de equipamentos em operação (ex: motores) por novos de alta eficiência, quando, na verdade, eles poderiam simplesmente estar desligados!

A abordagem pode parecer simples e na essência ela é. No entanto todo o valor está na competência técnica e gerencial para realizar um diagnóstico de profundidade, sem o aprisionamento ao senso comum, ou dependência de conceitos pré-estabelecidos que possam estar justificando práticas que não se sustentam objetivamente. Um recurso para ser disponibilizado, precisa ser essencialmente necessário em sua qualidade e quantidade, sem os quais o produto não aconteceria. Tudo, além disso, é a mais pura Ineficiência.

Outra dolorosa constatação é que os fornecedores de equipamentos industriais se mostram quase sempre grandes adversários nesta luta. Não por perversidade, mas regidos pela mais poderosa das leis: a lei do “custo e recompensa”. Especialmente quando se trata de equipamentos chamados de “auxiliares”, que nunca, mas nunca mesmo, tem sua contribuição energética usada como parâmetro de avaliação para a seleção de fornecedores. Pelo contrário, como o preço final não é o único parâmetro decisório em uma concorrência (mesmo nas sérias), por vezes o maior volume de equipamentos ofertado, pode ser encarado como uma melhor proposta em uma análise pouco aprofundada. Assim os serviços auxiliares são super ofertados sendo encarados como algo que só será associado ao nome do fornecedor se o recuso

faltar, portanto, deixa sobrar. Afinal quem vai pagar a conta de energia é o cliente e para que gastar engenharia desenvolvendo sistemas de controle que otimizam esses recursos se é possível, mais fácil e com muito menos risco de erros, vender equipamentos apenas com um comando: “LIGA”.

Esse cenário faz que, qualquer um que se disponha a trabalhar em melhoria de eficiência energética, encontre de imediato a primeira barreira, que é a indisposição dos fornecedores dos equipamentos em colaborar com qualquer apoio técnico para estudos de modificações. Muito pelo contrário, serão sempre apontadas questões de segurança do equipamento para justificar a cômoda posição das super ofertas intrínsecas ao projeto original. Esse confronto acaba, por vezes, a contaminar o corpo gerencial, muito preocupado com resultados, (na ordem: sua carreira; seu bônus anual; lucro líquido da empresa) que se veem obrigados a realmente ter que decidir e bancar mudanças sem o confortável apoio de um renomado fornecedor, ficando sobre seus ombros todos os ônus e bônus das mudanças. Quanto menos técnico o corpo gerencial mais difícil sua adesão à causa da eficiência energética nesses moldes. O fato é que ela sempre conta com um discurso de apoio unânime, mas normalmente não associado a ações concretas de comprometimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para dar sustentação a esta discussão, vamos analisar três casos ricos em exemplos de tudo que foi dito a pouco.

Os dois primeiros pertencem a um conjunto de ações implementadas num trabalho de Eficiência Energética, que desenvolvi em um Laminador de perfis no Brasil, adquirido da Danieli Itália, como o “estado da arte” em equipamentos para laminação de longos e montado nesta última década. O seu resultado energético médio do ultimo ano anterior ao trabalho, após se passados três anos do start up, em energia elétrica era de 135 kWh/t de laminado acabado. Findo o trabalho de reanálise e modificações necessárias esse mesmo consumo médio caiu para 105 kWh/t. Todo o investimento se resumiu em horas de consultoria e reprogramação de PLC e algumas poucas horas de mão de obra de caldeiraria leve para alguns reajustes de tubulações. O trabalho todo, feito em regime de nenhuma urgência durou seis meses para ser completamente implementado, o que poderia ter sido feito em um mês se “preciso” fosse. O Payback tem que ser medido em dias e continua gerando ao em torno de $30 \times 20.000 \text{ t} = 600 \text{ MWh}$ todo mês em energia não mais consumida para se produzir o mesmo e, no momento atual, onde se negocia energia a mais de 800 R\$/MWh CMO (custo marginal de operação regulado pela Aneel), esta “simples” economia pode ser traduzida como algo em torno de 5 milhões de Reais por ano, investindo-se menos de 2% desse valor. Será que essa empresa já fez algum outro investimento com retorno em menos de uma semana?

