

## Promessa vira realidade

*Com equipamentos desenvolvidos para suas necessidades e a escalada dos preços da energia, setor sucroalcooleiro já vê a co-geração elétrica como importante subproduto da cana*

Roberto Francellino  
Especial Co-geração e Geração Distribuída  
Revista Brasil Energia – Fevereiro 2008

A co-geração a biomassa é apontada há anos como a melhor solução de complementaridade termelétrica; relativamente barata, amplamente disponível e se encaixa como uma luva nos regimes anuais de chuvas que enchem os reservatórios das hidrelétricas. Mas sempre ficou em segundo plano no setor sucroalcooleiro por causa dos preços da energia elétrica no mercado spot e da eficiência dos equipamentos em relação a seu custo. Hoje, entretanto, esse quadro vem mudando com o avanço da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste e a expectativa de um leilão específico para o segmento, marcado para abril, além da expansão do mercado livre de energia. Mais do que isso, porém, foi fundamental o avanço tecnológico na fabricação das caldeiras de vapor de maior pressão e temperatura, o que logo gerou um efeito cascata: fabricantes de turbinas e de geradores passaram a produzir equipamentos mais robustos, capazes de colocar a energia no mesmo patamar do açúcar e do álcool entre os subprodutos da cana.

É fato que caldeiras de pressão até 100 kg/cm<sup>2</sup> já eram produzidas para setores que demandavam grandes quantidades de vapor em seus processos. O "pulo-do-gato" foi esses equipamentos passar a ser desenhados para o setor sucroalcooleiro. O resultado: maior produção de vapor e, com isso, aumento da capacidade de geração elétrica das usinas. "O uso de caldeiras de 65 kg/cm<sup>2</sup> era um dos principais gargalos para a viabilidade econômica da biomassa", lembra o diretor-executivo da Associação Paulista de Cogeração de Energia (Cogen-SP), Carlos Alberto Silvestrim. Por isso o setor, agora, principalmente as novas usinas que estão sendo construídas no Centro-Oeste, passou a demandar equipamentos de maior pressão, de 92 kg/cm<sup>2</sup> a 100 kg/cm<sup>2</sup> e com temperaturas na casa dos 500° C. Tudo de olho na possibilidade de ganhos cada vez maiores com a energia, por causa das dificuldades enfrentadas pelo setor hidrelétrico no país e do déficit de gás natural para atender aos mercados industrial e termelétrico ao mesmo tempo.

Com produção maior de vapor pelas caldeiras, os equipamentos que o aproveitam na geração também puderam ganhar potência. É o caso das turbinas e geradores. As turbinas voltadas para este setor eram antes produzidas com potências mais baixas, de 30 MW, por exemplo. Hoje os fabricantes já a postam em equipamentos que chegam até 60 MW. Com os geradores ocorreu movimento semelhante. Além de ganharem potência, ganharam também rendimento. E os motores elétricos adquiriram ainda mais eficiência.

### **Bagaço regaseificado**

O futuro da co-geração a biomassa, contudo, reserva ainda uma gama de tecnologias que devem começar a ganhar espaço nos próximos anos. Uma delas - talvez a principal - é a gaseificação do bagaço da cana. Essa inovação começa a ganhar força nos EUA com uma tecnologia que está sendo desenvolvida pela GE, mas ainda em fase embrionária. Diferentemente da queima direta do bagaço para gerar calor, a gaseificação consiste no aquecimento da biomassa em presença de oxigênio, obtendo-se um gás combustível, que pode ser usado para acionar turbinas próprias para este fim. Além disso, com o uso de catalisadores pode-se obter adicionalmente metano, metanol, hidrogênio e amônia.

A disponibilização da ferramenta de gaseificação do bagaço é fundamental para garantir o aproveitamento futuro dessa biomassa na geração de energia elétrica. Isso porque, com a competição que será trazida pela tecnologia de hidrólise do bagaço - transformação do resíduo em etanol - e com o aumento crescente da demanda pelo energético no Brasil e no mundo, será cada vez mais difícil convencer os usineiros a continuar produzindo energia em detrimento do combustível líquido.

