



ISES

International
Solar Energy
Society

O futuro das fontes renováveis de energia para os países em desenvolvimento

White Paper

Texto original: Dieter Holm, D.Arch
no âmbito de contrato com a ISES

Tradução para o português: ISES do BRASIL

<http://whitepaper.ises.org>

Sumário

Considerações iniciais	2
Sumário executivo	3
Sumário de políticas	6
Definição de fonte renovável de energia: Energia que vem do Sol	7
Objetivo, escopo e delimitações	8
Introdução: Os países em desenvolvimento na transição energética global.....	9
Por que é essencial modificar já os sistemas energéticos dos países em desenvolvimento?	13
Recursos energéticos renováveis: <i>Status</i> tecnológico e potencial sustentável.....	16
Estímulos nacionais e internacionais para aplicação de recursos renováveis: Estabelecimento de metas nacionais dentro de limites de segurança globais	25
Políticas para acelerar a aplicação dos recursos energéticos renováveis nos países em desenvolvimento.....	32
A necessidade de pesquisa, desenvolvimento e demonstração	50
Exemplos de modelos de política nacional.....	53
Conclusões	59
Agradecimentos e Referências	60
Sobre o autor	61
Anexo A: Listagem de países em desenvolvimento	62
Anexo B: Abreviaturas	63

Considerações iniciais

Dr. R. K. Pachauri

Diretor Geral, *The Energy and Resources Institute (TERI)* &
Chairman, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*

Várias formas de fontes renováveis de energia têm sido usadas pela humanidade desde os tempos mais remotos. A história da raça humana e o progresso da civilização tem tido muito a ver com o uso de energia, mas nos últimos 200 anos rápidas transições têm ocorrido essencialmente de um regime baseado em fontes renováveis de energia para aquelas formas que têm estoques finitos no mundo todo. Somente quando algumas vozes, nas décadas de 60 e 70, em diferentes cantos do mundo, expressaram preocupação quanto aos limites para o crescimento, foi que a inesgotabilidade dos recursos energéticos finitos da Terra foi posta em questão. No entanto, preocupações dessa natureza foram rapidamente desconsideradas por aqueles que as viram como uma despropositada reinvenção da teoria econômica malthusiana, apostando no poder da tecnologia e inovação. Era defendido que a inovação tecnológica tinha determinado a habilidade dos seres humanos para conter a escassez de qualquer insumo no processo produtivo através da inovação e substituição por diferentes recursos.

Foi após a Crise do Petróleo de 1973-74, desencadeada por forças geopolíticas inesperadas, que o mundo começou a dar mais atenção aos limites das reservas globais de recursos, pelo menos no que se refe-

re à energia. Conseqüentemente, foi em meados da década de 70 que essa área de pesquisa atraiu investimentos e que foram coordenados esforços para o desenvolvimento de meios tecnológicos através dos quais fontes renováveis anteriormente inexploradas puderam ser utilizadas em larga escala como possíveis substitutos para os combustíveis fósseis. O entusiasmo pelo uso das fontes renováveis de energia continuou até meados da década de 80, mas com a grande queda nos preços do petróleo em 1985, um período de omissão se iniciou, o qual durou quase duas décadas. Muito embora em termos reais os preços do petróleo sejam hoje mais baixos do que os registrados como pico no fim dos anos 70, eles aumentaram o suficiente para impor uma reavaliação das estratégias globais para a produção e uso de energia ao redor do mundo. O recente interesse nas fontes renováveis é também impulsionado por projeções do futuro, com o espectro de um crescimento contínuo na demanda de energia, particularmente nos EUA, China e Índia, e uma clara lentidão no crescimento de reservas globais e capacidade de produção de petróleo.

A raça humana está, portanto, pronta para olhar para as fontes renováveis de energia dentro desse novo contexto, particularmente porque um grande crescimento na demanda por energia

virá de países em desenvolvimento. Levando-se em consideração que a melhoria na infra-estrutura e a disponibilidade de alternativas econômicas nos países em desenvolvimento permitirão que se possa optar pelo uso das fontes renováveis de energia em maior escala, uma avaliação do futuro próximo e das oportunidades que existem para que haja uma transição para novas fontes de energia necessita de considerável debate e discussão. O *White Paper* elaborado pela ISES, abrangendo vários aspectos sobre esse tema, fornece um documento de extrema utilidade para debates e discussões, que pode ser válido não apenas para a definição de políticas públicas, mas também para que as indústrias e o mercado em geral possam avaliar oportunidades de investimentos de longo prazo. Portanto, foi com real estímulo que a ISES elaborou esse *White Paper*, que veio preencher de forma bastante adequada a lacuna por um documento oficial, que pudesse estimular debates e análises que ajudem na transição para um futuro energético sustentável nos países em desenvolvimento e em todo o mundo. Entretanto, é importante enfatizar que qualquer discussão ou debate tem que levar à ação e implementação de programas de fontes renováveis de energia, através dos quais uma transição concreta é atingida através do uso mais amplo dos recursos energéticos renováveis.

Sumário executivo

Para o leitor apressado:

A essência deste *White Paper* está contida na seção “Políticas para acelerar a aplicação dos recursos energéticos renováveis nos países em desenvolvimento”.

Este *White Paper* apresenta embaçamento para políticas governamentais eficazes e apropriadas, no campo de fontes renováveis de energia, para a aplicação nos países em desenvolvimento. Também fornece informações científicas adequadas para a escolha de políticas energéticas racionais e responsáveis, dentro desse contexto, em apoio ao desenvolvimento sustentável.

Embora reconhecendo plenamente as substanciais barreiras que restringem os países em desenvolvimento, este documento também destaca a oportunidade do momento atual, ímpar e de enorme importância, assim como a responsabilidade dos atuais tomadores de decisões quanto à política energética. O papel determinante das nações industrializadas no nosso futuro é demonstrado.

O documento endossa a tese do *White Paper* anterior da ISES, intitulada “Transição para um futuro com recursos energéticos renováveis”, no qual era declarado que “um esforço mundial para gerar a transição para o uso de fontes renováveis de energia deve emergir no topo dos organismos políticos nacionais e internacionais, a partir de agora”.

Um “Sumário de políticas” é apresentado, seguido pelo capítulo “Definição de fonte renovável de energia: Energia que vem do Sol”, o qual descreve que essencialmente todas as fontes de energia derivam do Sol, incluindo os combustíveis fósseis, que têm sido a base energética de nossa história recente.

O capítulo “Objetivo, escopo e delimitações” trata das definições e contexto dos países em desenvolvimento no âmbito do mundo globalizado, o qual é ilustrado pela reação mundial quanto à catástrofe da *Tsunami* de dezembro de 2004. A sustentabilidade de nosso futuro ainda não atingiu o mesmo nível de importância nos noticiários – por enquanto.

Em “Introdução: Os países em desenvolvimento na transição energética global” é explicado que as nações

em desenvolvimento têm infra-estruturas energéticas subdesenvolvidas, mas não necessitam seguir o modelo ocidental de geração centralizada, com redes de transmissão e distribuição extensas, caras e vulneráveis.

Embora os países em desenvolvimento disponham de recursos energéticos fósseis de maneira desigual, em contrapartida eles foram contemplados com recursos energéticos renováveis mais homoganeamente distribuídos, grande parte deles ainda não explorados (e nem sequer mapeados).

Isso oferece uma oportunidade única de salto tecnológico utilizando o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto, no qual conhecimentos técnicos avançados e recursos das nações industrializadas podem facilitar o crescimento do mercado interno de oportunidades de trabalho, auxiliando desta forma a atingir um desenvolvimento sustentável e as metas do milênio para os países em desenvolvimento.

Distorções artificiais e persistentes do mercado ignoram os custos sociais, ambientais e de segurança nacional relacionados aos combustíveis fósseis. Quando países em desenvolvimento aventuram-se na construção de usinas nucleares, os custos sempre excedem em muito o montante de impostos públicos que seria investido caso se optasse por fontes renováveis. O seguro dessas aventuras não é coberto por empresas privadas, mas sim por cidadãos desavisados.

Uma combinação de conservação de energia, eficiência energética e uso de recursos energéticos renováveis parece ser indicada para um mundo materialista onde nem sempre é fácil praticar solidariedade global.

A inevitável transição para as fontes renováveis de energia tem que ser imediata, rápida, disciplinada e sustentável. Isso requer políticas adequadas, como sugerido neste *White Paper*.

O capítulo “Por que é essencial modificar já os sistemas energéticos dos países em desenvolvimento” trata das novas palavras-chave ou linhas-guia: escassez de energia e erradicação da pobreza, prevenção de riscos e volatilidade energética, assim como a proteção dos sistemas naturais de subsistência.

Opções de políticas governamentais incluem a criação de um ambiente de apoio para as políticas e legislação necessárias, através de:

desenvolvimento de uma maior conscientização energética,

aplicação do protocolo de Kyoto,

etiquetagem de eletrodomésticos e outros equipamentos com selos de consumo de energia e eficiência energética, e

meios que assegurem o suprimento energético nacional e regional seguro através de fontes renováveis.

No capítulo “Recursos energéticos renováveis: *Status* tecnológico e potencial sustentável” são apresentadas informações essenciais para orientar resoluções políticas.

Cerca de dois terços do potencial hidroelétrico global está localizado em países em desenvolvimento e a tecnologia nessa área já está madura. Contudo, há sérios aspectos a serem avaliados preliminarmente, como foi documentado pela Comissão Mundial sobre Represas (*World Comission on Dams* – WCD, 2000).

A bioenergia é o principal recurso energético para muitos países em desenvolvimento, e está cada vez mais sendo utilizada de uma forma ambientalmente insustentável. Na maioria das vezes, o uso convencional da bioenergia é ineficiente, socialmente injusto e prejudicial à saúde.

A energia eólica tem se tornado economicamente competitiva em relação às fontes energéticas convencionais em vários países. A tecnologia eólica tem mostrado um rápido desenvolvimento e redução de custos. O po-

tencial a médio prazo nos países em desenvolvimento é avaliado.

De todas as formas de utilização das fontes renováveis de energia, a geração termo-solar de eletricidade é considerada praticamente ilimitada a longo prazo e é um recurso energético bastante abundante nos países em desenvolvimento. Centrais termo-solares com concentradores geram a maior parte da energia elétrica que é produzida através da radiação direta do Sol, em termos mundiais. São boas as perspectivas para essas tecnologias e para chaminés solares.

Na área fotovoltaica, o setor que mais rapidamente cresce é o de geradores conectados à rede elétrica pública. Além de apresentarem uma vida útil superior a 25 anos, a modularidade dos geradores solares fotovoltaicos torna possível até mesmo pequenos incrementos na potência de cada sistema. São projetadas reduções de custo futuras que irão tornar esta tecnologia competitiva com a geração convencional em áreas urbanas de regiões do planeta onde a radiação solar é abundante.

O fato de que atualmente os sistemas fotovoltaicos não têm um custo competitivo em relação à geração convencional subsidiada tem levado alguns países em desenvolvimento a introduzir sistemas fotovoltaicos autônomos em áreas rurais remotas muito pobres, onde é esperado que sejam difíceis o serviço, a manutenção de baterias e a aceitação social.

Os coletores termo-solares para aquecimento de água detêm uma tecnologia simples e madura, permitindo que os mesmos sejam produzidos nos países em desenvolvimento seguindo os atuais padrões tecnológicos.

O investimento inicial para se utilizar coletores termo-solares é mais alto do que o dos convencionais chuveiros elétricos (ou a gás) de passagem ou aquecedores elétricos (ou a gás) com reservatório, mas quando comparados os custos totais ao longo da vida útil de cada um desses sistemas

de aquecimento de água, o dos coletores termo-solares são menores.

A combinação de sistemas de aquecimento da água e do ambiente não é ainda comum nos países em desenvolvimento.

A energia geotérmica pode ser utilizada para aplicações próximas à superfície através da tecnologia de bombas de calor. Temperaturas geotérmicas da ordem de 100 °C são aplicáveis para aquecimento de ambientes, e, quando o nível de temperatura é mais alto, o calor é utilizado para geração de eletricidade. Nesta tecnologia ocorrem consideráveis fluxos de perda de calor.

O resfriamento através de energia solar seria uma aplicação de grande importância para países em desenvolvimento, no conforto térmico de edifícios, e na conservação de produtos agrícolas, alimentos e medicamentos. No entanto, a tecnologia ainda não está suficientemente desenvolvida.

Edifícios solares são de grande importância, devido aos seus longos ciclos de vida (maiores que das centrais geradoras) e porque o efeito combinado de aquecimento global e urbano sobre sistemas de condicionamento de ar mal projetados pode ser dramático.

O dilema do proprietário e as normas técnicas e legislação para edificações inadequadas agravam este problema. Regulamentações deveriam especificar níveis máximos para emissão de CO₂. Um planejamento integrado de recursos equilibra suprimento, armazenamento e consumo (gerenciamento pelo lado da demanda) de recursos como a água, suprimentos e serviços energéticos. O antigo paradigma esbanjador do suprimento de energia ainda resiste em muitos países em desenvolvimento.

O consumo energético relacionado ao transporte, nos países em desenvolvimento, é na maioria das vezes suprido por combustíveis fósseis importados, com um significativo

impacto nas economias desses países.

Opções políticas são: produção interna de combustíveis e biocombustíveis, melhorias tecnológicas, tecnologia da informação e um planejamento espacial de cidades e regiões que leve em conta o consumo energético.

O capítulo “Estímulos nacionais e internacionais para aplicação de recursos renováveis: Estabelecimento de metas nacionais dentro de limites de segurança globais” destaca a redução nos níveis de pobreza através da criação de empregos como um direcionamento político prioritário. O uso de recursos renováveis para geração de energia gera consideravelmente mais empregos do que o uso de combustíveis fósseis.

A geração distribuída apresenta a melhor relação energia gerada / investimento financeiro, e é também a mais benigna ao meio ambiente, a mais segura e a que apresenta maior eficiência energética, pois reduz as perdas nas linhas de transmissão e distribuição, além de poder utilizar tanto a eletricidade quanto o calor rejeitado.

Zonas de benefícios fiscais para estabelecimento de empresas no meio rural podem facilitar o desenvolvimento sustentável.

Os recursos energéticos renováveis nacionais e as metas de produtividade energética devem ser assuntos estimulantes a ponto de atrair acadêmicos, empreendedores e investidores. Devem também ser de suficiente extensão de longo prazo, para que possam vencer a inércia da burocracia e do sistema educacional.

Liberalização do mercado e privatização dos sistemas energéticos nacionais não são o remédio para todos os males.

O caminho da transição nacional para a energia sustentável deve respeitar os limites de segurança globais e os limites de riscos sócio-econômicos e ambientais, que não devem ser exce-

didados. Um mapa ilustrativo desse caminho realça as seguintes rotas: universalização do acesso à energia, revisão da política do Banco Mundial, promoção do desenvolvimento sócio-econômico, iniciativas privadas e regulatórias combinadas, proteção dos sistemas essenciais à manutenção da vida, melhoria da produtividade energética, 20% de fontes renováveis de energia até 2020 e abandono definitivo da nuclear até 2050.

