

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO**  
**NÚCLEO DE ENERGIA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS. MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**

**SUSTENTÁVEL**

**por Anildo Bristoti**

**I - GENERALIDADES**

A origem da palavra energia vem do grego “energueia” que significa “forças em ação”. Isto quer dizer que qualquer tipo de força e de ação ou movimento estão relacionados com a idéia de energia. Em essência, energia é aquilo que faz tudo acontecer; sem ela a vida não existiria, mesmo em qualquer porção de matéria, a mais inerte em aparência possível, a energia está presente associada aos milhares de movimentos que executam as partículas componentes; da mesma (elétrons, núcleos, átomos, moléculas e agrupamentos de átomos e de moléculas, etc.). A forma de energia mais importante..é aquela associada aos alimentos, pois sem estes a .”máquina humana” cessa o funcionamento e tudo mais toma.;.se irrelevante.

No nosso dia-a-dia, qualquer forma de energia apresenta-se em dois “estados” extremos: potencial, como por exemplo, em uma porção de um determinado alimento, numa árvore, num reservatório de água, etc; e cinética ou de movimento, a partir do qual ocorre a utilização da energia e, conseqüentemente, acontece a vida em toda a sua plenitude, bem como todos os fenômenos não vitais.

A energia pode existir (e existe em quantidades fantásticas no espaço sideral) sem a presença da matéria. No entanto, somente quando estiver associada à matéria (quer faça parte da vida ou não) é que ela pode ser utilizada visando os diversos fins úteis, serviços, etc.

A associação da energia com a matéria pode ser dividida em três formas: química (associada aos alimentos, aos diversos tipos de combustíveis não-alimentares -petróleo, carvão, álcool, etc.); mecânica (sendo a gravitacional, a mais importante) e térmica. As unidades práticas mais utilizadas para medir as transformações energéticas e, em especial, as transações são as seguintes: a quilocaloria e o quilowatt-hora; é por meio destas unidades de medidas de energia que pagamos, e consumimos, grande parte da nossa renda. Outras 1 i unidades de energia são utilizadas em situações especiais, como por exemplo, , no estudo de física, química, etc., utiliza-se o Joule (J) e a caloria (um Joule = 4,18 calorias), contudo estas representam quantidades de energia muito pequenas para fins práticos. Por exemplo, sabemos que uma caloria é a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de um grama de água em um grau centígrado (mais precisamente entre 14,5°C e 15,5°C). Portanto, a quilocaloria (kcal = 1000 calorias) seria a quantidade de energia necessária para elevar um quilo (ou um litro) de água em um grau centígrado. Ainda é uma quantidade relativamente pequena, pois podemos conseguir isto acendendo alguns palitos de fósforo e aquecendo o fundo

do litro cheio de água e medir a variação de temperatura ( $\Delta T = 1^\circ\text{C}$ ) com um termômetro.

Para se ter um referencial mais concreto, basta levarmos em conta que uma pessoa adulta necessita para se manter viva uma quantidade de energia na forma de alimentos igual a 2000 kcal por dia (isto em termos somente quantitativos e não qualitativos, pois neste caso, teríamos que levar em conta os percentuais de glicídeos, lipídeos e protídeos, além de outros). Estas duas mil quilocalorias equivalem, portanto, à quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de  $1^\circ\text{C}$  de um reservatório de água contendo um volume de 2 metros cúbicos (ou 2000 litros).

A relação entre o quilowatt-hora (kWh) e a quilocaloria é  $1 \text{ kWh} \cong 860 \text{ kcal}$  e não haveria nada errado se a nossa conta de energia elétrica (impropriamente denominada conta de luz) viesse expressa em quilocalorias. O único inconveniente consistiria que, em vez de, por exemplo, 200 kWh/mês, teríamos 172000 kcal/mês (trabalharíamos com números relativamente grandes).