O terceiro e último caso a ser apresentado é extremamente rico pedagogicamente por revelar um elenco completo de falhas ou oportunidades perdidas que poderiam ser convertidas tanto em ganho energético como em redução de capital investido. Trata-se do sistema de ar condicionado industrial de uma siderúrgica destinado à sala de controle elétrico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Vigas Refrigeradas de um Forno de Reaquecimento de Tarugos de Aço

3.1.1 Processo envolvido

Forno de reaquecimento de tarugos de aço tipo “walking beam” onde existe um conjunto de vigas internas ao forno onde os tarugos ficam apoiados com um dado espaçamento para serem aquecidos tanto por cima quanto por baixo. Parte dessas vigas são fixas e outras são moveis realizando o deslocamento dos tarugos pelo seu movimento de subida, deslocamento transversal e descida. No forno em questão essas vigas são formadas por estruturas de aço tubulares refrigeradas internamente por fluxo de água bombeada e externamente são protegidas por uma camada de concreto refratário, que reduz o fluxo de calor perdido para as vigas.

O Equipamento foi projetado com três bombas centrifugas de 150 kW cada, sendo duas em operação contínua e uma reserva. O sistema trabalha em circuito fechado onde a água é bombeada para as vigas metálicas a fim de refrigera-las, em seguida passam por torres de resfriamento e retornam finalmente para as bombas.

3.1.2 Problema em análise

Estávamos trabalhando na redução do consumo de energia elétrica como um todo, do qual esse equipamento era parte integrante, contribuindo com quase 300 kw de demanda para realizar a tarefa de refrigerar as tais vigas do forno.

Na primeira e trivial análise estava tudo certo, inclusive os motores adquiridos para as bombas eram motores de alta eficiência com rendimento de 95% contra 90% dos motores comuns para essa classe de potência. Essa é a típica contribuição dos gerentes durante o projeto, sem nenhum risco, comprar motores de alto rendimento e pronto já tinha dado sua contribuição!

Aprofundando um pouco só a análise, nos deparamos com a primeira e mais básica das perguntas: para que serve exatamente essa água? Cuidado com a resposta óbvia: “serve para refrigerar, é claro!” _ ERRADO!! Serve para manter os tarugos nivelados dentro do forno, é isso mesmo, a água retira calor da parte interna da viga que é de aço e, portanto precisa ser mantida numa temperatura tal que suas propriedades mecânicas não diminuam ao ponto de sua resistência não mais suportar o peso do tarugo sem se deformar. Agora quanto é essa temperatura? Tem que fazer, ou melhor, conferir muita conta para podermos precisar o valor exato, porem posso afirmar sem medo de errar que essa temperatura esta bem acima do 30°C que era a temperatura de retorno da água, que entrava a 28,5 e retornava a 30°C, ou seja ganhava somente 1,5°C. Certamente como a viga metálica é que cede calor para a água ela necessariamente apresenta uma temperatura média ao longo de sua espessura superior ao 30°C porem muito longe de qualquer temperatura onde se inicie uma redução nas propriedades mecânicas do aço que compõem a viga. Dessa forma surge a primeira oportunidade de ganho energético: reduzir a vazão de água de refrigeração e o correspondente consumo de energia elétrica.

A solução possível de ser implementada de imediato nesta planta, após testes de vazão X temperatura respeitando faixas aceitáveis das curvas de operação das bombas lá existentes foi desligar as duas bombas de 150kW cada e substituímos por uma existente e desativada de 110 kW. Essa redução de 300 para 110kW foi limitada não pela necessidade de estabilidade da viga do forno, cujo novo ganho de temperatura subiu apenas para 3,5°C, mas pelo equipamento que se dispunha na usina para uma ação imediata. Outro ponto a ser considerado é que esse mesmo

circuito de água também fazia a refrigeração de uma central hidráulica e de uma unidade condensadora de ar condicionado. Desta forma não era recomendado permitir uma subida maior na temperatura do circuito.

Caso estivéssemos definindo um equipamento específico para fornecer a refrigeração apenas suficiente para manter a viga em sua temperatura adequada para à estabilidade mecânica, certamente chegaríamos a valores de ganho muito superiores ao obtido, que foi extremamente expressivo, 63% sem investimento. Lembrando que os motores de alto rendimento possibilitaram um ganho de no máximo 5% com investimento. A solução final deveria contemplar um circuito independente para essa água dos fornos, com água pressurizada permitindo trabalhar com temperaturas acima dos 120°C trocando calor em trocador fechado água/água. As vazões seriam reduzidas em pelo menos 3 vezes a última praticada e 8 vezes menos que a de projeto! E ainda permitindo que a bomba trabalhasse em seu ponto ótimo da curva de rendimento, o que não foi possível na solução implementada visto que tivemos que reduzir vazão à custa de fechamento de válvula o que é uma perda provocada.