No capítulo “Políticas para acelerar a aplicação dos recursos energéticos renováveis nos países em desenvolvimento” é embasado em relevantes experiências internacionais. Esta seção representa o núcleo deste *White Paper* para o qual a atenção do leitor é direcionada com especial referência para a implementação. A estabilidade de metas a longo prazo, a estabilidade dos alvos e políticas transparentes e simples endossadas pelo *White Paper* são destacadas como fatores de sucesso.

Onde a maior parte da energia elétrica provém de combustíveis fósseis, o sistema de preços (lei de remuneração para produtores autônomos que injetam energia na rede elétrica pública) é um sucesso comprovado no que se refere a incentivar a produção de energia através de fontes renováveis, e se mostra mais apropriado para países em desenvolvimento do que o sistema de quotas, devido aos seguintes fatores: estabelecimento de metas, facilidade para os investidores, geração de empregos na indústria nacional, imparcialidade geográfica e de propriedade, diversidade de tecnologias, diversidade de fornecedores, custos, preços e competitividade, segurança financeira, facilidade de implementação e flexibilidade. Entretanto, o sistema de preços não tem sido aplicado a sistemas não-conectados à rede.

O Protocolo de Kyoto é uma oportunidade que deve ser agarrada firmemente pelas nações em desenvolvimento.

O suporte financeiro – na forma de pagamentos, créditos tributários,

empréstimos a juros baixos e taxas de importação reduzidas – deve focar preferencialmente na produção de energia, mais do que em proporcionar subsídios a investimentos no lado da oferta. Para que a disputa na qual as fontes renováveis tomarão parte seja justa, o ‘campo de batalha’ deve estar nivelado.

Deve ser exigido que seja mantido o padrão tecnológico atual do setor. Normas técnicas para os locais e áreas de edifícios onde se pretende gerar energia através de fontes renováveis são uma necessidade. O governo pode e deve facilitar esta transição, através dos seus próprios programas de mediação.

Educação, treinamento, informação e palestras demonstrativas devem ser ampliados, preferencialmente com parcerias internacionais.

Compras antecipadas por parte de agentes dos programas específicos intensificam o progresso do empreendimento e eliminam atrasos que consumiriam bastante tempo e recursos financeiros.

No capítulo “A necessidade de pesquisa, desenvolvimento e demonstração” são apresentadas fortes razões para a urgência de P&D em fontes renováveis de energia.

Os investimentos em P&D nesse setor foram reduzidos a menos da metade desde 1980. 70% foram destinados à pesquisa em fissão e fusão nuclear, rendendo resultados desproporcionalmente baixos.

A parcela do orçamento para P&D em fontes renováveis de energia foi de menos de 10%, o que representava apenas uma fração do orçamento para pesquisa em combustíveis fósseis.

O fundo para P&D em recursos energéticos renováveis tem que aumentar em uma ordem de magnitude. Pesquisas técnicas e não-técnicas são identificadas nesse capítulo, incluindo prioridades cooperativas.

O capítulo “Exemplos de modelos de política nacional” ilustra as leis da Alemanha e da China quanto ao uso dos recursos energéticos renováveis, com comentários.

Conclusões, agradecimentos, referências bibliográficas, informações sobre o autor, uma listagem dos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos (PNUD, 2003), e a lista de abreviaturas utilizadas concluem esse *White Paper*.

Sumário de políticas

Os agentes principais das políticas de desenvolvimento energético têm que estar cientes das interações da energia com a pobreza, com o meio ambiente e com a paz. Campanhas que priorizam conservação de energia, eficiência energética e uso de recursos energéticos renováveis precisam ser endereçadas aos tomadores de decisões do setor energético.

Os países em desenvolvimento têm prioridades e opções políticas específicas. Após se ter avaliado os recursos energéticos renováveis e não-renováveis nacionais, os tipos e características da demanda energética e os modos tradicionais de satisfazer essas necessidades, as seguintes políticas são aplicáveis:

1. Estabelecimento de metas de longo prazo e estrutura regulatória transparentes e consistentes

- O Protocolo de Kyoto oferece oportunidades únicas de integrar desenvolvimento e metas energéticas.
- Um *White Paper* nacional e regional sobre Uso de Recursos Energéticos Renováveis e Eficiência Energética guiará novos agentes nos setores público e privado, e atrairá investidores do setor energético tanto nacionais como internacionais.
- É importante conseguir obter compras antecipadas por parte dos principais agentes do empreendimento, e fazer uma ampla publicidade do *White Paper*, utilizando os meios de comunicação mais apropriados, para o público local e internacional.
- A energização rural deve ser planejada e implementada, através da integração entre:

- a extensão da rede a custos aceitáveis, e
- o acesso eqüitativo: à geração de energia através de fontes renováveis em áreas não-conectadas à rede, ao desenvolvimento sustentável na fabricação, à saúde e à educação.

- Planejamento integrado de recursos, incluindo os subconjuntos do Planejamento Integrado de Energia Regional, Nacional, Provincial e Local são etapas necessárias na transformação energética.

2. Intervenções Financeiras e Incentivos

- Os governos têm o poder e a obrigação de desenvolver, na área do uso de recursos energéticos renováveis, a capacidade nacional e a geração de empregos, através de: pagamentos por produção, descontos, empréstimos a juros baixos e garantias. Para uma disputa justa entre o *status quo* e as fontes renováveis de energia, o 'campo de batalha' deve estar nivelado.
- É importante que se exija que seja no mínimo mantido o padrão tecnológico atual do setor

3. Apoio governamental à tecnologia na área de fontes renováveis

- O Governo e autoridades regionais devem estimular a elaboração de normas técnicas para as diversas tecnologias de uso de fontes renováveis de energia e a etiquetagem de eletrodomésticos e outros equipamentos com selos de consumo de energia e eficiência energética.
- Os governos, como proprietários proeminentes de edifícios e outros sistemas de consumo energético

devem comandar o processo dando o exemplo.

- O governo deve estimular e definir em lei vantagens para instalação e conexão à rede de geradores movidos a fontes renováveis, e normas técnicas para a construção civil referentes à redução de emissão de carbono.
- O governo deve passar a adotar a cobrança de impostos ambientais (proporcionais ao impacto ambiental que cada indivíduo ou empresa provoca em suas atividades), com vistas a substituir o imposto de renda em um plano de longo prazo.

4. Pesquisa, desenvolvimento & demonstração (PD&D), e educação

- A maior parte da pesquisa, desenvolvimento & demonstração (PD&D) em energia deve ser alocada para os campos de eficiência energética e uso de fontes renováveis, com a ênfase especial em oportunidades de salto tecnológico no que diz respeito ao estabelecimento a longo prazo de novas infra-estruturas, p.ex. transporte, edifícios e cogeração distribuída.

5. Estímulo à participação e engajamento dos agentes e da população

- A transição para sistemas energéticos sustentáveis precisa ser compreendida e implementada em uma larga base. Isso requer a o engajamento por parte de todos os principais agentes dos programas específicos, e o seu compromisso e orgulho com o empreendimento de que tomam parte.

Definição de fonte renovável de energia: Energia que vem do Sol

Desde que vimos pela primeira vez a Terra do espaço, nossa maneira de enxergar o mundo mudou fundamentalmente: agora apreciamos nosso belo e frágil planeta azul que flutua no espaço hostil, precariamente equilibrado na órbita em volta do Sol, nosso suporte vital.

A energia do Sol é “A” fonte de energia. Com certeza não é uma ‘alternativa’ energética. Toda a vida terrestre e a maior parte da vida marinha dependem da energia generosa do Sol.

Ele também move os gigantescos mananciais energéticos das correntes oceânicas. Toda a energia eólica é na verdade energia solar. A imensa quantidade de energia de todos os rios e quedas d’água vem do Sol, que coordena o grande ciclo de evaporação para formar nuvens de chuva, as quais são transportadas por ventos dirigidos pela energia solar. A fonte para o reabastecimento dos reservatórios de usinas hidroelétricas é a energia solar. O mesmo vale para a geração de eletricidade através das energias das marés, das ondas e, no futuro, das correntes oceânicas.

A fotossíntese é energizada pelo Sol e as plantas são a base da nossa cadeia alimentar, sendo a sustentação para todos os níveis de vida, incluindo a nossa própria. Todos os materiais orgânicos ou que utilizam biomassa derivam da energia do Sol.

O Sol tem sido, e será, a fonte primária de energia para a Terra e para o nosso sistema solar.

Por outro lado, as pessoas têm desenvolvido métodos para extrair energia que não provém do Sol. Atualmente, a energia nuclear contribui com cerca de 6,8% para energia primária mundial e a geotérmica com 0,112%.

Por eras a raça humana viveu seguindo o ritmo diário do Sol. A descoberta do fogo trouxe uma maneira revolucionária de usar a energia do Sol armazenada na lenha. Hoje, para muitos países em desenvolvimento, esta é uma das principais formas de energia solar convenientemente concentrada.

O início da revolução industrial foi marcado pelo uso da energia solar, na forma da energia mecânica de moinhos de vento e de rodas d’água, substituídos mais tarde pelas máquinas a vapor alimentadas a lenha.

Carvão, petróleo e gás tornaram-se as principais fontes primárias de energia durante o último século, e são formas concentradas de energia solar, armazenada ao longo de 500 milhões de anos. Levou apenas por volta de um século para a humanidade esgotar as reservas facilmente acessíveis desse recurso finito, e ela o fez de maneira bastante ineficiente. Uma infra-estrutura dependente de magnitude significativa foi construída

em torno disso, envolvendo da exploração à extração do petróleo, refinarias, oleodutos, motores e postos de abastecimento de combustíveis.

Falar sobre a ‘produção’ de carvão, petróleo e gás é induzir ao erro, pois não ‘produzimos’ esses recursos finitos. Removê-los da crosta terrestre é “exploração”, como os mineradores de carvão dizem mais honestamente.

O sistema energético comercial atual utiliza recursos concentrados e finitos, que estão nas mãos de poucos. A tecnologia para explorar esses recursos tem se tornado mais barata no decorrer do último século, através de economias de escala financiadas pela proteção governamental e pela infra-estrutura de investimentos.

Com as fontes de energia renovadas pelo Sol, os recursos naturais são difusos, distribuídos de maneira mais uniforme pelo mundo, e estão livremente disponíveis para todos. Porém, os custos de capital das tecnologias para fazer uso das fontes energéticas livres são atualmente uma barreira, pois as economias de escala geralmente ainda não fizeram efeito.

O desafio urgente e prioridade principal para a humanidade é de deixar de desperdiçar a energia solar armazenada, através da transição para o uso universal das fontes de energia renovadas pelo Sol.

Objetivo, escopo e delimitações

Este *White Paper* é inspirado pela ética da responsabilidade que é colocada sobre os tomadores de decisão das nações em desenvolvimento. Em um mundo atual materialista nem sempre é fácil praticar a solidariedade global em assuntos sobre o futuro da humanidade.

O objetivo deste trabalho é destacar o momento de crescimento mundial no que se refere a políticas e aplicações práticas das fontes renováveis de energia, para:

- compartilhar as lições aprendidas que são aplicáveis aos países em desenvolvimento,
- identificar os benefícios obtidos nessas primeiras etapas, e
- avaliar as políticas mais apropriadas para guiar a transição dos países em desenvolvimento.

O escopo do *White Paper* abrange exclusivamente as necessidades dos países em desenvolvimento.

Há várias formas para se definir o termo “país em desenvolvimento”. O Banco Mundial (2003) utiliza indicadores de desenvolvimento mundial, um dos quais é a renda nacional anual bruta per capita. Esse indicador é então usado para agrupar as nações nas categorias de renda “baixa”, “média-baixa”, “média-alta” e “alta”.

O PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) (2003) classifica e lista os:

- 137 países em desenvolvimento,
- 49 países com os menores níveis de desenvolvimento (dentro os em desenvolvimento),
- 27 países da Europa Central e Oriental e da Comunidade Britânica¹,
- 30 países da OECD (*Organisation of Economic Cooperation and Development*) e
- 24 países de alta renda da OECD.

¹ Comunidade Britânica é a associação composta pelo Reino Unido e vários estados independentes e territórios dependentes, que faziam parte do Império Britânico.

Para a finalidade deste *White Paper* os termos “países em desenvolvimento” e “países com os menores níveis de desenvolvimento”, adotados pelo PNUD, serão utilizados. “Nações em desenvolvimento” é compreendido como um sinônimo para “países em desenvolvimento”. Alguns escritores utilizam também a expressão “terceiro mundo”.

Geograficamente, os países em desenvolvimento estão concentrados na América Latina, África e sul da Ásia, onde aproximadamente três quintos da população mundial vive.

Muitos são antigas colônias, falando inglês, francês, português e espanhol, além de suas línguas nativas, em muitos casos.

Este *White Paper* foi escrito para uma organização internacional e foi construído através de experiências obtidas por ambos os mundos.

É um documento principalmente endereçado aos tomadores de decisões referentes à política energética, mas também a agentes dos programas específicos que interagem com estes. Portanto, os detalhes técnicos foram mantidos nos níveis essenciais requeridos para um debate bem informado e tomada de decisões.

Enquanto que um grande cuidado foi tomado para apresentar dados objetivos obtidos através de diversas fontes científicas, o estilo deliberadamente evita a indicação de muito mais referências do que o necessário. As fontes essenciais são apresentadas no final deste documento.

Estrutura do que se segue

A introdução é seguida pela contextualização dos países em desenvolvimento no âmbito da transição energética global, e a motivação para a sua urgência. Isso é seguido pela descrição dos principais aspectos das tecnologias relevantes e o estado-da-arte das mesmas, assim como uma explanação das linhas-guia em

direção ao uso das fontes renováveis de energia e a necessidade de ajustar metas nacionais dentro dos limites de segurança globais.

A parte principal do texto refere-se às opções políticas e aos incentivos baseados no mercado. A contribuição da pesquisa, desenvolvimento e demonstração é indicada, seguida por exemplos de políticas nacionais para o uso de fontes renováveis de energia.

Terminologia, unidades e fatores de conversão

As unidades do Sistema Internacional (SI) da *International Standard Organisation (ISO)* foram geralmente utilizadas.

Na terminologia energética, o trabalho executado a uma taxa de um joule por segundo (J/s) tem um watt (W) de potência. Um watt de potência aplicado durante uma hora é um watt-hora (Wh). Mil watts-hora é um quilowatt-hora (kWh). Enquanto essa é a unidade familiar da eletricidade, o SI usa consistentemente o joule, em incrementos de milhares:

kilo (k)	= 10 ³
Mega (M)	= 10 ⁶
Giga (G)	= 10 ⁹
Terá (T)	= 10 ¹²
Peta (P)	= 10 ¹⁵
Exa (E)	= 10 ¹⁸

1 kWh = 3,6 MJ = 3,414 Btu (*British thermal unit*, unidade térmica britânica)

1 kWh_e = 1 kWh de energia elétrica

1 kWh_t = 1 kWh de energia térmica

1 Quad = 1015 Btu = 1,055 EJ (exajoules)

1 Mtoe (milhão de toneladas de equivalentes-de-petróleo) = 41,868 PJ (petajoules).

As temperaturas são medidas em graus Celsius (°C), e as diferenças de temperatura em Kelvin (K).

Onde os dólares dos Estados Unidos (US\$) são mencionados, os valores relacionam-se ao tempo em contexto.