O aproveitamento da palha para gerar vapor e, conseqüentemente, energia, também deve começar a virar realidade em algumas usinas sucroalcooleiras no curto prazo. Para a Cogen-SP, com o aproveitamento do bagaço e da palha simultaneamente para geração, há um potencial para a safra 2010/2011 de 4.407 MW médios, contra apenas 2.715 MW médios se apenas o bagaço for aproveitado. O país deve produzir na safra 2010/2011 cerca de 93 milhões de t de bagaço e 53 milhões de t de palha, contra 66 milhões de t e 54 milhões de t, respectivamente, da safra atual. Hoje, a palha ainda não é aproveitada para gerar energia comercialmente.

Como tecnologias complementares que farão parte do futuro da co-geração a biomassa, a Cogen-SP lista ainda a geração de energia no período da entressafra com combustíveis complementares e a utilização de chillers por absorção na produção de etanol.

## **Quanto mais pressão, melhor**

*Caldeiras de até 100 kg/cm<sup>2</sup> fazem energia deixar de ser subproduto da atividade sucroalcooleira*

Roberto Francellino

O grande avanço dos últimos anos nas caldeiras tradicionais utilizadas pelo setor sucroalcooleiro foi o aumento da pressão e da temperatura desses equipamentos. Embora não seja propriamente uma inovação tecnológica, já que outros setores, como os de mineração e papel e celulose, usam caldeiras de alta pressão há bastante tempo, a fabricação voltada para a queima do bagaço de cana é tida como uma revolução no segmento e deve ser a grande aposta este ano.

O reflexo já se dá nas encomendas. Para as novas usinas a biomassa predominam os pedidos de caldeiras de 100 kg/cm<sup>2</sup>, contra as caldeiras de 65 kg/cm<sup>2</sup> de alguns anos atrás. As primeiras podem gerar até 400 t/h de vapor, dependendo de suas características, contra aproximadamente 200 t/h das últimas. Isso ocasionou um ganho enorme de produtividade.

O vapor gerado pelas caldeiras é utilizado tanto no processo - nas moendas, por exemplo - quanto para acionar o conjunto turbina/gerador. Conforme a quantidade de vapor usado no processo industrial, caldeiras com maior pressão e temperatura podem provocar um acréscimo de até 10% na potência da usina. Na hora de fechar as contas, caso uma usina de 50 MW venha a ter 5 MW adicionais de potência, a variação da receita no fim de um ano pode chegar a R\$ 4,1 milhões, se a energia for vendida a R\$ 140/MWh.

Essas contas, que mostraram que a energia elétrica poderia ser um negócio rentável, fizeram com que os usineiros passassem a demandar caldeiras de maior pressão, proporcionando este salto tecnológico. Aliada a isso está a entrada de grupos estrangeiros no mercado, cujo perfil de investimento prioriza a compra de caldeiras mais robustas, com maior eficiência e durabilidade, justamente para que o setor energético seja considerado mais um produto da cana, e não um subproduto, como no passado.

### **Vendas em ascensão**

"Até os anos 80, predominavam as caldeiras de 21 kg/cm<sup>2</sup>, já que o vapor era direcionado apenas para o processo. Hoje se gera vapor para um excedente elétrico", conta o superintendente do setor de energia da Dedini, Jayme Schultz.

As vendas da companhia em 2007 mostram essa mudança. A Dedini forneceu 24 caldeiras no ano passado e espera um aumento de 50% nas encomendas em 2008, fruto da ampliação de sua capacidade produtiva, na qual investiu R\$ 80 milhões. "Este ano temos um leilão de biomassa e o mercado livre está interessado na energia da fonte. Tudo indica que vamos atingir nossa capacidade máxima de produção", espera Schultz.

A Dedini fornece ainda a usina completa, o que inclui os sistemas de manuseio do combustível, tratamento de água e efluentes, casa de força, painéis elétricos, sistemas auxiliares, transformadores, turbinas e geradores. Os três últimos itens são comprados de

empresas como Siemens, GE, TGM Turbinas e NG Metalúrgica.