Por outro lado, o consumo anual de energia (incluindo todas as formas -energia elétrica, combustíveis, sólidos, líquidos, gasosos, etc.) é de aproximadamente (ano 1994)  $7,0 \times 10^{16}$  quilocalorias (cerca de 70 quatrilhões de quilocalorias ou 81 trilhões de kWh). Esta quantidade de energia, apesar de fantásticamente grande, é pelo menos 10.000 vezes menor do que a energia que chegou à Terra proveniente do sol durante o mesmo período (no caso o ano 1994) e que continuará chegando, pelo menos, durante os próximos 4,5 bilhões de anos (tempo previsto para o sol continuar sendo uma estrela)!

Obviamente, as captações de energia solar, quer pelos processos naturais ou produzidas pelo homem, constituem somente uma pequena parcela daquela que chega diariamente à superfície da Terra e que, para sorte nossa, é reirradiada para o espaço. Porém, caso utilizássemos somente 1% de toda a energia do sol disponível na superfície da Terra (este seria aproximadamente o rendimento da fotossíntese), ainda assim, teríamos uma oferta 100 vezes maior do que o consumo energético em todo o Planeta. Uma das tragédias ambientais (certamente a maior de todas) que enfrenta a humanidade neste final de século XX e também do segundo milênio da Era Cristã, consiste em que somente 20% de toda a energia utilizada na Terra é de origem renovável, isto é, de origem solar do presente e do futuro.

Os 80% restantes são divididos em: 75% de combustíveis fósseis (petróleo e seus derivados, carvão mineral, gás natural e outros) e 5% de origem nuclear. Em nível de Brasil, como também no Rio Grande do Sul, a energia não-renovável constitui cerca de 50% da matriz energética.

A utilização intensiva dos combustíveis fósseis acontece, principalmente, nos chamados países do primeiro mundo, o que acarreta duas consequências drásticas para a humanidade de hoje e também àquela do amanhã (futuras gerações): a primeira, constituída principalmente pela poluição atmosférica, mas também atinge as partes líquidas e sólidas da superfície da Terra. Segunda é constituída pelo fato dos combustíveis fósseis não serem renováveis e a geração atual ser uma "dependente crônica" dos mesmos, principalmente, dos combustíveis líquidos e gasosos derivados do petróleo (gasolina, óleo diesel, querosene, etc.). Portanto, qualquer país que esteja nesta situação tem o seu futuro caracterizado pela não sustentabilidade. Neste sentido, cabe questionarmos - será que os países do chamado primeiro mundo são realmente países desenvolvidos? Até quando? Resposta: enquanto durar o petróleo! Segundo os cálculos dos especialistas na área, como por exemplo, o grupo das "sete irmãs" constituído das principais companhias petrolíferas que atuam em nível mundial, o petróleo irá durar no máximo 50 anos (cálculos baseados no atual nível de consumo e nas reservas efetivamente comprovadas).

Portanto, a geração que irá conviver com a ausência dos derivados de petróleo não está distante no tempo futuro, mas é aquela que já está aqui, muitos já cursando o

Primeiro Grau.

## II - ENERGIAS RENOVÁVEIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Entre as muitas conclusões que podemos tirar das considerações gerais feitas na introdução, destaca-se a constatação de que a humanidade dos dias de hoje não enfrenta uma crise de energia, mas uma crise de estilo de vida; isto é, o modelo de sociedade baseado intensivamente na utilização de energia proveniente dos combustíveis fósseis é insustentável!

Porém, se adotarmos um estilo de vida baseado nas fontes renováveis de energia, isto é, entrarmos numa nova Era Solar (isto já aconteceu para as gerações que nos antecederam desde o “aparecimento do homem” até cerca de 200 anos atrás), o problema do suprimento de energia estará resolvido para os próximos 4,5 bilhões de anos!