O uso de abreviaturas foi reduzido ao mínimo. A listagem das que foram utilizadas encontra-se no final do *White Paper*, no **Anexo B**.

Introdução: Os países em desenvolvimento na transição energética global

A maioria da população global vive em países em desenvolvimento. É de interesse global que a transição para o uso de fontes renováveis de energia seja imediata, rápida e de maneira ordenada. Isso requer que seja assumida a responsabilidade tanto pelas políticas nacionais quanto pela cooperação internacional.

Tem sido dito freqüentemente que se os países em desenvolvimento fossem seguir o exemplo de esbanjamento energético de algumas nações industrializadas, o impacto global seria devastador. As nações em desenvolvimento acusam as nações industrializadas de destruir o meio ambiente pelo excesso de consumo, enquanto as nações industrializadas acusam as nações em desenvolvimento de destruir o meio ambiente pelo excesso de população. Ambos estão certos.

Biomassa como percentual do suprimento da energia primária total (1971 a 2001)		
Região	1971 [%]	2001 [%]
OECD	2	3
Europa não-OECD	4	5
América Latina	31	18
Ásia	48	25
África	62	49

(IEA, 2003 in Karekezi, 2004)

Como o mundo segue na direção de se tornar uma aldeia global em termos de uma comunicação moderna, o sentido de compartilhar um planeta aumenta, como ilustrado pela reação mundial à recente catástrofe da *Tsunami*. Preocupações com relação ao nosso futuro comum ainda não alcançaram esse nível de importância nos noticiários.

Existem diferenças muito pronunciadas entre países em desenvolvimento com relação a prosperidade e estabilidade decorrentes de previsão, planejamento metódico, iniciativa, tenacidade, responsabilidade, empreendedorismo e disciplina. Há diferenças tão grandes na taxa e direção da

mudança que o termo “países em desenvolvimento” tornou-se questionável.

Por outro lado, há similaridades:

- A economia de países em desenvolvimento é fortemente dependente da agricultura – muitas vezes no nível de subsistência – com mineração onde os recursos minerais têm sido explorados.
- O beneficiamento, através de indústrias secundárias é raramente encontrado, mas o turismo desempenha um papel importante.
- A infra-estrutura é muitas vezes elementar, com escassez de engenheiros e de pessoal técnico e profissional habilitado para executar seu projeto, construção e manutenção.

Os aspectos culturais humanos, literatura, artesanato, política e religião são freqüentemente mais apreciados e estimulados.

Mercado de fontes renováveis de energia nos países em desenvolvimento	
Aplicação	Indicadores para instalações existentes e mercados (a partir do ano 2000)
Rural: iluminação, tv, rádio e telefonia para uso residencial e comunitário	Mais de 50 milhões de lares são atendidos por pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) em mini-redes. 10 milhões de lares recebem iluminação através de biogás. 1,1 milhão de lares possuem sistemas residenciais solares fotovoltaicos ou lanternas solares. 10 000 lares são servidos por mini-redes híbridas alimentadas por energia solar, energia eólica e diesel. Há 200 000 geradores eólicos residenciais na China.
Rural: pequenas indústrias, agricultura e outros usos produtivos	Até um milhão de bombas d'água são alimentadas por turbinas eólicas, e mais de 20 000 bombas d'água são alimentadas por geradores solares fotovoltaicos. Até 60 000 empresas são alimentadas por PCHs em mini-redes. Milhares de comunidades recebem água potável através de filtros e bombas alimentados por geradores solares fotovoltaicos.
Produção em larga escala, conectada à rede	48 000 MW de capacidade instalada geram 130 000 GWh por ano (principalmente PCHs e biomassa, com algumas geotérmicas e eólicas). Mais de 25 países têm mecanismos regulatórios para produtores independentes de energia.
Preparo de alimentos e água quente para uso residencial e comercial	220 milhões de lares têm fornos de biomassa mais eficientes. 10 milhões de lares possuem coletores termo-solares para aquecimento de água. 800 mil lares têm fogões solares.
Transporte de combustíveis	14 bilhões de litros de etanol para combustível de veículos são produzidos, por ano, através da biomassa. 180 milhões de pessoas vivem em países que autorizam a mistura de etanol com gasolina.

(Adaptado de: Martinot et al., 2002 in Johansson, 2004)

Não é surpresa, portanto, que estatísticas e dados sejam problemáticos em países em desenvolvimento. Produtos agrícolas são freqüentemente negociados através de escambo, e estatísticas de renda a respeito da economia informal são difíceis de se obter. Levantamentos para coleta de informações sócio-econômicas são raros e descontínuos. Como as empresas de pequeno porte não têm nenhum incentivo para responder a esses levantamentos, acabam relatando isoladamente seus rendimentos.

Embora a fonte de energia primária para milhares de pessoas nos países em desenvolvimento seja a lenha e a biomassa, esses recursos têm sido, cada vez mais, utilizados de maneira não-sustentável. A transição para o uso de fontes renováveis de energia e a simultânea redução da pobreza material apresentam um grande de-

safo para os países em desenvolvimento – e também para os países industrializados.

Deve ser enfatizado que os países em desenvolvimento não são simplesmente uma versão dos países industrializados feita por pessoas pobres. Não são nações predominantemente dirigidas pela ética de trabalho protestante, empreendedorismo e responsabilidade pessoal ou pelo valor monetário do tempo. Não acreditam que todas as questões humanas possam ser fundamentalmente resolvidas através da tecnologia. Em geral, as mulheres são as mantenedoras de valores culturais tradicionais pelos quais o bem-estar da família no lar desempenha o papel central.

Em comunidades estáveis, o agrupamento religioso ou a tribo são freqüentemente a referência e a autoridade supremas, enquanto que a

família e os parentes são o último refúgio quando tudo desmorona.

O discernimento de que os países em desenvolvimento não têm necessariamente que seguir a rota energética das nações industrializadas, mas podem aprender com as experiências e os erros dessas nações, oferece uma oportunidade única que é realçada pelos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto.

Combinar o rápido progresso das tecnologias para aproveitamento de recursos renováveis, nos países industrializados, com o potencial largamente não-aproveitado desses recursos, enquanto se promove a capacitação nos países em desenvolvimento, exigirá um esforço concentrado de ambas as partes.

Mulheres do hemisfério sul

As mulheres carregam uma responsabilidade física e metafórica no provisão de energia. Em áreas rurais, isso pode significar gastar várias horas por dia coletando fardos de lenha de 20 kg ou mais, para serem usados como combustível. Em áreas urbanas, isso pode significar fazer malabarismos com o apertado rendimento familiar para comprar carvão vegetal ou querosene. Muitas dessas tarefas exigem tanto energia humana quanto tempo, e afetam muito mais a saúde das mulheres do que a dos homens. Por exemplo, a freqüência de doenças pulmonares e da visão é mais alta para mulheres do que para homens devido às longas horas de exposição à fumaça em cozinhas (Smith, 1999). O ato de coletar combustível também reduz o tempo que as mulheres têm disponível para contribuir com outros aspectos das estratégias de subsistência.

As mulheres do hemisfério sul também são responsáveis por diversas outras tarefas de sobrevivência necessárias para o sustento do lar, como a coleta de água e o processamento dos alimentos. Mais uma vez, muitas dessas tarefas exigem tanto energia humana quanto tempo. As intervenções energéticas, muitas usando recursos renováveis, fariam muito para reduzir o trabalho penoso envolvido nessas atividades domésticas diárias. Várias dessas tarefas seriam facilmente realizadas por motores a diesel. Por exemplo, para alguns de seus usos, a mandioca é triturada no pilão, e isso demanda uma hora de trabalho vigoroso, que poderia ser bastante facilitado pela substituição por moagem. Os promotores das fontes renováveis de energia tem que dar mais atenção à promoção dos biocombustíveis, como biogás e óleo vegetal, como substitutos do diesel. Toda a questão de economia de tempo e esforço da mulher parece não receber a atenção merecida. A redução do trabalho penoso da mulher através da melhoria de acesso a serviços energéticos para iluminação, preparo de alimentos e atividades produtivas terá, sobre elas, um efeito positivo significativo quanto à educação, alfabetização, nutrição, saúde, oportunidades econômicas e envolvimento em assuntos comunitários que, por sua vez, beneficiarão a todos os membros da família.

(Clancy, 2004)

Energia e mulheres nos países em desenvolvimento

Das 1,3 bilhões de pessoas que vivem na pobreza, 70% são mulheres; e aproximadamente um terço dos lares nas áreas rurais tem mulheres como chefe da família. Muitas dessas mulheres são mais desamparadas do que os homens em circunstâncias semelhantes (p.ex.: para as mulheres, o acesso a – e controle sobre – recursos como terra, dinheiro e crédito são mais limitados do que para os homens). As habilidades técnicas das mulheres são muitas vezes menores do que as dos homens (p.ex.: em comparação aos homens, as mulheres possuem níveis de leitura mais baixos e têm menos experiência com equipamentos). Isso significa que quando se fazem intervenções energéticas para ajudar pessoas a saírem da pobreza, a capacidade de resposta das mulheres é mais restrita que a dos homens, e elementos especiais precisam ser incluídos em projetos e programas para tratar dessas diferenças de gênero, assegurando assim que qualquer pessoa que deseja participar e beneficiar-se não seja excluída por motivo de falta de capacitação.

(Clancy, 2004)

Projeto energético contribui para a capacitação feminina no Quênia

Treze grupos de mulheres (200 pessoas) receberam treinamento para a fabricação de fogões no projeto Fogões Rurais do Oeste do Quênia, e muitas também se beneficiaram do treinamento em administração de negócios. A produção prevista é de 11000 fogões por ano. O lucro gerado pelos fogões é comparável ao valor de salários em áreas rurais. Como resultado, as mulheres oleiras ganharam maior status, autoconfiança e independência financeira.

(ITDG, 1998 em 2004 Clancy)

O tratamento neocolonial imposto por algumas das nações industrializadas às nações em desenvolvimento tem levado a sentimentos de revolta e indignação crescentes. Nessa conjuntura, a interpretação unilateral de “comércio livre”, onde as nações poderosas se vêem como estando acima da legislação internacional, abolindo unilateralmente convenções internacionais e considerando que têm direito ao uso indiscriminado dos recursos naturais mundiais, abalou a estima da qual o mundo industrializado costumava desfrutar. Neste sentido, a pergunta que surge é: que benefício permanecerá nos países em desenvolvimento ricos em petróleo quando o precioso ouro negro tiver sido esgotado? A ironia é que esses países têm um excepcional potencial para o uso de fontes renováveis de energia.

Felizmente, os governos de algumas poucas nações industrializadas tomaram a liderança no processo da inevitável transformação energética que provavelmente trará benefícios sustentáveis às nações em desenvolvi-

mento. E esses pioneiros com certeza não vão se arrependem...

Uma corrida global em direção ao uso de fontes renováveis de energia já começou. Algumas nações e algumas corporações internacionais estão posicionando-se para tirar proveito desta transição inevitável, e das novas tecnologias concomitantes. Não há tempo a perder, uma vez que o pico da produção de petróleo provavelmente ocorrerá dentro da década atual (Heinberg, 2003). Quanto mais demorada for a transição, mais doloroso será.

Tem sido demonstrado que o ciclo de transformação das tecnologias energéticas dura aproximadamente meio século, ou duas gerações humanas. É o horizonte de planejamento dos governos mais experientes. O pensamento a longo prazo é o que diferencia o verdadeiro estadista do mero político.

Em contraste com o setor privado, os governos pensam nos riscos e nas oportunidades tanto a curto quanto a

longo prazo. Será demonstrado que os riscos a longo prazo das políticas energéticas renováveis são significativamente menores do que as iniciativas baseadas em combustíveis fósseis. Agora que as tecnologias renováveis já foram testadas quanto à sua viabilidade de utilização nos mercados mundiais, e que políticas apropriadas foram experimentadas e testadas, os riscos a curto prazo envolvidos na utilização de tais tecnologias e políticas são menores do que os de sua procrastinação. Os retardatários na transição não o são por limitações técnico-econômicas ou de recursos, mas por uma falta de conscientização, informação e visão ou determinação políticas.

Inicialmente, o crescimento visível de uma nova tecnologia energética parece ser imperceptivelmente lento. Quando ela atinge por volta de 16% de penetração no mercado, o desenvolvimento acontece aos saltos até que a saturação seja conseguida. Por volta de 2030 podemos esperar observar as fontes renováveis de energia sendo vastamente utilizadas.

O tempo e a energia física gasto pelas mulheres (e não a lenha) são as necessidades-chave

Um estudo de Mehretu e Mutambira (1992) mediu o tempo e a energia gastos por membros de famílias diferentes no transporte conectado com as atividades domésticas usuais. O Chiduku, área comunal na região leste do Zimbábue, é uma área deficiente em recursos e com uma alta densidade demográfica. Não há eletricidade, e o querosene, que é usado só para a iluminação, é muito caro.

Foram consideradas sete atividades domésticas que implicam em deslocamentos, rotineiramente realizadas pelas mulheres:

atividade	total de atividade doméstica semanal [kWh]	tempo gasto pelas mulheres [h]	contribuição das mulheres [%]	energia [kWh]
buscar água	10,3	9,3	91	2,15
lavar roupa	1,3	1,1	89	0,26
coletar lenha	4,5	4,1	91	0,92
levar animais p/ pastar	7,7	3,0	39	1,44
dar água p/ animais	6,9	2,3	39	1,28
ir ao mercado local	15,0	9,5	63	3,08
ir ao mercado regional	0,3	0,2	61	0,07

(Clancy, 2004)

Cerâmica Jiko Quênia (fogão de cozinha a carvão eficiente)

A Cerâmica Jiko Quênia (JCQ) é um dos projetos de fogão africanos mais prósperos. É composto de um revestimento externo metálico com uma larga base e revestimento interno cerâmico. Pelo menos 25% do revestimento cerâmico é perfurado com buracos de 15 mm de diâmetro para formar a grelha. O fogão tem três apoios para potes, duas maçanetas, três pernas e uma porta controlando o fluxo de ar. O modelo padrão pesa aproximadamente seis quilogramas, o que significa que pode ser transportado facilmente (Kengo, 1991; Karekezi e Kithyoma, 2002).

Este fogão é utilizado para o preparo de alimentos e para o aquecimento de ambientes. O JCQ direciona de 20 a 40% do calor do fogo ao pote de cozimento, substituindo fogões de apenas 10 a 20% de eficiência. Cozinhar em fogo aberto tem eficiência ainda mais baixa, por volta de 10% (Kammen, 1995). O preço do fogão é de cerca de dois dólares, que o torna acessível à maioria da população urbana no Quênia, embora este preço não inclua os custos do combustível (carvão vegetal).

A fabricação do JCQ é agora uma indústria caseira relativamente madura. Como esperado, o nível da especialização na manufatura do fogão aumentou, assim como o nível da mecanização. Uma divisão do trabalho é agora observável. Shauri Moyo é o principal centro de produção artesã em Nairobi, onde há artesãos que compram revestimentos de argila e revestimentos metálicos, reúnem e vendem fogões completos no varejo aos consumidores. Há fabricantes mecanizados e produtores semi-mecanizados em Nairobi. Estima-se que produtores mecanizados estão produzindo perto de 3.200 revestimentos por mês. Os produtores semi-mecanizados estão produzindo agora aproximadamente 10.600 revestimentos por mês.