### **Caldeiras com um tubulão**

A Caldema, fabricante de caldeiras instalada em Sertãozinho, no interior paulista, também aposta em pressões maiores e caldeiras mais eficientes. Em parceria com a Thermocal Engenharia, a fabricante desenvolveu um equipamento específico para o setor sucroalcooleiro, com apenas um tubulão - em geral, as caldeiras têm dois deles. Entre as vantagens dessa novidade estão partida e parada mais rápidas, redução da emissão de partículas, maior eficiência na combustão e menor desgaste dos equipamentos de captação do combustível.

As caldeiras da empresa são vendidas em capacidades de geração de vapor de 220 t/h a 300 t/h, com pressões de 65 kg/cm<sup>2</sup> até 100 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Elas também cresceram**

*A reboque do aumento da eficiência das caldeiras, turbinas para biomassa ganham potência*

Roberto Francellino

As turbinas a vapor dos sistemas de co-geração a biomassa cresceram, a reboque da indústria de caldeiras. Ao fabricar equipamentos com maior capacidade de geração de vapor usando a mesma quantidade de combustível, a indústria de caldeiras viabilizou a produção de turbinas mais potentes para gerar energia. "Hoje estamos fabricando turbinas para biomassa que vão de 30 MW a 50 MW", diz o gerente geral de Vendas da América Latina na Área de Geração de Energia da Siemens, Eduardo Angelo.

O executivo confirma que esse aumento de potência foi possível graças a uma ação conjunta com os fabricantes de caldeiras a fim de que houvesse uma quebra de paradigma na produção dos equipamentos para biomassa. Houve um trabalho de convencimento, com um bom argumento: os preços da energia estavam subindo, e o insumo tinha de deixar de ser um subproduto para ser tão nobre quanto o álcool e o açúcar.

Essa estratégia foi fundamental para a Siemens ser mais agressiva no segmento. Com as caldeiras trabalhando a pressões menores, não fazia sentido voltar atenções para as turbinas destinadas ao setor sucroalcooleiro. Hoje, com o aumento da eficiência e os preços da energia, esse mercado ganhou grande importância para a empresa.

O movimento da Siemens também mexeu com o segmento de fundidos e forjados, que fabrica alguns dos componentes para as turbinas. Se antes a maior parte desses componentes era importada, com o crescimento do mercado os fabricantes se capacitaram tecnologicamente de modo a atender aos requisitos da companhia. Em alguns casos, houve transferência de tecnologia para adequação dos materiais aos padrões exigidos pela Siemens.

A própria companhia fez um upgrade no desenvolvimento de componentes mais eficientes. O permanente contato com a matriz alemã ajudou muito nesse processo. "Hoje atingimos 88% a 89% de eficiência interna num sistema de co-geração, contra 83% nos anos 80", garante Angelo.

Todo esse processo evolutivo pode ser conferido pela quantidade de dias em que uma usina de co-geração a biomassa da cana consegue gerar por ano. Por conta da maior eficiência, já existem plantas gerando mais do que 210 dias, superando o período da safra da cana e, com isso, tornando viável a adição de mais megawatts ao sistema ao longo do ano.

### **Linhas especiais**

A Siemens trabalha com duas linhas de produtos para co-geração no setor sucroalcooleiro.

Uma é de turbinas de contrapressão, que, embora gerem energia elétrica, atendem prioritariamente ao processo de produção de álcool e açúcar. A outra, de turbinas de condensação, é focada na produção de energia.

Atualmente esses equipamentos são fabricados na unidade da empresa em Jundiaí (SP), destinada pela matriz alemã ao atendimento não apenas do Brasil, mas de toda a América Latina. Os fornecimentos mais recentes foram para o Peru e a Argentina.

A fábrica de Jundiaí iniciou suas operações em junho de 2006 e hoje passa por uma ampliação de 50% de sua capacidade de produção. O projeto deve estar concluído em março. A empresa não revela sua capacidade de produção atual.