As principais fontes primárias de energia (a energia radiante proveniente do sol constitui-se na fonte primaríssima) são: a biomassa, que é aquela armazenada pelas plantas verdes onde estão incluídos os alimentos, a lenha, o carvão vegetal, o álcool carburante e os resíduos agrícolas e florestais; a hidráulica, que é utilizada na produção de energia elétrica, através das usinas hidrelétricas (no passado não tão distante esta forma de energia era usada para movimentar as rodas d'água que produziam energia mecânica, por exemplo, nas serrarias e moinhos de grãos); a (ou dos ventos), cujo uso inicial se perde nos tempos pois foi a fonte principal de energia utilizada na navegação a vela, que só terminou com a descoberta da máquina a vapor e posteriormente do motor a combustão interna. No nosso estado, a energia dos ventos foi utilizada (e ainda continua em alguns casos) em muitos lugares para a produção de energia elétrica em pequena escala (cata-ventos) e atualmente para o bombeamento de água, principalmente em fazendas para fornecer água para os animais. A partir das crises do petróleo de 73 e 79, as tecnologias utilizadas na captação da energia eólica sofreram um salto quantitativo fantástico. A energia elétrica produzida a partir da eólica passa a ser injetada na rede pública, inicialmente com turbinas de 50 a 100 kW de potência (portanto produziria 100 kWh em cada hora de funcionamento), porém, atualmente, já atingem potências individuais de 700 kW. Surgiram as “fazendas eólicas” que hoje estão espalhadas em vários países do mundo, principalmente na Dinamarca, Suécia, Holanda, Estados Unidos, etc. (as fazendas eólicas da Califórnia produzem mais energia elétrica com ventos do que o RS produz com água). A terra nos desertos da Califórnia onde estão instaladas as fazendas eólicas teve o preço do hectare aumentado cerca de quatro vezes nos últimos 10 anos. Na areia desses desertos onde praticamente não era possível produzir coisa alguma, hoje se produz um item nobre - a energia elétrica. Estes novos progressos na utilização da energia eólica já estão chegando ao nosso estado, tanto para o bombeamento de água nas lavouras arrozeiras como também para inserção na rede pública. É importante termos em mente que a utilização em grande escala passa por um conhecimento aprofundado da situação dos ventos em cada micro-região. Portanto, é necessário que se conheça a velocidade média dos ventos, a frequência dos mesmos, os períodos de calmarias, etc. Por exemplo, ventos com velocidades médias de 6 metros por segundo (m/s) são bastante apropriados para a exploração econômica da energia eólica, porém, já estão sendo construídas turbinas eólicas que produzirão energia elétrica a partir de ventos com velocidades médias de 4m/s; a energia solar direta, aquela que não faz parte dos três ciclos anteriores, isto é, incide sobre os telhados das casas, estradas, áreas desérticas, etc., e que, se não for captada voltará para o espaço improdutivamente.

Nesta área aconteceu, nos últimos vinte anos, provavelmente, a maior revolução na produção de energia elétrica, isto é, a conversão fotovoltaica de energia solar. Por meio de painéis construídos, inicialmente a base de silício (atualmente vários outros elementos estão sendo utilizados), a energia solar é convertida diretamente em energia elétrica. Estes painéis chegaram a altos níveis de sofisticação. Também é possível utilizar os telhados para aquecer

água das casas através de coletores solares, (que podem ser, inclusive, materiais simples como mangueiras plásticas pretas). Como estes painéis, tanto coletores para aquecimento de água, como fotovoltaicos, são construídos com materiais resistentes, os telhados das casas poderão ser substituídos pelos mesmos, e esta área ociosa de nossa residência, poderá produzir não somente água quente para o consumo da casa mas também energia elétrica que pode ser armazenada em baterias para movimentar o carro elétrico (o veículo do futuro -não poluidor e i silencioso) ou para ser injetada na rede pública. Assim os telhados de casas, principalmente das cidades, passarão a ser uma fonte de renda através da venda, ou da troca de energia elétrica.