Baseado em resultados até 2004, considera-se que o JCQ é uma história de êxito. Contudo, há limitações, e o controle de qualidade é uma delas. Estima-se que a penetração de mercado em Nairobi seja de 50% (Karekezi, 2004).

Quando os motores a vapor que utilizavam carvão eram amplamente usados, as primeiras máquinas movidas a derivados de petróleo foram tidas como ridículas. Os poderosos detentores da tecnologia estabelecida, com objetivo de defender seus interesses, tentaram influenciar a opinião pública e os tomadores de decisão do governo para que esses acreditassem que o futuro seria tal e qual o presente, só que em maior escala.

Hoje, sabemos que a maré está virando inexoravelmente em direção ao uso de fontes renováveis de energia. Haverá vencedores e perdedores, e os principais perdedores podem ser aqueles que hoje detêm o domínio do mercado energético.

Para as nações em desenvolvimento – que na maioria das vezes têm acesso às tendências globais com bastante atraso – esta transição oferece oportunidades únicas:

- Crescimentos significativos de população e de oportunidade de negócios acontecem em muitos países em desenvolvimento, mas investimentos relativamente baixos foram feitos em infra-estrutura. Em vez de investir agora na tecnologia do passado, nações em desenvolvimento podem dar o “pulo do gato”, passando a utilizar as mais modernas tecnologias de aproveitamento de fontes renováveis de energia. O uso de telefones celulares, ao invés das caras e vulneráveis velhas linhas terrestres conectadas por fio de cobre, ilustra esse ponto. O conceito de grandes estações centralizadas de usinas a carvão ou a gás provavelmente é um modelo obsoleto para os países em desenvolvimento, embora muitas das ilustres autoridades desses países ainda não tenham notado isso.
- Os países em desenvolvimento estão em vias de se beneficiar do Protocolo de Kyoto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Ainda é muito cedo para ver como este acordo vai se desenrolar de fato, mas se espera que os projetos que envolvem MDL incrementem o uso de fontes renováveis de energia. O aspecto negativo é que os governos poderiam

hesitar em implementar políticas energéticas sustentáveis com medo de serem vítimas da cláusula de “adicionalidade” do MDL.

- A maioria dos países em desenvolvimento está situada em áreas de grande disponibilidade de recursos renováveis de energia, principalmente ventos e radiação solar.
- A radiação solar e outras fontes renováveis de energia são mais homogeneamente distribuídas do que petróleo, carvão, gás ou urânio. Isso significa que com a transição para as fontes renováveis de energia, as nações em desenvolvimento estarão menos expostas a custos referentes à importação de energia. As fontes renováveis de energia também reduzem a dependência em relação aos combustíveis fósseis e estão, portanto, menos expostas a conflitos armados decorrentes da escassez de tais recursos.
- As nações em desenvolvimento geralmente têm investido pouco em P&D na área de energia. Isso representa uma desvantagem, pois patentes e *royalties* precisam ser pagos. Muitas patentes que guiarão as próximas décadas já foram desenvolvidas e registradas. Mas assim as nações em desenvolvimento beneficiam-se das tecnologias maduras sem terem contribuído com os custos de P&D.

A transição para as fontes renováveis de energia foi retardada pela inércia dos sistemas estabelecidos e pelas distorções artificiais de mercado endossadas pelos governos que persistentemente subsidiam usinas térmicas e nucleares. Hoje em dia, o uso de combustíveis fósseis mostra-se como uma opção aparentemente barata porque não são levados em conta os verdadeiros custos sociais, ambientais e de segurança nacional envolvidos na utilização desses recursos. Caso fossem considerados tais fatores, o preço da energia gerada por combustíveis fósseis seria o dobro em muitas partes do mundo (van Horen, 1996).

Além disso, rotineiramente os governos concedem pesados subsídios diretos, e também indiretos, através

da proteção de monopólios, da concessão de apoios financeiros, e da desconsideração dos custos dos estoques de suprimentos químicos e dos custos para as futuras gerações.

Onde as nações em desenvolvimento favorecem empreendimentos nucleares, os custos ao contribuinte sempre excedem bastante as somas de dinheiro público investidas em tecnologias sustentáveis de uso de recursos renováveis. A energia nuclear nunca poderá ser auto-sustentável em mercados livres de energia. Entretanto, os sérios acidentes ocorridos em Three Mile Island e Chernobyl aconteceram em países supostamente sofisticados, onde os níveis de conscientização tecnológica e de segurança são considerados mais elevados do que nos países em desenvolvimento – isso sem mencionar os riscos de terrorismo e dos problemas ainda não solucionados com relação a descomissionamento e armazenagem de lixo radioativo. O seguro de tal empreendimento não é realizado por companhias de seguro privadas, mas pelos desavisados cidadãos.

A produção de hidrogênio através do uso da energia nuclear costuma ser oferecida como uma possibilidade futura. No entanto, métodos mais baratos através das fontes renováveis de energia já foram encontrados.

Parece que a energia nuclear, além de ter uma imagem negativa na imprensa, também tem justificativas bastante limitadas para seu uso nos países em desenvolvimento, onde é imprópria para energização rural. A energização rural é ligada à erradicação da pobreza, a prioridade principal dos países em desenvolvimento.

A combinação de conservação de energia, eficiência energética e fontes renováveis de energia apresenta um caminho energético muito mais sustentável ambientalmente, socialmente e economicamente nos países em desenvolvimento.

Por que é essencial modificar já os sistemas energéticos dos países em desenvolvimento?

As linhas-guia da transformação nos países em desenvolvimento são a erradicação de pobreza, a prevenção de riscos e a proteção de sistemas naturais de suporte à vida. Esses interesses são compartilhados com os países industrializados, mas as prioridades diferem radicalmente. Para as nações em desenvolvimento, a questão mais urgente da pobreza obscurece outras considerações.

Energia e Pobreza

A melhoria do acesso a uma energia limpa e moderna nos países em desenvolvimento é um passo fundamental para a redução de pobreza e a chave para que sejam atingidas as Metas de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas. Aproximadamente 2,4 bilhões de pessoas, principalmente em áreas rurais da Ásia e a África, dependem da biomassa tradicional (na forma da lenha, carvão vegetal, resíduos de colheitas e esterco), utilizada para o preparo de alimentos e para o aquecimento.

Aproximadamente 35% da energia provém dessas fontes. Em algumas partes da África, esses índices atingem 90%. Via de regra essa biomassa é queimada com eficiências de apenas 10 a 15%, enquanto os altos níveis de poluição que estes fogões abertos provocam dentro das casas trazem sérios problemas de saúde às

pessoas expostas, na maior parte mulheres, crianças e idosos.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, os poluentes aéreos e as emissões pela queima da biomassa e carvão causam a morte de 1,6 milhão de pessoas anualmente, significativamente mais do que o número de mortes atribuídas à malária.

As mulheres, que têm que fazer o trabalho doméstico de buscar lenha, são privadas da oportunidade de educação e o potencial de um emprego vantajoso. Uma melhor educação das mulheres e rendimentos familiares mais altos são fatores poderosos na definição do número de crianças que nasce no meio da pobreza.

O uso não-sustentável da lenha é um fator contribuinte para a desertificação, que novamente acelera o espiral descendente da pobreza.

A pobreza em áreas rurais impede o acesso à eletricidade que está associada à comunicação moderna e à tecnologia da informação. Ela também reprime a aplicação produtiva da energia, especialmente nos setores secundário e terciário de incremento de valor agregado.

Através das fontes renováveis é produzida energia de forma limpa, sustentável e economicamente viável, fornecendo uma base necessária –

ainda que insuficiente – para a redução da pobreza e para o desenvolvimento.

Uma transformação rápida e segura para a eficiência energética e para o uso de fontes renováveis de energia é um passo de estabilidade absolutamente essencial em direção ao desenvolvimento e à melhoria da qualidade de vida.

Redução de Riscos

As fontes e formas convencionais de produção de energia têm riscos associados que podemos relacionar à volatilidade dos preços, instabilidade econômica e sócio-política, insegurança, desenvolvimento e falhas técnicas.

A maior parte de nações em desenvolvimento é importadora de carvão e de petróleo, ambos expostos à volatilidade do mercado. O risco da volatilidade de preços para a macroeconomia é considerável e pode desestabilizar regiões inteiras (Awerbuch, 2003).

Não há atualmente nenhuma razão para acreditar em perspectivas de redução de volatilidade para os preços do petróleo e derivados. Portanto, se os países em desenvolvimento produzirem os seus próprios 'combustíveis', eles estarão mais seguros.

Cardamomo

Os pesquisadores do TERI (*The Energy and Resources Institute*), em Nova Delhi, aperfeiçoaram recentemente um modo inteiramente novo de secagem e cura do condimento cardamomo. Atualmente, mais de 250 sistemas podem ser encontrados nos campos de Sikkim. Usado largamente na Índia como tempero principal na cozinha *Mughal* e outros pratos não-vegetarianos em todo o país, atualmente o preço do cardamomo está fixado por volta de Rs 70 mil por tonelada. Paquistão, Afeganistão e Oriente Médio são os principais mercados para exportação.

As técnicas tradicionais e populares para secagem e cura do cardamomo resultam em perdas excessivas tanto de matéria-prima quanto de lenha.

Aproximadamente 20 mil toneladas métricas de lenha são desperdiçadas a cada ano para secagem do cardamomo somente em Sikkim, devido à técnica de cura primitiva, que implica a queima de grandes troncos de madeira úmida em tradicionais '*bhatti*' – fornos de alvenaria – e passando a fumaça resultante através de uma grossa camada de cardamomo colocado em uma estrutura de rede feita de treliça de bambu. Além do consumo de grandes montantes de madeira combustível, a técnica tradicional resulta numa secagem não uniforme, resultando em um cardamomo de baixa qualidade, que tem uma aparência chamuscada manchada de fumaça, baixo conteúdo de óleo, e cheiro de queimado. Além disso, o método primitivo de defumação, como o controle de chama é muito ruim, o risco de pegar fogo na matéria prima é alto.

Os resultados desta nova técnica são surpreendentes:

Rica cor natural (avermelhada) para o fruto, 35% a mais em conteúdo de óleo, absolutamente nenhum cheiro de queimado, grandes fornadas, e inacreditáveis 50 a 60% de economia de combustível. O uso de sistemas semelhantes, baseados em gaseificadores de baixo custo, para aplicações térmicas em indústrias agrícolas rurais (como gengibre, tabaco e caju) pode representar uma grande ajuda no alívio do problema do rápido desflorestamento causado pelo uso ineficiente da lenha, e pode também criar uma fonte de renda adicional nesses setores.

(Karekezi, 2004)

Além disso, os combustíveis fósseis (ou energia nuclear) importados implicam em fluxos de capital que saem do país. Uma razão da dívida dos países em desenvolvimento é atribuída aos combustíveis importados, que efetivamente contabilizam perdas nas oportunidades de emprego para a economia nacional. O desemprego aprofunda o nível de pobreza e frequentemente aumenta a instabilidade social e política.

As nações em desenvolvimento que são ricas em recursos energéticos baseados em combustíveis fósseis, tiveram muitas vezes a amarga experiência de verem a sua segurança nacional em risco. Intervenções políticas e militares por interesses poderosos representam uma ameaça inegável para as pequenas nações e para a paz mundial.

A redução da dependência de reservas de petróleo regionalmente concentradas representa uma contribuição à redução de riscos de conflitos armados locais e globais. Ironicamente, tais conflitos armados são extremamente intensivos energeticamente e conseqüentemente tais custos têm que ser pagos...

As plantas de geração de energia centralizadas convencionais (especialmente as usinas nucleares), as linhas de transmissão e as subestações apresentam o risco de serem alvos fáceis ao terrorismo. As nações em desenvolvimento não são imunes a tais ataques. A geração de energia distribuída através de fontes renováveis de energia é praticamente invulnerável, uma vez que os alvos potenciais são distribuídos, pequenos, modulares e facilmente substituídos.

Uma grande quantidade de produtores de energia através de fontes renováveis não só reduz o risco do terrorismo como também asseguram a entrada de numerosos agentes de pequeno porte, que se beneficiam diretamente da energia injetada na rede.

Isto reduz o risco de objeções aos produtores independentes de energia pela comunidade do local, objeções

estas que seriam comuns no caso de implantação de uma usina termoelétrica ou nuclear. Onde agricultores locais, cooperativas e indivíduos são encorajados a injetar a energia gerada através de fontes renováveis na rede, a resistência local é bastante reduzida. Pequenas plantas de conversão fotovoltaica de energia em telhados de consumidores não expõem as concessionárias ao custo e dispêndio de tempo que aquisições de terra e procedimentos de aprovação requerem.

Enquanto muitas nações em desenvolvimento podem ter almejado o acesso "ideal" (pela visão do século XIX) à rede de eletricidade, os blecautes dramáticos nos Estados Unidos no dia 14 de Agosto de 2003 tornaram as pessoas conscientes dos riscos implicados. Em aproximadamente 150 minutos, cinco importantes linhas de transmissão, três usinas termoelétricas a carvão, nove usinas nucleares, e uma importante estação de comutação não estavam funcionando. Conseqüentemente mais de 100 usinas de energia (inclusive 22 nucleares) nos EUA e no Canadá estavam fora do ar. Nada menos que 50 milhões de americanos e canadenses ficaram sem energia, deixando um prejuízo de US\$ 5 - 6 bilhões. Um investimento de US\$ 6 bilhões no uso de fontes renováveis de energia não só teria evitado a perda, mas também teria posto os EUA, provavelmente, no mapa como uma nação que usa fontes renováveis de energia. Apenas um mês depois outro blecaute voltou a ocorrer na Itália, deixando 58 milhões de pessoas sem energia. Tanto os EUA como a Itália são países altamente industrializados com recursos energéticos renováveis excelentes. Falhas técnicas que acarretam blecautes prolongados e deterioração na qualidade de energia fornecida são comuns nos países em desenvolvimento, acrescentando um elemento de frustração e risco aos usuários de eletricidade e a possíveis investidores.

Proteção de sistemas naturais de suporte à vida

A agricultura de subsistência e comercial, bem como o (eco)turismo, são de fundamental interesse econômico da maior parte dos países em desenvolvimento.

De acordo com os mais informados cientistas do mundo, presentes ao Painel Intergovernamental em Alterações Climáticas (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*), grande parte do aquecimento global dos últimos 50 anos é atribuída a atividades humanas e está fortemente relacionada ao uso dos combustíveis fósseis.

O impacto de alterações climáticas na agricultura, no turismo e na saúde (doenças tropicais) será mais severo nos países em desenvolvimento do que no resto do mundo. Isso foi ilustrado pelas recentes inundações, destacando como a elevação nos níveis de água e os eventos climáticos inesperados podem atingir de forma catastrófica os países em desenvolvimento. Tais alterações climáticas causarão a expulsão e a migração de populações de regiões inteiras.

Enquanto os piores poluidores globais situados no hemisfério norte poderiam até se beneficiar com um clima mais ameno, eles se acharão inundados por fugitivos das mudanças climáticas, que literalmente não têm nada a perder.