3.1.3 Reflexão final

Foi possível reduzirmos o consumo de energia desta etapa do processo para praticamente 1/3 do valor original, um ganho de 63% sem qualquer investimento.

O ganho poderia passar dos 63% para 88% com um reprojeção das instalações de refrigeração da viga metálica, que se fosse feito na fase de projeto, possivelmente não teria custo adicional algum ao que foi implantado, pelo contrário teria um custo menor pela redução da quantidade e dimensão dos equipamentos na solução mais adequada.

A grande questão que resta ainda é: precisamos realmente de água? O Processo não precisa de água e sim de uma viga alinhada para os tarugos. Quem precisa de água é esse projeto que decidiu pela clássica solução de vigas metálicas. Porque as vigas não podem ser puramente cerâmicas, podendo trabalhar sem água alguma? Neste momento essa é uma resposta que eu pessoalmente não tenho, por exclusiva limitação de conhecimento, o que não significa que ela não exista, ou que não mereça ser pelo menos questionada, como um exercício de aprendizado na direção da verdadeira evolução da eficiência energética.

3.2 Centrais Hidráulicas de um Laminador de Perfis

3.2.1 Processo envolvido

Esse laminador de perfis conta com três centrais hidráulicas sendo uma para movimentos do forno de reaquecimento, outra para o deslocamento das gaiolas de laminação e a última para todos os movimentos da saída de produtos como calha de frenagem corte e empacotamento de feixes.

Todas apresentam potencial expressivo de redução de consumo energético, no entanto neste trabalho, vamos nos limitar as duas últimas onde o ganho além de muito relevante não necessitam de qualquer investimento.

Central do laminador realiza o movimento de extração e introdução das gaiolas, o movimento do carro de câmbio, onde todas as gaiolas a serem trocadas tem sua posição deslocada e as novas a serem usadas se alinham com o acionamento para serem introduzidas pelo movimento 1 já descrito, e por último faz o ajuste de gap que é a distância entre cilindros de laminação responsável pela espessura do produto laminado em cada gaiola

3.2.2 Problema em análise

Todos os movimentos descritos são necessários durante as trocas de produto, que ocorrem em média a cada 16 horas de produção nesse laminador e com uma duração de 30 minutos. No projeto original todas as centrais hidráulicas devem ser ligadas e assim permanecem como condição de habilitação de funcionamento par o laminador operar. Como se trata de uma linha de produção contínua, a central fica ligada bombeando óleo a 150 bar 24 horas por dia, para que na hora que for preciso ela já esteja disponível, ou seja ela trabalha e gasta energia por 24 vezes mais tempo do que o processo de fato requer, que é apenas 4% do fornecido. Neste caso além de toda energia desperdiçada, a vida útil dos componentes envolvidos no bombeamento será aumentada na mesma ordem de grandeza de 24 vezes.

3.2.3 Reflexão final

Apenas com uma revisão na lógica de controle do laminador, onde essa central não mais faz parte dos equipamentos necessários para a habilitar a operação, mantendo-a como estado padrão desligada e partindo no instante em que qualquer painel que comanda os respectivos movimentos for pelo operador acionado, permanecendo ligada por dois minutos caso nenhum outro comando similar tenha sido acionado, o que renova o contador de tempo pelo mesmo tempo. Desta forma foi possível capturar esse ganho de energia desperdiçada, de forma tão simples que fica difícil de imaginar porque nem esse tipo de esforço lógico o fornecedor se dispôs a programar, reforçando minha tese que utilidades é praxe deixar sobrar.

3.3 Refrigeração de Salas Elétricas

3.3.1 Processo envolvido

Durante a fase de projeto de uma nova siderúrgica foi tomada a decisão de promover a refrigeração das salas de controle eletroeletrônicos da área de Aciaria e de Laminação a quente, através de uma central de água gelada a ser produzida utilizando chillers de absorção (utilizam uma fonte de calor externo ao invés de compressores como fonte energética para produzir “frio”, bombeando o calor para fora das tais salas elétricas).