Para 2008, a Siemens espera um incremento nas vendas de 20% em relação a 2007 e de 50% em relação a 2006. A alta é resultado também do aumento do prazo de entrega dos fornecedores, o que gerou a antecipação da compra dos equipamentos que vão atender à safra de 2010.

## **Crise e oportunidade**

*Após o racionamento, Weg desenvolve melhorias em diversos equipamentos para co-geração a biomassa*

Roberto Francellino

Nos últimos anos, a catarinense Weg, que hoje fornece cerca de 33% dos equipamentos eletromecânicos de uma usina de co-geração a biomassa, desenvolveu melhorias em seus equipamentos de co-geração a fim de aumentar a eficiência das usinas e ao mesmo tempo reduzir os custos das plantas.

As mudanças vão desde o acionamento dos motores até o desenvolvimento de geradores especiais para alguns tipos de aplicação, passando por melhorias nos materiais empregados na fabricação das máquinas.

A primeira novidade foi o desenvolvimento de motores elétricos de alto rendimento, usados para acionar geradores e correias transportadoras de combustível e que desempenham papel fundamental na co-geração a biomassa. Nas contas da empresa, o modelo W21 alcança rendimento de 95%. Para se ter uma idéia do que isso significa, o motor de um automóvel popular tem rendimento de aproximadamente 25%. "Depois do racionamento de 2001 e 2002, o mercado passou a exigir motores com rendimento maior", explica o gerente Comercial da Weg, Sérgio Esteves.

O acionamento dos motores também se tornou mais eficiente com a adoção dos drives regenerativos. Em um motor comum, gasta-se muita energia para acelerar, diminui-se quando se atinge a velocidade constante e perde-se energia à medida que o motor desacelera. Os drives regenerativos fazem com que o gasto energético durante a operação seja otimizado e a energia da desaceleração não se perca no momento em que o motor é desligado.

Os motores também sofreram redução de 10% a 12% em tamanho e peso. Isso significa uma economia proporcional em material e, conseqüentemente, no custo de produção do equipamento. O cobre e os materiais isolantes utilizados na constituição dos motores também contribuíram para aumentar o rendimento e diminuir tamanho e peso.

## **Sensor**

Na área de automação, a Weg desenvolveu um sensor que identifica a necessidade energética. Isso é aplicável, por exemplo, nas correias transportadoras da biomassa. O sensor identifica a quantidade de energia necessária para transportar o peso da biomassa e aciona o motor somente com a potência necessária.

Os geradores também foram aprimorados. Os equipamentos fabricados pela empresa atingem rendimento de 98%, percentual considerado por especialistas como um dos mais altos do mundo. A Weg fabrica atualmente geradores de até 100 MW. Para co-geração a biomassa, os equipamentos usados são na faixa de 62 MW, outro recorde no segmento, que usava equipamentos menos potentes há cinco anos.

A Weg detém no momento 80% do mercado de geradores e motores de alto rendimento. No terceiro trimestre de 2007, as vendas atingiram R\$ 1 bilhão, com uma margem Ebtida de 26%. O lucro líquido de R\$ 157 milhões.

## Quase tudo vira energia

*Caldeiras que podem queimar do lodo ao carvão mineral, passando pelo bagaço, são o próximo passo da co-geração*

Roberto Francellino

O futuro das caldeiras para co-geração promete ser o leito fluidizado. Diferentes dos equipamentos que queimam combustível em uma grelha e hoje são usados na co-geração a bagaço de cana, as caldeiras "high-tech" fazem com que o combustível adquira características de um fluido. A grande vantagem é que se pode queimar praticamente qualquer resíduo sólido, tenha ele baixo ou alto poder calorífico, e níveis maiores de umidade do que o bagaço da cana. Isso tudo com nível de eficiência variando entre 91% e 92%.