A longa inércia do sistema climático global esconde a sua natureza insidiosa. Quando os eleitores notarem o impacto irreversível das alterações climáticas, já será tarde demais para qualquer ação política. Portanto, é impositivo que os governos comecem a agir imediatamente. É bastante concebível que negligenciar esta obrigação hoje possa levar ao litígio no futuro.

Oportunidades políticas governamentais

Os países em desenvolvimento têm oportunidades políticas únicas através do uso do Protocolo de Kyoto e do crescimento da conscientização energética global para implementar suas próprias agendas de desenvolvimento e de abastecimento seguro de energia.

O Protocolo de Kyoto entrou em vigor oficialmente no dia 16 de Fevereiro de 2005. Foi desenvolvido como um mecanismo que pode ajudar as nações industrializadas a atingir suas metas de redução de emissão dos gases de efeito estufa através do financiamento de iniciativas relativamente mais baratas de redução de carbono em países em desenvolvimento, por meio disso também fazendo uma contribuição para o necessário desenvolvimento desses países.

Ele não pretende substituir o auxílio externo ao desenvolvimento. Uma Autoridade Nacional Designada (AND) tem de ser nomeada pelo país anfitrião para assegurar que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) realmente satisfaça aos critérios de desenvolvimento sustentável nacionais. Organizações não-governamentais (ONGs) locais normalmente desempenham um papel crucial na representação da sociedade civil. Um novo aspecto importante é a condição de “adicionalidade”, pela qual deve ser mostrado que o projeto é adicional, ou seja, que ele não teria acontecido sem o suporte do MDL. Contudo, a compreensão é de que esta cláusula não deve desencorajar nações em desenvolvimento a introduzir políticas de fontes renováveis de energia.

A fase atual necessita ser renovada em 2012 e a expectativa é de que os objetivos sejam ampliados a fim de causar um impacto significativo. Como atualmente não existem muitas experiências com as quais se pode aprender, aparentemente os custos para esta transação são altos. Esta iniciativa tem o potencial para se

tomar a principal linha de condução da transformação em direção à eficiência energética e ao uso de fontes renováveis de energia.

Com o aumento da conscientização energética, as pessoas tornam-se compradoras mais conscientes com relação à energia que os produtos consomem. O consumo de combustível de veículos ilustra esse ponto: veículos eficientes energeticamente tomam com sucesso a fatia do mercado que antes era dos carros ‘beberões-de-gasolina’.

As etiquetas com a eficiência energética de aparelhos, motores e até edifícios contribuem para a redução da demanda energética nacional, e conseqüentemente melhoram a competitividade internacional daquelas nações proativas.

Os governos têm uma oportunidade de aumentar a sua competitividade internacional através da introdução de avaliações obrigatórias de CO₂ em sistemas de consumo energético. Isso melhora a eficiência assegurando o crescimento de oportunidades de trabalho no país.

A produção de todas as mercadorias e artigos de consumo, de tijolos a tomates, necessita de energia. Isto se chama conteúdo energético incorporado. Os produtos que são feitos através do uso eficiente de energia, utilizando fontes renováveis disponíveis no local ou materiais reciclados, obviamente contribuem para a estabilidade energética nacional e para o crescimento econômico.

Os preços dos combustíveis convencionais não condizem com a realidade, porque eles não refletem os custos “externos”, que são os referentes aos danos à saúde a curto e a longo prazo, os custos ambientais e os custos de oportunidade pagos por toda a sociedade, quer se beneficiem do consumo de energia ou não. Atualmente decidimos ignorar este verdadeiro custo. Ironicamente, uma sociedade que pode enviar homens para a lua afirmou que os custos externos são demasiadamente difi-

ceis de serem calculados. Os governos têm uma oportunidade para estabelecer e atualizar os custos externos das energias convencionais. Se os verdadeiros custos externos estiverem incluídos nos preços dos combustíveis fósseis em uma base de custos líquida, então cada vez mais as tecnologias renováveis se tornam economicamente competitivas em relação às atuais.

Para governos nos países em desenvolvimento, há uma vantagem significativa em ter as informações claras em relação aos custos externos, inclusive das emissões equivalentes de dióxido de carbono, pois isso apressa significativamente os procedimentos de MDL.

O instrumento acima mencionado pode ser utilizado para enfatizar a segurança nacional no suprimento de energia através de fontes renováveis.

Melhorias na Eficiência Energética

Num futuro próximo, o montante da energia primária necessária para um dado serviço de energia poderá ter um custo efetivo reduzido de 25 a 35% em países industrializados (a redução mais alta será atingível por políticas mais eficazes). Em economias de transição, reduções de mais de 40% serão atingíveis com viabilidade econômica. E na maior parte dos países em desenvolvimento – que tendem a ter um alto crescimento econômico e estoques de veículos velhos – o potencial de melhoria do custo efetivo alcança de 30 a mais de 45%, com relação às eficiências energéticas realizadas com o estoque existente. De qualquer forma, quando este potencial for utilizado ainda restará de 20 a 40% durante 20 anos, devido ao progresso tecnológico. (Johansson et al, 2004)

Recursos energéticos renováveis: *Status* tecnológico e potencial sustentável

Esta seção fornece um resumo das opções tecnológicas de uso de fontes renováveis de energia e seus potenciais de contribuição para a sustentabilidade energética, bem como os seus impactos. O Conselho Consultivo Alemão de Mudanças Climáticas Globais (WBGU 2004) recentemente publicou uma análise global detalhada, que é usada a seguir:

Hidroeletricidade

No mundo inteiro, foram construídas aproximadamente 45 mil grandes represas para geração de eletricidade, proteção contra inundações, armazenamento de água, irrigação agrícola, vias navegáveis e recreação. Como resultado de economias de escala, aproximadamente 97% das usinas hidroelétricas têm uma capacidade que excede 10 MW.

A maior parte do potencial no mundo industrializado já foi utilizada, gerando 19% da eletricidade do mundo e a maior parte da energia renovável comercial disponível hoje. Isto constitui aproximadamente um terço do potencial global de 150 EJ, enquanto o restante encontra-se ainda não explorado nos países em desenvolvimento, principalmente na América do Sul, Ásia e África.

A hidroeletricidade é uma tecnologia madura e extremamente confiável, mas necessita de altos investimentos iniciais, embora tenha baixos custos de manutenção. A sua vida útil é de mais de um século. As represas de armazenamento naturais e bombeadas são adequadas para o pico de demanda energética. Uma usina hidroelétrica é barata – se calculada pela maneira convencional.

Infelizmente, as grandes represas têm efeitos negativos: a terra e os ecossistemas são perdidos, os sistemas de drenagem e a sedimentação são radicalmente alterados. Anualmente, de 0,5 a 1,0% da capacidade é perdida em decorrência do lodo, que também é perdido rio abaixo, impactando significativamente na sua biodiversidade e na estabilidade do estuário. O material orgânico, que apodrece em reservatórios de baixa profundidade nas regiões quentes, produz gases de efeito estufa. As represas modernas têm um percentual de falha de 0,5%, excluindo os efeitos nas alterações climáticas, guerra e terrorismo. Em áreas de clima quente, as represas levam a um aumento nos riscos de: malária, encefalite, filariose, algas azul-verdes e envenenamento por mercúrio de lixívia.

Outras fontes renováveis de energia que produzem a mesma quantidade de energia, como a eólica e a energia solar, necessitariam de menos área de terra do que a Represa Assuan no Egito, ou o lago de Itaipu no Brasil.

Durante o século passado, 30 a 80 milhões de pessoas foram prejudicadas pelas grandes represas. Mais de 1,1 milhão de pessoas serão desalojadas pela Represa das Três Gargantas na China. A conscientização dos riscos sociais e ecológicos de grandes represas e a resistência política à construção das mesmas aumentaram. A Comissão Mundial sobre Represas destaca os problemas de sustentabilidade e as condições preliminares que devem ser satisfeitas para que uma represa possa ser construída (WCD, 2000).

Represas com uma capacidade menor do que 10 MW são consideradas menos precárias. Levando em conta as considerações acima mencionadas, a hidroelétrica atual poderia ser aumentada em uma forma sustentável 12 EJ/a até 2030 e 15 EJ/a até 2100 (WBGU, 2004).

Princípios Estratégicos na Construção de Represas

1. Ganho da aceitação pública

A ampla aceitação pública das decisões-chave é imperativa para um desenvolvimento justo e sustentável através do uso de recursos de energia e de água.

2. Avaliação abrangente das opções

Alternativas para represas freqüentemente existem. Necessidade de água, alimento e energia devem ser avaliadas e os objetivos claramente definidos. Além disso, a avaliação deve implicar num processo participativo e transparente, aplicando critérios econômicos, sociais e ecológicos.

3. Considerações sobre represas existentes

Há oportunidades para melhorar represas existentes, abordar os aspectos sociais restantes, fortalecimento ambiental e medidas de restauração.

4. Rios e meios-de-vida sustentáveis

Compreensão, proteção e restauração dos ecossistemas são importantes para proteger o bem-estar de todas as espécies e fomentar o desenvolvimento humano justo.

5. Reconhecimento de direitos e divisão dos benefícios

Negociações com comunidades desfavoravelmente afetadas podem resultar em soluções amigáveis, provisões de desenvolvimento e mitigação. Contudo, as pessoas afetadas devem estar entre as primeiras a se beneficiarem do projeto.

6. Garantia de cumprimento dos compromissos

A confiança pública requer que governos, empreendedores, reguladores e operadores satisfaçam todos os compromissos feitos quanto ao planejamento, implementação e operação das represas.

7. Compartilhar os rios pela paz, desenvolvimento e segurança

As represas com um impacto internacional através de fronteiras necessitam da cooperação construtiva e da boa negociação de fé entre estados ribeirinhos.

(World Commission on Dams, 2000 in Johansson et al, 2004)

Bioenergia

Apenas 1% da radiação que chega às plantas é utilizada na fotossíntese. Ainda assim, essa é a base da cadeia alimentar na Terra e uma imensa fonte de bioenergia.

A maior parte dos países em desenvolvimento sobrevive através da bioenergia tradicional livremente coletada na forma de lenha, resíduos de colheita e esterco. Isso está muito distante do uso sustentável das tecnologias de bioenergia modernas como biodiesel, bio-etileno, briquetes de madeira, gás de lixo municipal e industrial, biogás, metano e colheitas agrícolas de biomassa para fins energéticos.

Do potencial global com relação à área terrestre, desertos (19%) e áreas mais íngremes do que 30° (11%), bem como áreas agrícolas (12,5%) devem ser excluídas. Isto efetivamente deixa 322 milhões de hectares (2,5%), produzindo de 6 a 7 t/a de peso seco em média (WBGU: 60).

O potencial sustentável é de aproximadamente 100 EJ/a, dos quais 40% viriam da madeira, e 36% de colheitas de biomassa para fins energéticos. Uma fração notável (38%) do potencial global já está sendo utilizado. (Tabela 3.2.9 WBGU: 60)

A biomassa é usada de forma insustentável quando o consumo é mais alto do que o grau de substituição natural. Na Ásia o uso não-sustentável é de 20%, na África 30%, e na América Latina 10%. Isso destrói florestas, degrada solos, reduz a biodiversidade e prejudica os cursos das águas. A destruição dos mesmos impacta nos sistemas naturais de suporte à vida, inclusive à vida humana.

A poluição de ar nos interiores das casas, causada por fogões abertos, causa danos intoleráveis à saúde de aproximadamente metade da população mundial, na maior parte mulheres e crianças. Aproximadamente 1,6 milhão de pessoas morrem anualmente. Para cada criança que morre em consequência da poluição do ar na Europa 270 morrem na região sul da África.

O potencial de produção global, a longo prazo, da biomassa tradicional é estimado em 5 EJ/a.

Potencial de economia de energia em países em desenvolvimento através da melhoria dos fogões				
	Uso da bioenergia em atividades domésticas no meio rural (Mtoe)	Melhorias na eficiência (%)	Economia de energia (Mtoe)	Economia máxima de lenha (Mtoe)
China	198	20-30	40-59	180
Índia	168	20-35	34-59	178
América Latina	28	10-40	3-12	36
África	116	30-40	35-46	141

(IEA, 2001 in Karekezi, 2004)

Geração de Energia baseada na Biomassa em Países em Desenvolvimento			
	1995	2010	2020
China			
Geração de energia através de biomassa (TWh)	-	0,4	0,7
Percentual do total de geração elétrica (%)	-	1,7	1,8
Biomassa utilizada na geração de energia (Mtoe)	-	0,1	0,2
Ásia Oriental			
Geração de energia através de biomassa (TWh)	0,3	0,6	1,5
Percentual do total de geração elétrica (%)	0,0	0,0	0,1
Biomassa utilizada na geração de energia (Mtoe)	0,3	0,7	1,7
África do Sul			
Geração de energia através de biomassa (TWh)	-	4,6	7,3
Percentual do total de geração elétrica (%)	-	0,4	0,4
Biomassa utilizada na geração de energia (Mtoe)	-	2,0	3,1
América Latina			
Geração de energia através de biomassa (TWh)	9,6	13,1	17,1
Percentual do total de geração elétrica (%)	1,2	0,9	0,8
Biomassa utilizada na geração de energia (Mtoe)	3,3	4,5	5,8
África			
Geração de energia através de biomassa (TWh)	0,3	0,6	0,6
Percentual do total de geração elétrica (%)	0,1	0,1	0,1
Biomassa utilizada na geração de energia (Mtoe)	0,4	0,8	0,8
Total dos países em desenvolvimento			
Geração de energia através de biomassa (TWh)	10,2	19,3	27,1
Percentual do total de geração elétrica (%)	0,3	0,3	0,3
Biomassa utilizada na geração de energia (Mtoe)	4,0	8,1	11,7

(IEA; 1998 in Karekezi, 2004)

Geração de Eletricidade através de Biomassa

O bagaço é um subproduto da moagem da cana-de-açúcar; Ele corresponde a aproximadamente 30% (em peso, 50% úmido, LHV = 1.800 kcal/kg) da cana-de-açúcar. Ele é usado para co-geração (energia térmica/elétrica) no moinho de açúcar/álcool. Como a produção de bagaço é alta (para uma produção brasileira média de 300 milhões de toneladas da cana-de-açúcar, 90 milhões de toneladas de bagaço são produzidas), o seu uso sempre foi ineficiente. Caldeiras de baixa pressão (20 bar) e turbinas a vapor de baixa eficiência são comuns na maior parte dos moinhos brasileiros. Além disso, tanto o consumo de energia térmica quanto o elétrico no processo do açúcar/álcool é alto: aproximadamente 500 kg de vapor (a 2,5 bar) e 15 a 20 kWh de eletricidade por tonelada de cana moída.

Até o final dos anos 90 não havia nenhum interesse dos proprietários dos moinhos de açúcar na venda da geração de eletricidade excedente para a rede elétrica pública. As concessionárias locais também não consideravam seriamente esta opção. Apesar da disponibilidade comercial de sistemas de co-geração mais eficientes, os aspectos culturais e a falta de uma estrutura institucional impediram a implementação. Hoje a situação no Brasil modificou-se. O Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) lançou um programa, permitindo créditos especiais para usinas a biomassa que vendem eletricidade a concessionárias ou ocupando-se da sua comercialização direta, estimulando a introdução de tecnologias mais eficientes.