A opção pelo sistema de absorção foi pioneira na siderurgia, apesar de muito utilizada em outros setores como shopping centers, principalmente quando existe cogeração de energia com motores ou turbinas que acabam tendo muito calor rejeitado, e desta forma podendo ser em parte reaproveitado. Da mesma forma, na siderurgia existem muitas fontes de calor que precisam pelos processos existentes, ser descartadas para atmosfera e para esse descarte também se gasta energia em torres de resfriamento, trocadores de calor etc. Usar esse calor para substituir os compressores elétricos das centrais de ar condicionado tinha tudo para ser um marco de evolução da eficiência energética no setor.

Dois pontos devem ser ressaltados na comparação entre a solução de absorção e a convencional com compressores de gás refrigerante. O primeiro é que a de absorção é mais cara para ser implementada, mas normalmente apresenta um bom retorno sobre o investimento diferencial por usar energia “gratuita”. O outro ponto é que a eficiência térmica do ciclo de absorção é cerca de **três vezes** menor do que o ciclo compressivo! Melhor explicando, e esse entendimento é fundamental para o que veremos a seguir. Para retiramos 3 kWh de calor usando compressores gastaríamos 1 kWh de energia elétrica, já no sistema de absorção gastaríamos outros 3kWh de energia térmica da fonte fornecedora. A diferença é que esses 3kwh

de energia térmica são a custo zero, supondo que estamos usando uma fonte de calor rejeitado de algum outro processo disponível. Sob o ponto de vista econômico não faz sentido adotarmos um sistema de absorção se tivermos que usar uma fonte paga para gerar essa energia térmica.

3.3.2 Problema em análise

Ao contrario dos outros casos apresentados, esse em especial não foi resolvido até onde posso informar, mas sua análise é muito valiosa para fundamentar o que vem sendo por mim defendido, como as oportunidades de ganhos em eficiência energética ainda estão à flor da terra para serem “garimpadas” sem a obrigatoriedade de grandes investimentos, bastando conhecimento do processo e capacidade de análise critica e claro, interesse verdadeiro deste ganho no resultado da empresa.

Neste exemplo específico ocorreu um problema orçamentário na fase de conclusão das obras da usina e parte da tubulação que interligaria a fonte de calor rejeitado, que no caso era a água de refrigeração de dutos do despoeiramento da aciaria elétrica, não foram adquiridos e, portanto o sistema não teria como receber sua fonte de energia. A solução, a princípio provisória, foi usar a caldeira de aquecimento de emergência, que era previsto para uso eventual em caso de parada da aciaria para alguma manutenção. Essa solução só podia ser encarada como provisória visto que a caldeira para aquecer queimava gás natural que está muito longe de ser gratuito, e também se lembrando da baixa eficiência desse sistema de absorção para uso com um combustível não gratuito.

Passado mais de um ano nesta situação provisória foi obtido verba para completar o projeto fazendo a interligação da água superaquecida ao sistema de absorção. Por uma falha de análise de projeto no traçado adotado para a tubulação, onde para aproveitar os caminhos existentes, se lançou a tubulação com uma subida que ultrapassava a altura do tanque. Conclusão: a água não chegava às bombas. Depois de discussões pouco produtivas sobre a solução que além de além de todo o gasto do investimento estava trazendo desgaste para todos os envolvidos no tema uma vez que não resolveu a questão do gasto de gás natural que com certeza absoluta é bem maior do que se estaria gastando em energia elétrica caso fosse adotado um sistema convencional de ar condicionado com compressores, mas essa conta nunca veio à mesa.

Agora, acreditem! A ação que foi finalmente adotada com mais de quatro anos queimando Gás Natural, passou longe de corrigir o traçado da tubulação ou relocar as bombas. Foi comprada uma caldeira reserva! “Afinal se essa, que era para emergências falhar, as salas elétricas ficam sem ar condicionado”, concordaram.

3.3.3 Reflexão final

A análise desse caso deve ser dividida em partes para melhor explorarmos todo o potencial das oportunidades.

Primeiro que se confirmada à possibilidade de fornecimento de água superaquecida na quantidade e frequência necessárias a única solução aceitável, é corrigir o problema criado pelo projeto mal feito. Seja mudando o traçado ou o que no caso seria bem mais fácil, relocando as bombas para uma posição anterior a subida deixando esse trecho no recalque das bombas e não na sucção como está.