Há dois tipos de caldeira de leito fluidizado: borbulhante e circulante. A borbulhante se destina a combustíveis de baixo poder calorífico, como lodo, casca de madeira e lixo de aterros sanitários, cujos índices variam entre 500 kcal/kg e 2.500 kcal/kg, e com umidade maior do que 50%. Já a circulante é voltada para combustíveis de altíssimo poder calorífico, como carvão, pneu picado, coque e plástico. "Nessas caldeiras pode-se queimar praticamente qualquer coisa para gerar vapor, que pode ser usado tanto na geração de energia como em diversos processos industriais", diz Antônio Dourado, diretor Comercial da filial brasileira da Babcock Power Latin America, do grupo Babcock Power Espanha.

As caldeiras borbulhantes funcionam com a adição de um material inerte no fundo do equipamento - uma espécie de areia - junto com o combustível a ser queimado. O ar externo é soprado para dentro em alta pressão, adicionando turbulência à combustão. Isso faz com que a mistura adquira fluidez e fique borbulhando, facilitando a queima do combustível sólido. "O bagaço é mais fino, queima com mais facilidade em suspensão. Mas a casca de madeira, um combustível mais difícil de queimar por conta da umidade, tem eficiência de combustão de 78% se colocado em uma grelha, contra 92% no leito fluidizante", explica Dourado. Já as caldeiras circulantes funcionam de forma similar, com a diferença de terem um mecanismo que eleva o combustível a 50 m, separando a parte sólida.

Além da eficiência, a novidade também representa um enorme ganho ambiental. O cavaco de madeira, por exemplo, tem um conteúdo de carbono alto e, se queimado em grelha, gera muitos resíduos, que têm um aspecto escuro. Isso pode criar dificuldade no descarte. "Na Europa, esse material não pode ser colocado em aterros. Só se for inerte", lembra Dourado. A eficiência da combustão de combustíveis mais úmidos também é maior - 99%, contra 65% das caldeiras de grelha.

Outro aspecto relevante é a redução da formação de óxidos nitrosos (NOx), nocivos à natureza. Isso é possível graças ao maior controle da temperatura, que varia de 10° C a 850° C - os NOx somente se formam a partir de 1.100 ° C. Além disso, por poderem queimar resíduos de pneus, esses equipamentos também são um excelente meio de dar destinação aos pneus usados nas grandes metrópoles.

Apesar de ter custo bastante superior às caldeiras comuns - estima-se em 40% - e o investimento ainda não se justificar para quem usa bagaço de cana, o mercado aposta que, nos próximos cinco a dez anos, esse equipamento também venha a ser usado no setor sucroalcooleiro, em função principalmente do apelo ambiental. Isso deverá vir atrelado à

redução do custo da tecnologia, à medida que ganhe escala.

Hoje a caldeira de leito fluidizado vem ganhando espaço nos projetos de co-geração das indústrias de papel e celulose. Os restos de madeira resultantes da fabricação dos produtos viram combustível de modo a gerar vapor para os processos industriais e para energia elétrica.

Uma das grandes clientes da Babcock Power Latin America atualmente é a Klabin, uma das maiores companhias de papel e celulose do país. A Babcock forneceu à Klabin uma planta de co-geração de vapor e energia com capacidade de 250 t/h de vapor e pressão de 100 kg/cm<sup>2</sup>, quantidade capaz de gerar 66 MW térmicos ou elétricos. A planta entra em operação este mês.

Outra fabricante da caldeira de leito fluidizado no Brasil é a HPB/Sermatec, licenciada do grupo norte-americano Babcock & Wilcox. A companhia tem como principais clientes empresas do setor sucroalcooleiro, como a ETH Bioenergia, do Grupo Odebrecht, que estreou no setor no ano passado. A empresa está construindo três unidades de açúcar e álcool no Mato Grosso do Sul, num investimento de US\$ 1,05 bilhão, em projetos greenfield - empreendimentos que partem do zero. Outros clientes são a Equipase, do grupo Contrapase, Adecco, controlada pelo megainvestidor George Soros, Cosan e Santelisa Vale.

**Especial Co-geração e Geração Distribuída**  
**Revista Brasil Energia – Fevereiro 2008**  
**[www.brasilenergia.com.br](http://www.brasilenergia.com.br)**