No sistema interligado, o processo de reformulação do setor elétrico, concebido a nível federal, concedeu uma posição especial para as fontes renováveis de energia. Uma lei federal recentemente aprovada 10438/02, criou incentivos para a geração de eletricidade através de fontes alternativas (PROINFA – Programa de Incentivo a Fontes Alternativas).

O plano do PROINFA está dividido em duas fases. Na primeira fase de dois anos, pretende-se que contratos a longo prazo (de 15 anos) que prevejam a instalação de mais de 3.300 MW sejam firmados junto à Eletrobrás (*Holding* do Sistema Elétrico Brasileiro). Espera-se que o montante fixado seja distribuído igualmente entre as seguintes formas de geração de energia: eólica, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) e biomassa. A aquisição desta energia será definida pelo valor econômico de cada tecnologia específica. Este valor é estabelecido pelo Ministério de Minas e Energia, mas deve representar no mínimo 80% da tarifa média nacional para o usuário final.

Depois dos primeiros 3.300 MW instalados, a segunda fase começará. Um programa é designado para que a energia eólica, as PCHs e a biomassa atinjam 10% da produção brasileira de energia. Almeja-se atingir essa meta dentro dos próximos 20 anos, tendo na primeira fase contratos maiores que 15 anos. O preço da energia comprada é determinado pelo valor econômico de referência das fontes de energia competidoras, definido pelos preços médios de produção própria em novos projetos hidroelétricos com uma capacidade instalada maior do que 30 MW e em novas usinas a gás. Novamente, o Ministério de Minas e Energia é que determina o preço. A regulamentação do PROINFA foi estabelecida em dezembro de 2003, e apresenta alguns pontos inconsistentes, como a definição do valor econômico e de problemas ambientais. (Coelho e al, 2003).

Na Argentina há um programa semelhante, que aponta para um objetivo de 8% de fontes renováveis de energia no mix nacional até 2013. Nele estão incluídos eólica, solar, geotérmica, marés, PCHs (até 15 MW) e biomassa. (Salvatori, 2003)

(Karekezi, 2004)

Energia Eólica

Nos países em desenvolvimento, são encontrados sítios eólicos muito bons no extremo-sul da América Latina, com bons sítios costeiros em outras regiões. Muitos sítios eólicos nos países em desenvolvimento ainda não foram avaliados. Em alguns casos os dados climáticos não são confiáveis, em consequência da urbanização em seus arredores ou da falta da calibração.

Pequenas diferenças na velocidade do vento fazem uma diferença muito grande, porque a energia contida no vento aumenta proporcionalmente ao cubo da velocidade do vento. Pode ser extraída no máximo 59% da energia dos ventos (número de Betz). Por essa razão, os bons sítios eólicos são importantes, e isto contribuiu para o interesse por fazendas eólicas instaladas no mar, a pouca distância da costa (*offshore*).

As máquinas modernas de eixos horizontais têm pás finas do tipo aeroplano, cujas extremidades se movem mais rápido do que a velocidade do vento. A nacela contém o gerador, sendo que alguns tipos não necessitam de nenhuma caixa de mudanças. A capacidade nominal cresceu nestas três décadas de 30 kW para 3 MW, com 5 MW para turbinas *offshore*.

Devido às flutuações do vento, a produção anual média é de 20 a 25% da potência nominal em sítios terrestres, e 30% *offshore*. As turbinas operam com velocidades de vento de 3 a 25 m/s, e o seu tempo de vida útil é em média de vinte anos.

Outro ramo da tecnologia de energia eólica são os moinhos de vento, que têm permitido atividades agrícolas, preservação da vida selvagem e habitação humana em muitas áreas do mundo em desenvolvimento.

O uso da terra para esta tecnologia é mínimo, uma vez que esta pode ser utilizada para a agricultura, muitas vezes fornecendo rendimentos adicionais. As turbinas modernas já reduziram em muito a poluição sonora, que é menor do que o ruído do tráfego urbano. O impacto sobre pássaros tem sido estudado extensivamente, e é significativamente menor do que o das linhas de transmissão existentes e do que o tráfego motorizado. Os oponentes desaprovam o impacto visual dos elementos em grande escala que se movem na paisagem. As sombras e os reflexos também foram considerados como interferências visuais.

Mesmo em condições distorcidas de mercado, a eletricidade gerada pela energia eólica é economicamente competitiva em muitas áreas e o período de recuperação do investimento em energia (*payback* energético) é curto. Apesar de uma fase estagnada da economia mundial, a indústria eólica apresentou um crescimento muito forte.

Do potencial técnico global da energia eólica (1.000 EJ) aproximadamente 140 EJ podem ser utilizados de forma sustentável.

Energia Solar

Em contraste com as tecnologias anteriores, a energia solar direta é considerada como sendo praticamente ilimitada. É também abundante nos países em desenvolvimento, onde a sua natureza distribuída é um bônus, considerando o estado subdesenvolvido dos serviços de infraestrutura e das redes de distribuição de energia.

Concentradores termo-solares

Os maiores sistemas centralizados existentes utilizam espelhos parabólicos que focam a luz solar em tubos de vidro evacuados que transportam o calor às turbinas a vapor convencionais via um trocador de calor.

Para uma produção centralizada, a geração de energia através de tais usinas é mais barata do que a produzida por centrais fotovoltaicas.

Algumas variantes geram diretamente o fluxo de vapor nos tubos focais. Outra variante usa espelhos planos em um arranjo do tipo Fresnel, focando luz solar em unidades de absorção passivas. Há ainda um outro que tem espelhos primários estáticos com refletores secundários móveis que realizam níveis de concentração solares muito altos. Todos esses sistemas são eminentemente apropriados para a geração de calor e eletricidade e tiram proveito da economia de escala estabelecida do ciclo a vapor convencional. A potência suplementar pode ser fornecida por gás ou, preferivelmente, por qualquer fonte de energia renovável conveniente.

Usinas de pratos parabólicos

Os pratos parabólicos seguem a rota aparente do sol e focam a radiação sobre, por exemplo, um motor *sterling* que alimenta uma bomba ou um gerador. As unidades mais atuais são sistemas autônomos com capacidade nominal de 10 kW. Esta capacidade representa um tamanho útil para aplicações rurais remotas e fazendas. Atualmente, as unidades ainda não podem ser compradas diretamente nas lojas, só por encomenda.

Torres Solares

Um extenso campo de espelhos móveis em dois eixos (heliostatos) concentram a radiação solar em um receptor central, situado no topo de uma torre. Lá o líquido para troca de calor (ar, água, sal) é aquecido de 500 a 1000 °C e aciona uma turbina a gás ou uma usina de ciclo combinado. Em alguns casos, o sal fundido é considerado um meio de armazenamento de calor. As unidades típicas, conectadas à rede elétrica, têm 200 MWe.

Chaminés Solares / Torres Verdes

Uma grande estufa que rodeia uma alta chaminé aquece o ar que sobe por ela, dirigindo uma turbina eólica na base. Na variante da torre verde a estufa atua também como uma unidade agrícola produtiva. O armazenamento térmico permite a entrega de energia por 24 horas. As unidades tem 200 MWe, conectadas à rede.

Fotovoltaica

As células fotovoltaicas constituem módulos, que são colocados em arranjos e convertem a luz solar diretamente em eletricidade sem qualquer parte móvel. Os materiais semicondutores são encapsulados e selados hermeticamente. Uma longa vida útil de mais de 25 anos, e usualmente iguais períodos de garantia, tornam essa tecnologia moderna cada vez mais atraente.

Com uma eletrônica adequada, sistemas fotovoltaicos podem ser conectados à rede elétrica ou permanecerem isolados em sistemas autônomos, onde eles também podem ser usados para o bombeamento de água ou para outro trabalho mecânico. Uma bateria de armazenamento é normalmente opcional para sistemas conectados à rede, mas é uma necessidade em sistemas autônomos que necessitem de autonomia. Nenhuma bateria é necessitada para o sistema de bombeamento de água nem para qualquer outro trabalho diurno.

Os arranjos fotovoltaicos não emitem vibrações, ruídos ou poluentes durante a sua operação. Isto significa que eles podem estar integrados em novas edificações ou nas já existentes. Desta forma os proprietários se tornam exportadores de energia além de consumidores.

As células fotovoltaicas são feitas de silício, o segundo material mais abundante na superfície do planeta. Contudo, os elementos raros índio, telúrio selênio e gálio são utilizados em algumas células. Em países em

desenvolvimento ensolarados, o período de retorno de investimento de energia é de 18 meses – um tempo extremamente curto em relação à sua comprovada vida útil.

É relativamente fácil acrescentar novos módulos fotovoltaicos a um sistema já existente, quando a necessidade cresce (alta modularidade).

O fato de os geradores fotovoltaicos não serem competitivos economicamente (quando comparados à geração subsidiada convencional de eletricidade) tem levado alguns países em desenvolvimento a introduzir geradores fotovoltaicos autônomos – comumente denominados pela sigla SHS (*Solar Home Systems*) – em áreas rurais remotas pobres onde é de se esperar que a manutenção do sistema e a aceitação social sejam problemáticas. Em contraste, uma excelente penetração de mercado está sendo alcançada internacionalmente em aplicações conectadas à rede elétrica, em países menos ensolarados, onde a política do governo fornece condições apropriadas. Em países em desenvolvimento, com frequentes quedas de tensão e blecautes, os sistemas fotovoltaicos ininterruptos fazem sentido.

Aquecimento solar de água

Nos países em desenvolvimento, o aquecimento de água constitui 30 a 40% do consumo de energia de uma residência. Na maioria dos casos, isso é realizado por queimas ineficientes de lenha, gás ou eletricidade gerada por combustíveis fósseis. Os aquecedores de passagem (p. ex.: chuveiro elétrico) são mais eficientes, mas adicionam picos consideráveis ao sistema de distribuição municipal. Nos países em desenvolvimento, muitos dos aquecedores elétricos com reservatório de armazenamento apresentam um alto e permanente desperdício anual de energia, que corresponde a mais de 25%. Esta baixa performance é tolerada onde o preço cobrado pela energia é baixo ou subsidiado, onde não existe etiquetagem energética, ou onde os

usuários não pagam pelo aquecimento da água.

Os sistemas de aquecimento de água termo-solares normalmente compõem-se de um coletor e uma unidade de armazenamento de água. Há vários tipos:

Os **coletores sem vidro** são simples painéis absorvedores pretos de plástico, sem vidro, pelos quais a água flui, conduzida por um termo-sifão ou por uma bomba d'água. Em aplicações que exigem baixas temperaturas, como piscinas, aplicações agrícolas e aquecimento de ambientes, tais sistemas atingem altas eficiências (~70%) para pequenos aumentos de temperatura, a baixo custo. Os coletores sem vidro também podem ser utilizados para resfriamento noturno.

Os **coletores com vidro** têm eficiências ligeiramente mais baixas do que coletores sem vidro para baixas temperaturas, mas com mais altas diferenças entre as temperaturas de entrada e saída, eles apresentam uma eficiência significativamente melhor. Se a superfície de coletor for tratada com um revestimento seletivo, as perdas por reflexão são reduzidas. A eficiência nominal média dos coletores é de 67%.

Os **coletores de tubo evacuado** apresentam um invólucro de vidro externo que mantém o vácuo. O coletor interno pode ser um único tubo preto que contém o meio aquecido (tubo molhado), dois tubos (alimentação e retorno) ou uma aleta seletiva ajustável com um tubo de calor. Os tubos evacuados podem atingir o ponto de ebulição de água e ter eficiências quase constantes de 67% através de todas as diferenças de temperatura entre entrada e saída.

Os sistemas diretos, com ciclo aberto ou de uma fase podem ser usados em unidades com termo-sifão, com bombeamento e em unidades integradas. Nesses sistemas, a água no coletor e na unidade de armazenamento é a mesma. Isso é mais barato, mas pode causar congelamento, corrosão e problemas de acúmulo de calcário, a menos que as precauções adequadas sejam tomadas.

Em sistemas indiretos, com ciclo fechado ou de duas fases, um fluido circula apenas pelo coletor, prevenindo congelamento, entupimentos e corrosão, mas seu custo inicial é mais alto.

Em sistemas solares combinados, o aquecimento de água doméstica e o dos ambientes estão integrados em um único sistema. Esta inovação reduz a necessidade de aquecimento de água reserva no verão, mas ainda não é de fácil acesso nos países em desenvolvimento.

Todos os aquecedores de água, inclusive os aquecedores de água termo-solares, necessitam de manutenção em graus variados.

A tecnologia é madura e os padrões a serem seguidos estão disponíveis, embora muitos dos profissionais que autam na área hidráulica ainda não estejam familiarizados com o sistema.

Embora muitas vezes se pense que a disponibilidade de água quente em casas de baixa renda não seja prioridade, as implicações de higiene não devem ser subestimadas. Água quente limpa para a lavagem de roupas e para o preparo de alimentos dificilmente pode classificada como luxo.

Geotérmica

O calor subterrâneo de até 100°C pode ser usado para aquecimento de água e de ambientes. A temperaturas mais altas, o vapor pode ser usado para gerar eletricidade, mas as perdas de calor são consideráveis. Alternativamente, água fria pode ser bombeada para rochas quentes ou para minas profundas, de onde ela retorna como água quente. Onde o vapor ou a água quente emergem naturalmente, a água utilizada deve ser devolvida, uma vez que ela muitas vezes contém CO₂ e outros contaminantes. Algumas dessas tecnologias ainda estão em desenvolvimento.

Outra abordagem usa o calor próximo à superfície através de bombas de calor, cuja tecnologia é madura. Esses sistemas devem ter um Coeficiente de Performance (COP) de pelo menos 3,6 se for necessário o uso de eletricidade produzida a carvão para compensar as perdas de transformação de energia. Além disso, o impacto ambiental da extração/adição de calor ao meio ambiente deve ser cuidadosamente considerado. O potencial geotérmico mundial é estimado em 30 EJ/a.

Resfriamento Solar

Uma alta carga de resfriamento provocou problemas com o pico de demanda na Califórnia. A demanda por resfriamento de ambientes cresce com o aumento do poder aquisitivo e das exigências de conforto, e é exacerbada pelo aquecimento global e pela urbanização. Não é raro que condicionadores de ar ineficientes sejam usados para resfriar edifícios termicamente ineficientes. Muitas análises indicam que as nações em desenvolvimento irão seguir o mesmo caminho.

O **resfriamento solar de ambientes** oferece a vantagem de que o pico máximo de demanda para o resfriamento coincide com a radiação solar máxima. Lamentavelmente, a tecnologia ainda carece de desenvolvimento. O resfriamento solar para alimen-

tos e medicamentos satisfaria uma necessidade urgente em países quentes e tropicais. O **resfriamento de alimentos e medicamentos** requer pouca energia, mas tem um impacto significativo. Uma bomba de calor deve rejeitar o calor para o meio ambiente. Por isso, a máquina deve operar a uma temperatura mais alta do que a temperatura ambiente (os condensadores de geladeiras emitem o calor). Se a mesma bomba de calor for usada para o aquecimento, então não haverá nenhuma rejeição de calor. Por isso, a redução de um Kelvin na temperatura, através de refrigeração por bomba de calor, necessita aproximadamente três vezes mais energia do que a elevação de um Kelvin na temperatura, por aquecimento a bomba de calor.