Este empreendimento não é um sonho para um “distante amanhã”. Tecnicamente já está resolvido, porém, os aspectos econômicos ainda precisam ser mais bem trabalhados. O que se pode adiantar é fazer com que os planos diretores dos municípios contenham em uma forma bem explícita o direito ao sol para o proprietário de casa e/ou terreno urbano. Também pode Constar no código de obras diretrizes que contemplem o uso passivo da energia solar.

As quatro fontes renováveis de energia mencionadas anteriormente, podem ser divididas em duas categorias:

1ª) fontes renováveis convencionais constituídas pela biomassa e pela hidráulica;

2ª) fontes renováveis alternativas constituídas pela energia eólica e a solar: direta. Nestes casos o termo alternativo refere-se principalmente à produção de energia elétrica, cujos processos tecnológicos foram acima descritos.

A evolução da política de energia elétrica no país nos últimos anos, particularmente com a Criação do SINTREL (Sistema Nacional de Transmissão de Energia Elétrica) está promovendo a volta de duas fontes primárias convencionais (aprimoradas com os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos 60 anos) que foram utilizadas intensivamente no nosso estado durante as primeiras décadas do século vinte. Estas fontes são a biomassa para usinas termelétrica e hidráulica para as pequenas e médias centrais hidrelétricas.

Através do SINTREL, qualquer grande ou médio consumidor de energia elétrica poderá produzi-la via hídrica ou térmica, em qualquer lugar do estado (e mesmo fora dele) e receber o crédito no local de consumo. A energia injetada na rede é abatida daquela consumida pela empresa ou mesmo por um consórcio de empresas. Os condicionantes principais são: 1º) os investimentos tanto na construção da usina, como na rede que transportará a energia elétrica até a rede pública são financiados integralmente pelo autoprodutor; 2º) haverá uma taxa de deságio (ou de aluguel da rede) a ser paga pelo autoprodutor, que ainda está sendo detalhada pelas concessionárias. Em algumas situações onde este processo já está ocorrendo, como por exemplo, no estado de São Paulo com geração de energia elétrica através do bagaço de cana, o valor desse aluguel se situa em torno de R\$ 0,80 por megawatt-hora transportado).

No caso da geração hídrica, através dos pequenos e médios aproveitamentos (casos como Dona Francisca e Itá estão acontecendo através de consórcio de empresas públicas e privadas) em relação as chamadas pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) existem centenas de locais onde estas poderão ser instaladas. Por exemplo, a CEEE catalogou 1610, rios internos no Estado do RS com mais de 10 quilômetros de extensão, porém, não de forma exaustiva. Já um trabalho executado na Comissão Estadual de Energia (CENERGS) foram enumerados 143.000 cursos d'água internos entre pequenos córregos, arroios e rios. Estes cursos d'água foram catalogados a partir dos mapas do exército, porém, trabalhos realizados a campo indicam que este número pode ser 20% maior. Então, caso ocorresse somente uma queda d'água em cada um destes canais poderíamos construir mais de cem mil aproveitamentos hidrelétricos desde micro, mini, pequenas e médias centrais elétricas. Estas poderiam ser utilizadas para atender desde algumas propriedades não supridas por energia elétrica (micro-centrais isoladas) até

mini e pequenas central para inserção na rede pública. É claro que neste último caso, as quedas d'água mais próximas da rede e com situações construtivas mais convenientes, serão as primeiras a serem construídas.

Já no caso das termelétricas à biomassa, a situação da distância da rede pública é mais fácil de ser contornada, é importante para aqueles casos onde a oferta de biomassa está disponível atualmente. Este é o caso das florestas de pinus e eucaliptos existentes no litoral desde cidreira até Santa Vitória do Palmar, o mesmo acontecendo com a casca de arroz cuja oferta é abundante em toda a zona sul, sudeste e fronteira oeste do Estado.

As futuras termelétricas, cuja matéria-prima seria fornecida pelo florestamento e/ou reflorestamento das áreas não apropriadas para a agricultura e dedicada a produtos de ciclo curto, o local de instalação da futura termelétrica seria o mais próximo da rede pública e o mais central possível em relação à localização das propriedades integradas.