Caso por qualquer motivo se desista de vez em usar a tal fonte de calor rejeitado e gratuito, a solução séria a ser feita seria admitir que o projeto como um todo foi mal concebido e trocar os chillers de absorção por outros convencionais e passar a usar

energia elétrica para acionar os compressores, ao invés de gás natural, queimado para gerar calor na caldeira. Com uma diferença de três vezes menos energia, restando ainda corrigir os valores entre as tarifas de gás e eletricidade que deve reduzir um pouco esse ganho para os valores atuais. Os chillers de absorção lá existentes poderiam ser comercializados para outros usuários mais adequados.

Agora a mais profunda das análises: para que é preciso ar condicionado nas salas elétricas, em especial com 800 TR de capacidade? A primeira e habitual resposta é que alguns circuitos que estão nesta sala entram em mau funcionamento com temperaturas mais elevadas. Tomando essa afirmação como verdadeira, cabem algumas perguntas:

- Quais componentes e que temperatura é adequada?
- Precisamos refrigerar salas enormes para que essa por sua vez resfriem os painéis que ficam repousando em seu interior e esses uma vez resfriados pela sala possam ai sim resfriar os tais circuitos sensíveis que ficam em seu interior?
- Qual é a temperatura do ar exterior que temos no local ao longo das horas do dia e dos dias do ano? Quantas horas por ano essa temperatura é superior à temperatura da primeira pergunta?

Se essas perguntas puderem ser respondidas, posso afirmar que é possível garantir a temperatura adequada aos componentes críticos (que é o verdadeiro requisito do processo) apenas realizando ventilação de ar exterior diretamente no interior dos painéis onde o calor é gerado e também onde estão os tais componentes sensíveis a temperaturas elevadas. Esse ar insuflado precisa apenas de filtragem para evitar introdução de pó e ter sua temperatura monitorada para uma eventual refrigeração em alguns momentos e para alguns poucos componentes, se é que eles existem e que não possam suportar temperaturas da ordem de 40°C eventualmente.

Mesmo que tivéssemos que refrigerar todas as horas do ano, mas se o fizermos apenas no interior dos painéis e para a temperatura que cada painel específico necessita, lembrando que o volume dos painéis somados é centenas de vezes menor que os das salas que hoje são mantidas a temperaturas em torno dos 18°C. Um sistema de ventilação equivalente deverá ter uma potência na ordem de 20 vezes menor que a do sistema de refrigeração das salas pleno.

Novamente se esbarra na comodidade e falta de importância dada as questões energéticas dos recursos auxiliares. Os projetistas não são sequer questionados, então porque sairiam da clássica e cômoda decisão de fornecer em sobra o recurso de refrigeração para os painéis elétricos, e ainda oferecer para os usuários um clima de montanha. Sair dessa solução incorre em trabalho de pesquisa de dimensionamento e possíveis queixas dos usuários que não teriam as salas com uma temperatura tão agradável para a permanência, mas a permanência que de fato interessa é a dos componentes em funcionamento e um menor custo de investimento e com certeza um menor consumo energético permanente. Fica claro que enquanto os bônus forem exclusivamente para os donos e os eventuais ônus, para quem decide, essa será uma guerra perdida.

4 CONCLUSÃO

O meu diagnóstico para essa questão que muito se apoia, mas onde pouco se faz, lembra muito a questão religiosa onde acreditar em Deus não faz mal pra ninguém, mas ir à missa todo domingo já é outra estória. O que une esses dois casos é o fato

da consequência vir muito distante da ação ou da falta dela. Se não ir à missa levasse o sujeito para o inferno na segunda-feira, não haveria espaço nas igrejas aos domingos.

Faz-se necessário repensarmos os modelos de gestão empresarial de modo a trazer para o curto prazo, as consequências no compromisso com o uso responsável dos recursos, que acabam se traduzindo de alguma forma em energia, a mais pura e barata das energias, aquela extraída do desnecessário. Esse remodelamento precisa obrigatoriamente passar pelo dono do negócio. Seja o dono o acionista ou qualquer personagem que tenha uma relação visceral entre seu sucesso e o resultado da empresa no médio e longo prazo.

Os complexos modelos de crescimento funcional e remuneração, na maioria das grandes corporações, acabaram se tornando extensos, confusos e caros. Caros pela falta de conexão das remunerações com a real contribuição de cada atividade desempenhada na empresa, ao seu resultado direto medido na “ultima linha” ou bem perto dela, pelo menos. Observe que essa análise é idêntica a já abordada sobre recursos x eficiência energética. Então não é de se estranhar, toda a dificuldade em obter adesão a uma causa sem pelo menos olharmos para a outra.