Energia solar em edifícios

Desde sua concepção até sua demolição, os edifícios são responsáveis por uma proporção significativa do consumo de energia internacional e do pico de demanda. A aquisição de matérias-primas, a produção de materiais de construção, o transporte, a construção propriamente dita, a manutenção, a demolição e a reciclagem, tudo isso demanda energia. Alguns materiais/componentes de construção são excessivamente intensivos energeticamente, como alumínio, plásticos, cimento e produtos de barro. Outros materiais como madeira, palha e terra são ambiental e energeticamente mais neutros.

Os edifícios são consumidores de energia com ciclos de vida mais longos do que a maior parte das usinas de energia. Edifícios construídos há até dois mil anos ainda estão em uso hoje em dia. A energia e o preço de manutenção ao longo da vida de um edifício são muitas vezes maiores do que os custos de construção.

Com o advento da artificialmente barata geração de eletricidade por combustíveis fósseis nos países desenvolvidos, os arquitetos começaram a projetar edifícios ambientalmente questionáveis que tiveram de

ser transformados em habitáveis por engenheiros mecânicos e de iluminação, que tiraram vantagem dessa interessante e lucrativa oportunidade de negócio. Não houve nem possibilidade nem estímulo aos engenheiros para esclarecer aos arquitetos, porque tanto a estrutura de remuneração profissional quanto a redução dos riscos profissionais recompensam o superdimensionamento das plantas de iluminação artificial e de condicionamento de ar, ao invés de recomendar a eficiência energética e o uso de fontes renováveis de energia.

Esse hábito de projetar edifícios de prestígio foi transferida ao mundo em desenvolvimento, simbolizando progresso e modernidade. Conseqüentemente, encontramos o mesmo *design* inadequado de edifícios do sub-Ártico às regiões tropicais.

As casas rurais tradicionais em regiões quentes e frias incorporam a adequação climática decorrente do conhecimento adquirido ao longo das gerações. Esses prédios necessitam um mínimo da energia ao longo dos seus ciclos de vida.

O planejamento das cidades e as mentalidades de industrialização do século passado levaram assentamentos urbanos energo-intensivos com uma dependência intrínseca dos combustíveis fósseis.

Hoje, mão-de-obra e materiais de construção energeticamente intensivos são transportados para canteiros de obras distantes para erguer edifícios que são baratos para construir, mas que são caros para manter. O problema é aprofundado pelo dilema locador-locatário, no qual o locatário sofre as conseqüências de edifícios energeticamente ineficientes.

Povoados informais ou ilegais (p.ex.: favelas de barracões ou palafitas) tipicamente têm edificações de performance térmica baixa. Os moradores recorrem a alternativas altamente poluentes, como uso de madeira, carvão, queima de esterco, ou à eletricidade roubada. Tais “perdas não-técnicas” também se somam aos

problemas com altos picos de demanda elétrica. Algumas cidades do Brasil têm apresentado alternativas atrativas e eficientes.

Aquecedores solares de água e sistemas combinados (que aquecem a água e o ambiente) podem reduzir o pico de demanda nacional em 18%. A redução na emissão de gases de efeito estufa resultante é substancial.

A utilização de fontes renováveis de energia e eficiência energética em edifícios é técnica e economicamente possível, e significativamente mais barata do que a construção de novas usinas de geração de energia elétrica. Novos vidros e materiais de isolamento estão sendo introduzidos no mercado. A iluminação natural produz menos calor interno indesejado do que a maioria das iluminações elétricas. Os rejeitos de calor de aparelhos e máquinas ineficientes tais como impressoras e fotocopiadoras têm que ser retirados dos ambientes por condicionadores de ar em edificações situadas em climas quentes. O planejamento urbano e o planejamento integrado de recursos oferecem grandes oportunidades, especialmente em países com infra-estrutura pouco desenvolvida.

Transporte

No mundo inteiro, poucas nações produzem os seus próprios combustíveis para transporte. Isto tem um significativo impacto na economia nacional, notadamente nos países em desenvolvimento. A princípio, pode-se concentrar esforços na melhoria das tecnologias atualmente disponíveis na área de transportes, no desenvolvimento de novas tecnologias, na tecnologia da informação, na mudança para uma cultura da eficiência e no planejamento urbano.

A melhoria da tecnologia automobilística atual através de tecnologias focadas em maior eficiência é uma estratégia-padrão de planejamento de todos os fabricantes de veículos (combustão otimizada, componentes cerâmicos, ignição refinada, gerenciamento de válvulas, turbo-compressão). Reduções de peso e de resistência aerodinâmica podem reduzir a emissão de CO₂ em 6% e 1%, respectivamente. Alguns desses ganhos tecnológicos podem ser perdidos se passarmos a dirigir por mais quilômetros apenas porque os custos por quilômetro foram reduzidos.

O **desenvolvimento de novas tecnologias** é evidente em veículos híbridos (que permitem o uso de diferentes combustíveis) e baterias que já aparecem no mercado, potencialmente dobrando a eficiência no consumo de combustível. Esses são degraus importantes em direção ao uso integral da tecnologia da célula-de-combustível.

Os veículos com célula de combustível reduzirão emissões em quase 100%. O hidrogênio produzido por fontes renováveis é o objetivo final. A produção atual de hidrogênio é energia-intensiva.

O gás natural é um combustível mais limpo do que carvão, gasolina e diesel. Isto somente irá retardar uma transição à sustentabilidade. Vazamentos em gasodutos podem ser mais que um mero risco teórico nos países em desenvolvimento. O uso da tecnologia da informação já tem produzido melhores fluxos de tráfego e também pode melhorar a logística de transporte e entrega de produtos. Há a possibilidade de que uma maior eficiência de tráfego leve a um aumento do tráfego rodoviário e urbano.

A mudança efetiva para uma cultura da eficiência e da integração, assim como uma política nacional adequada, devem levar a uma maior participação de mercado para produtos mais eficientes. O planejamento urbano oferece oportunidades para pedestres utilizarem bicicletas e transporte público eficiente.

Uso de biocombustível moderno no setor de transporte da América Latina

Os exemplos do uso dos biocombustíveis no setor de transportes nos países da América Latina podem ser encontrados no Brasil (Programa do Álcool) e na Argentina (Programa do Biodiesel). O Programa Brasileiro do Álcool registrou êxitos notáveis.

O Programa Brasileiro do Álcool teve início em 1975 com o objetivo de reduzir as importações de petróleo produzindo etanol através da cana-de-açúcar. Isso agora trás benefícios ambientais, econômicos e sociais significativos, e se tornou o principal programa de energia de biomassa no mundo. O etanol é usado em automóveis a gasolina como um aditivo de octanagem e de oxigenação (20 a 26% de etanol são adicionados à gasolina), ou em motores completamente a álcool (etanol), ou ainda nos mais modernos veículos do tipo “flex fuel” em qualquer proporção álcool x gasolina. Desde 1999, o governo brasileiro eliminou o controle de preços, e o etanol é vendido por um valor que oscila entre 60 e 70% do preço da gasolina, devido a reduções significativas nos custos de produção. Esses resultados mostram a competitividade econômica a longo prazo do etanol em comparação com a gasolina (Goldemberg et al, 2002).

O líder mundial na produção de álcool continua sendo o Brasil, onde os preços do álcool são competitivos, e onde o desenvolvimento dos novos automóveis bi-combustível (*flex fuel*) promove o maior uso de etanol por permitir flexibilidade na escolha do combustível.

O etanol fez uma contribuição valiosa para o desenvolvimento da agroindústria do país. Além disso, o aumento do uso do álcool como combustível de transporte parece ter contribuído para a redução da poluição do ar em grandes metrópoles como São Paulo (Coelho, 2003).

A iniciativa brasileira experimentou altos e baixos em consequência dos mercados mundiais do petróleo e do açúcar. Isso parece indicar que seria prudente diversificar o insumo na produção de biocombustíveis. Segundo a Fundação Bariloche, há quatro fábricas de produção de biodiesel na Argentina que utilizam girassol, algodão e soja como insumo (www.bariloche.com.ar/fb).

Uma Lei Federal na Colômbia exige a adição de 10% de etanol à gasolina padrão. O combustível será introduzido em outras cidades do país em paralelo ao desenvolvimento da agroindústria do álcool. Aproximadamente 700 milhões de litros de etanol serão necessários por ano, o que corresponde a 150 mil hectares de plantações de cana-de-açúcar (Campuzano, 2003).

(After Karekezi, 2004)

Produção de etanol na África

Na África, a produção de etanol a partir do milho foi tentada na África do Sul, durante os anos 40. Posteriormente, a conversão sintética de combustíveis a partir do carvão substituiu esta produção. A produção experimental de biodiesel a partir de sementes de girassol, promovida pelo Departamento de Engenharia Agrícola sul-africano não teve continuidade.

Uma produção de etanol em grande escala também foi implementada no Zimbábue, em Malawi e no Quênia, países que não têm reservas de petróleo e dependem da importação do mesmo. A produção de etanol no Zimbábue começou em 1980 na Triangle Ltd., uma companhia de açúcar localizada no nordeste do Zimbábue, com uma capacidade de produção anual de 40 milhões de litros. No comissionamento, o objetivo da mistura de etanol/gasolina do país foi de 15:85. Mas em 1993 a proporção da mistura atingiu 12:88. O programa de produção de etanol contribuiu significativamente para a economia do Zimbábue. Os benefícios incluem importações de gasolina reduzidas em até 40 milhões de litros, aumento dos rendimentos de aproximadamente 150 fazendeiros de cana-de-açúcar e disponibilidade de um mercado para o melaço, que era anteriormente um produto inútil (Scurlock et al, 1991b; Hall et al, 1993).

Em Malawi, a ETHCO (*Ethanol Company Limited*) é o único produtor e distribuidor de etanol. Comissionada em 1982, a ETHCO tem uma capacidade de destilação de 17 milhões de litros por ano, e tem produzido 13 milhões de litros por ano. Originalmente, era obrigatório que toda a gasolina usada no país fosse misturada com o etanol. Em 1993, a proporção da mistura era de 15:85.

Contudo, esta proporção não se manteve, devido a divergências entre a ETHCO e a indústria de petróleo acerca de quotas de mercado aceitáveis e cálculo do preço do etanol em relação à gasolina importada. A fábrica ajudou a reduzir as importações de petróleo e a solucionar o problema de descarte do melaço, que era anteriormente um risco ao meio ambiente (Kafumba, 1994; Gielink, 1991).

O interesse do Quênia no etanol foi incitado pela crise do petróleo no início dos anos 70, quando o país ficou bastante interessado em explorar as fontes de energia localmente disponíveis. Conseqüentemente, a ACFC (*Agro-Chemical and Food Cooperation*, Cooperação da Indústria Agro-Química e de Alimentos) foi estabelecida em 1978, com o objetivo de utilizar o melaço excedente. Localizada em Murohoni, perto de três fábricas de açúcar, a ACFC teve uma capacidade instalada de 60 mil litros por dia com uma produção média diária de 45 mil litros. O objetivo da proporção da mistura era de 10:90. A fábrica criou empregos diretos e indiretos para aproximadamente 1.200 pessoas. Além disso, ela reduziu parcialmente a dependência em relação ao suprimento de combustíveis importados. Os principais desafios que o programa enfrentou incluem a seca e a infra-estrutura deficitária, que afetavam a produtividade e dificultavam o transporte da cana aos pontos de processamento. Acima de tudo, a falta do comprometimento do governo e a ausência de políticas públicas claras quanto à produção, à proporção de mistura etanol/gasolina e à comercialização levaram conseqüentemente à interrupção do uso de etanol para propósitos de transporte (Omondi, 1991; Kyalo, 1992; Okwatch, 1994; Baraka, 1991).

(Karekezi & Ranja, 1997; Karekezi, 2002 in Karekezi, 2004)

Sumário

As tecnologias que envolvem o uso de hidroeletricidade, etanol, gás de aterros sanitários, energia solar passiva em edificações, aquecimento solar de água, briquetes de madeira e energia eólica têm demonstrado viabilidade econômica mesmo na atual e distorcida visão de mercado.

Usinas de concentração solar, ondas marítimas e marés, torres verdes, biodiesel e veículos movidos a fontes renováveis e inovadoras de energia estão em estágios de desenvolvimento intermediários.

A energia renovável baseada na tecnologia de hidrogênio ainda está pouco desenvolvida. A conversão solar fotovoltaica é economicamente competitiva em áreas rurais, mas a maior penetração e crescimento de mercado atuais estão em aplicações conectadas à rede elétrica urbana. Geradores solares integrados a edifícios (*building-integrated photovoltaics* – BIPV), também conhecidos como edifícios solares fotovoltaicos, oferecem vantagens ao sistema elétrico e potencial de redução de custos.

Os recursos energéticos renováveis mundiais são praticamente inesgotáveis. Enquanto as questões sócio-políticas atuais são mais importantes que as técnico-econômicas, espera-se que o iminente esgotamento de algumas fontes energéticas poluidoras, em conjunto com considerações ambientais, leve a um maior uso das fontes renováveis de energia.

Estímulos nacionais e internacionais para aplicação de recursos renováveis: Estabelecimento de metas nacionais dentro de limites de segurança globais

Redução da pobreza através dos empregos gerados pelas fontes renováveis de energia

A redução da pobreza e do desemprego são grandes prioridades dos países em desenvolvimento. É indiscutível que a emergência das fontes renováveis de energia oferece mais oportunidades de emprego do que os combustíveis fósseis ou as tecnologias nucleares. A plenitude de implicações deste fato ainda tem de ser percebida pelas nações em desenvolvimento.

Por definição, as nações em desenvolvimento têm infra-estruturas de energia subdesenvolvidas, oferecendo uma oportunidade de ouro para criação de novos empregos sustentáveis através das modernas tecnologias de fontes renováveis de energia, em vez de investir em tecnologias em declínio ou aceitar tecnologias baratas já descartadas pelos países desenvolvidos.

Potencialmente, a criação de empregos na nova infra-estrutura de fontes renováveis de energia dos países em desenvolvimento pode ser combinada com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto.

Os aquecedores solares de água produzidos localmente geram oportunidades com pequena demanda de capital e baixo risco, com a maior criação de oportunidades de trabalho

estando situada no lado de negócios de venda, instalação e manutenção de aquecedores termo-solares. As barreiras principais para uma maior penetração de mercado nos países em desenvolvimento são: falta de conscientização dos políticos, dos profissionais do ramo de instalações hidráulicas e dos usuários finais; falta de instaladores capacitados; falta de normas técnicas nacionais e de bancadas de testes, e falta de mecanismos para superar a barreira de investimento inicial.

Um financiamento pelo MDL de US\$5/ton_{CO2} reduziria o preço em apenas 10%, o que parece decepcionantemente pouco. Substituir todos os aquecedores de água elétricos convencionais por aquecedores solares reduziria o pico de demanda nacional em 18%. Uma vez que os aquecedores termo-solares são mais baratos do que a construção de novas usinas, é interesse econômico nacional implementar essa opção mais barata de criação de empregos.