Atualmente existem duas termelétricas a biomassa em funcionamento há pelo menos trinta anos: na Celulose Cambará (utiliza costaneiras, serragem, galhos e acículas de pinus) e na TANAC (utiliza lenha e bagaço-de-casca de acácia após a extração do tanino). Nesses casos a energia elétrica é consumida localmente. Vários outros casos de menor porte merecem ser citados, como no caso da Arroeira Doei ler (São Pedro do Sul) onde a energia elétrica é produzida por um conjunto locomóvel-gerador e a fonte primária é a casca de arroz; também o engenho do IRGA, situado na cidade de Cachoeira do Sul, obtém toda a energia mecânica necessária para movimentar o mesmo, transmitida através de várias correias e polias, a partir de um locomóvel alimentado com casca de arroz.

As novas termelétricas do hoje e do amanhã, adotarão tecnologias, muito mais evoluídas e mais eficientes do que as utilizadas nas antigas serrarias, e nos exemplos acima enumerados. Entre estas podemos citar a combustão a leito fluidizado, turbinas a gás e/ou de ciclo combinado.

Um exemplo, já bastante divulgado, é o projeto da termoelétrica à biomassa a ser construída junto à cidade de Mostardas. A matéria-prima é constituída de "chips" obtidos pela trituração dos resíduos florestais de pinus após o corte das toras. Mesmo sendo um projeto de termoelétrica convencional (a vapor), o custo do quilowatt-hora, mesmo incluindo um preço razoável para a tonelada de resíduo florestal, se situa em torno de 45 reais por megawatt-hora. Levando em conta que a grande maioria das empresas pagam pela energia elétrica consumida acima de 60 reais pelo megawatt-hora, pode-se concluir que as termelétricas a biomassa já são viáveis economicamente. As grandes vantagens das termelétricas à biomassa, quando comparadas com as similares alimentadas a carvão mineral, situam-se nos aspectos ambientais e na geração de empregos. Por exemplo, a biomassa tem um teor praticamente nulo de enxofre e o teor de cinzas está em torno de 1%. O problema da combustão incompleta, com a conseqüente formação de fuligem e materiais particulados não está ligado à propriedades intrínsecas da biomassa, mas sim de equipamentos inadequados. Esta situação acarreta prejuízos, pois a parte da energia que foi agregada à biomassa no processo de fotossíntese, é lançada na atmosfera juntamente com o material particulado e deve ser evitada sempre no projeto e operação da termelétrica.

Outro aspecto ligado aos projetos das futuras termelétricas à biomassa consiste em evitar os maciços florestais homogêneos, pois no caso dos florestamentos e/ou reflorestamentos, é possível e desejável deixar uma percentagem da área a ser utilizada, coberta com a vegetação natural. Desta maneira, estaria assegurada a biodiversidade, tanto vegetal como animal, porém, sem deixar de utilizar a propriedade economicamente. Este seria um exemplo do aproveitamento sustentável.

Avançando um pouco mais o projeto de geração termoelétrica à biomassa, dois

aspectos merecem destaque:

1º) haveria uma empresa ou um consórcio de empresas que iriam utilizar a biomassa produzida em um determinado número de propriedades situadas em torno da usina. Estas propriedades formariam um sistema integrado e/ou cooperativa;

2º) O preço a ser pago pela tonelada de biomassa triturada (não tem sentido neste caso falar em estéreos de lenha, pois a árvore é integralmente aproveitada -troncos, galhos, ramos, etc.) deve estar vinculado no projeto de reflorestamento ao custo do quilowatt-hora gerado. Neste caso, a equivalência produto não está sujeita às vicissitudes dos mercados nacionais e internacionais. A moeda “quilowatt-hora” serviria como referencial seguro para a garantia de eventuais empréstimos bancários tomados pelos produtores.