Ironicamente, os exemplos mais bem divulgados com relação à criação de empregos através das fontes renováveis de energia vêm dos países desenvolvidos, onde a disponibilidade de recursos naturais é menos favorável. Na Alemanha, aproximadamente 40.000 novos empregos na área de eletricidade gerada através de fontes renováveis foram criados apenas durante 12 anos até 2002, enquanto

a indústria nuclear, que fornece 30% da eletricidade daquele país, só empregou 38.000 pessoas. A Alemanha pretende criar, até 2050, entre 250.000 e 350.000 novos empregos na área de fontes renováveis de energia.

Nos EUA, o potencial de empregos de 300.000 pessoas até 2025, apenas no setor fotovoltaico, é comparável ao das principais indústrias de computadores como a Dell Computer, da Sun Microsystems.

Se o estado de Wisconsin, nos Estados Unidos, comprasse a energia gerada por combustíveis fósseis, ele estaria perdendo 45.000 empregos locais – um golpe severo na economia do estado. Através da produção de energia por fontes renováveis disponíveis no local, são reinvestidos 2,5 centavos de dólar por kWh.

Com cada novo emprego direto que é criado, há um multiplicador econômico que se reflete pela criação indireta de empregos. Um estudo feito pelo Departamento de Energia dos EUA revelou que uma fábrica de geradores fotovoltaicos, com capacidade instalada de 10 MWp, perto da cidade de São Francisco, produziria um efeito multiplicador de 500%. Esses multiplicadores também trazem benefícios ao desenvolvimento regional, bem como mais impostos para o governo.

Se em 2020 a África do Sul gerasse apenas 15% de seu consumo total de eletricidade através de tecnologias renováveis de energia, seriam criados 36.400 empregos diretos, sem eliminar qualquer posto de trabalho da indústria de eletricidade baseada em usinas térmicas a carvão.

Mais de 1,2 milhão de novos empregos diretos e indiretos seriam gerados, se uma parcela da necessidade energética total da África do Sul, inclusive combustíveis, fosse produzida por tecnologias de fontes renováveis de energia até 2020.

Sumário de Empregos Diretos e Indiretos por Fontes Renováveis em 2020

tecnologia		empregos diretos	empregos indiretos	total de empregos
Termo-solar	(10% da meta)	8.288	24.864	33.152
Solar fotovoltaica	(0,5% da meta)	2.475	7.425	9.900
Eólica	(50% da meta)	22.400	67.200	89.600
Biomassa	(30% da meta)	1.308	3.924	5.232
Aterro sanitário	(5% da meta)	1.902	5.706	7.608
Biogás	Quando 150 mil biodigestores forem instalados em áreas rurais	1.150	2.850	4.000
Aquecedores termo-solares de água	Inclui a fabricação e instalação do equivalente a um aquecedor termo-solar de 2,8 m ² em cada casa do país	118.400	236.800	355.200
Biocombustíveis	Inclui mistura de etanol de 15% e substituição do diesel	350.000	350.000	700.000
TOTAL		505.923	698.769	1.204.692

(Banks & Douglas, 2005)

Nova infra-estrutura energética

As nações em desenvolvimento poderão logo constatar que a geração distribuída (GD) através de fontes renováveis de energia, e as plantas de co-geração criam empregos locais, são ambientalmente mais benignas e não apresentam as limitações (manutenção, roubo, sabotagem, terrorismo, manipulação política) de um sistema de geração centralizado e de uma rede que se torna proibitivamente cara quando se estende até áreas rurais remotas.

As perdas na cadeia de conversão de energia típica dos sistemas convencionais (do carvão à água aquecida por um aquecedor elétrico resistivo) são significantes: apenas aproximadamente 10% da energia original do carvão termina na água quente como energia útil. Com a iluminação incandescente convencional a porcentagem útil pode ser de menos de 2%. Todo o resto é poluição na forma da cinza, SO_x, NO_x, CO₂ e outros gases-estufa, bem como calor rejeitado.

Uma planta de geração distribuída pode ser construída com pequenos incrementos, seguindo o perfil de demanda. Em contraste, isto é impossível com usinas convencionais, que são projeta-

das em grandes escalas, envolvendo um alto investimento de capital, muito antes de que seja de fato necessário. Os recursos que não tenham sido comprometidos em capacidade de geração excedente desnecessária podem ser usados para programas de desenvolvimento bastante necessários.

Desenvolvendo GD em áreas rurais é possível iniciar indústrias secundárias nessas regiões, como as de beneficiamento, que acrescentam valor aos produtos locais e criam empregos locais. Isto, por sua vez, pode sustar a maré de êxodo rural e de invasão urbana – ambas questões sociais sérias nas nações em desenvolvimento.

Os sistemas de GD geram calor e potência no ponto do consumo, ou perto dele, e são muito mais eficientes do que as velhas usinas termoelétricas centralizadas, movidas a combustíveis fósseis, pois usam tanto a eletricidade quanto o calor que normalmente é rejeitado em usinas a combustíveis fósseis. Eles também reduzem dramaticamente as perdas de transmissão, que variam tipicamente entre valores de 10 a 50%, isso sem levar em conta as “perdas não-técnicas” (eufemismo para roubo de energia).

Este conceito objetiva a adaptação da tecnologia moderna disponível da geração distribuída às necessidades das nações em desenvolvimento, em vez de tentar convencê-las a comprarem modelos tecnológicos prontos, produzidos pelos países desenvolvidos. Deste modo, o uso de fontes renováveis de energia contribui para o desenvolvimento sustentável e a democratização do acesso à energia.

Zonas de Empresas Solares (Nicklas, 1998) integram benefícios técnicos, sociais e ambientais. Tais Zonas de Empresas Solares começam com Sistemas de Geração Distribuída, e logo ligam esses por mini-redes, que eventualmente são ligadas com redes nacionais ou regionais, diversificando a matriz energética.

Co-geração em Mauritius

A experiência de Mauritius na co-geração é uma história de êxito na África. Através do uso extensivo da co-geração em Mauritius, a indústria de açúcar do país é auto-suficiente em eletricidade e vende o excedente gerado para a rede nacional. Em 1998, quase 25% da eletricidade do país eram gerados basicamente usando bagaço, um subproduto da indústria de açúcar (Deepchand, 2001). Até 2002, a geração de eletricidade pelas propriedades rurais que produzem açúcar estava em 40% (metade disso originada do bagaço) do total de demanda de eletricidade no país (Veragoo, 2003).

O apoio e envolvimento do governo permitiram o desenvolvimento de um programa de co-geração em Mauritius. O Decreto do Setor Açucareiro (1985) foi sancionado para encorajar a produção de bagaço para a geração de eletricidade, enquanto que o Decreto da Eficiência da Indústria Açucareira (1988) forneceu estímulos fiscais para investimentos na geração de eletricidade e encorajou pequenos agricultores a fornecerem o bagaço para a geração de eletricidade.

Três anos depois, foi iniciado o Programa de Desenvolvimento Energético do Bagaço para a indústria do açúcar. Em 1994, o Governo de Mauritius aboliu o imposto de exportação do açúcar, o que serviu como um estímulo adicional à indústria. Um ano depois, os controles de transações com outros países foram removidos e a consolidação da indústria açucareira foi acelerada. Essas medidas resultaram no crescimento gradual e regular da eletricidade gerada por bagaço no setor elétrico do país.

Isto reduziu a dependência do petróleo importado, acentuou a diversificação na geração de eletricidade e melhorou a eficiência no setor de geração em geral. Usando uma larga variedade de medidas inovadoras para distribuição de rendimentos, a indústria de co-geração cooperou estreitamente com o governo de Mauritius, assegurando que benefícios substanciais fluam para todos agentes-chave da economia açucareira, inclusive o pobre agricultor de açúcar. As políticas de compartilhamento igualitário de rendimentos de Mauritius podem fornecer um modelo para projetos energéticos de biomassa avançados e planejados na África (Veragoo, 2003; Deepchand, 2001 in Karekezi, 2004).

Metas nacionais na área de fontes renováveis de energia dentro dos limites de segurança globais

Os governos responsáveis consideram o nosso futuro comum – e têm uma mão forte na sua formatação.

Um sinal da boa liderança é o dom de definir metas a longo prazo inspiradoras. Elas determinam a estrutura, desafiando as melhores forças nacionais para avançar. Os objetivos devem ser suficientemente exigentes para justificar compromissos a longo prazo de energia, recursos e dinheiro por parte dos empreendedores através de indústrias e universidades. Elas também devem ter uma duração que permita a adaptação dos sistemas educacional e burocrático.

Parece que no passado muitas nações em desenvolvimento foram inclinadas em direção à centralização, e não aos modelos de decisão descentralizada. Isto levou a monopólios governamentais centralizados de concessionárias de energia que foram forçadas a entregar a energia elétrica a preços não-sustentáveis, servindo à conveniência política. Inevitavelmente, isso levou a problemas com a qualidade da energia e a blecautes, com grandes custos nacionais.

Curiosamente, o modelo alternativo de liberalização radical de mercado e privatização que foi enfiado goela abaixo de muitas nações em desenvolvimento, inicialmente produzindo energia mais barata e desencorajando a frugalidade do usuário final, não pareceu ser uma solução melhor para esta questão a longo prazo. Não existe solução mágica para todos os problemas.

Organizações Internacionais com Agendas Energéticas

Global Environmental Facility (GEF)

O GEF (através da implementação de agências) opera mais de 100 programas para a promoção de produção e consumo de energia produzida por recursos renováveis (apoiado pelo setor privado e, algumas vezes, pela reforma do setor energético), com um alcance principalmente doméstico. Os projetos não incluem questões como taxaço, subsídios ou tratados comerciais numa escala global.

Organização das Nações Unidas (ONU)

As Comissões Econômicas Regionais da ONU desempenham um importante papel no desenvolvimento e capacitação das respectivas regiões – p. ex. UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*, Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa) ou UNESCAP (*United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*, Comissão Social e Econômica das Nações Unidas para a Ásia e o Pacífico).

Globalmente, o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) é um ator importante – veja p.ex.: *Global Network on Energy for Sustainable Development* (Rede Global sobre Energia para Desenvolvimento Sustentável), UNISE (*United Nations Development Programme Initiative for Sustainable Energy*, Iniciativa do PNUD para Energia Sustentável) e *World Energy Assessment* (Avaliação Energética Global).

Muitas outras agências especializadas da ONU têm tratado das fontes renováveis de energia (FRE), dentro do seu nicho, p. ex. UNDESA (*The United Nations Department of Economic and Social Affairs*), WHO (*The World Health Organisation*), UNESCO (*The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation*) e FAO (*The Food and Agriculture Organisation of the United Nations*).

O UNDESA desenvolveu projetos de FRE no contexto da Agenda 21, e assinou um acordo com o e7, fundado por companhias de eletricidade globais, e dedicado a desenvolver a energia rural.

O CSD (*Commission on Sustainable Development*) inclui a energia como um componente principal do seu plano de trabalho nos anos próximos. O recentemente estabelecido GVEP (*Global Village Energy Partnership*) concentra-se no acesso a serviços de energia modernos para os pobres. A ONU considerou a energia como uma das cinco áreas-chave (“AESAB”): Água, Energia, Saúde, Agricultura e Biodiversidade) que são o foco particular para o WSSD (*Johannesburg World Summit on Sustainable Development*).

O World Summit on Sustainable Development (WSSD) e o seu Plano de Implementação (e as parcerias de “Tipo II” resultantes: PPP – Parcerias Público-Privadas)

O Plano de implantação do WSSD, ainda que não seja mandatário, é o instrumento internacional com as mais extensivas referências a FRE e a eficiência energética já produzido pela comunidade mundial. Ele concentra-se em desenvolvimento, implementação, transferência de tecnologia e comercialização rápida das FRE. Ele vê a energia como a chave para a erradicação da pobreza mundial, e para a modificação de padrões de consumo e produção não-sustentáveis.

Um exemplo de uma iniciativa governamental que veio do WSSD é a *Johannesburg Renewable Energy Coalition*. Mais de 20 parcerias tipo II (público-privado) estão ativas na área de FRE, p. ex.: a REEEP (*Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership*). Uma outra organização com múltiplos agentes é a ISEO (*International Sustainable Energy Organisation*).

Organizações Não-Governamentais (ONGs)

A comunidade das ONGs abrange desde simpatizantes “verdes” (a maior parte das ONGs ambientais têm um programa de trabalho em energia e alterações climáticas) a ONGs que enfocam especificamente a energia, e a grupos de interesse de consumidores. São exemplos: *International Solar Energy Society*, *World Energy Council*, *World Council for Renewable Energies*, *World Wind Energy Association*, *International Network for Sustainable Energy*. Algumas fundações filantrópicas também apóiam atividades de FRE.

A comunidade de pesquisadores

Este grupo inclui uma larga variedade de agentes, indo da pesquisa fundamental em universidades à pesquisa aplicada ao desenvolvimento tecnológico especificamente para objetivos comerciais.

O setor privado

Companhias individuais envolvidas no suprimento de energia (concessionárias, muitas delas atuando em mais de um país), provisão de tecnologia e pesquisa e desenvolvimento (P&D), e também grupos como associações de indústria (p. ex. *Eurelectric*) e *World Business Council on Sustainable Development*.

(Steiner et al, 2004)

Contexto internacional: os limites de segurança globais

Objetivos nacionais não são estabelecidos de maneira isolada. Eles são influenciados pelo contexto internacional.

O Conselho Consultivo Alemão para Alterações Climáticas (WBGU) produziu um abrangente relatório “Mundo em transição – em direção a sistemas energéticos sustentáveis” (2004), introduzindo o conceito inovador de “limites de segurança” que condicionam os caminhos em direção à sustentabilidade energética global.

“Limites de segurança” são aqueles níveis de danos que não devem ser ultrapassados sob pena de ocasionarem prejuízos intoleráveis e irreversíveis. Portanto, mesmo ganhos a curto prazo gerados por usinas que compensem tais limites de segurança não podem ser aceitos. Há seis limites de segurança econômicos e cinco ecológicos. Esses são facilmente entendidos através das explicações contidas no box da próxima página.

Os limites de segurança não são metas. Eles representam exigências mínimas que têm de ser atingidas se o princípio da sustentabilidade for a meta.

Testes demonstraram que a mudança de sistemas energéticos em direção à sustentabilidade é tecnicamente e economicamente factível.

Independentemente do WBGU, Donald W Aitken, PhD, da *Union of Concerned Scientists* (2005) chegou à mesma conclusão.

O que ele sugeriu foram etapas crescentes de participação na geração de energia primária, através de fontes renováveis de energia, de 10/20/50% para os anos 2010/20/30 respectivamente. Isto também foi corroborado pelo Conselho Europeu de Fontes Renováveis de Energia (EREC), quando afirmou que o uso de fontes renováveis de energia pode fornecer até 50% da energia global até 2040. (www.erec-renewables.org)

As descobertas-chave do estudo do WBGU são:

- A transição só irá funcionar com uma intensiva transferência de capital e tecnologia dos países industrializados para os países em desenvolvimento. A maturidade de mercado das fontes renováveis de energia (FRE) e a eficiência energética (EE) precisam ser aceleradas nos países industrializados, através, por exemplo do aumento e redirecionamento dos recursos de P&D, demonstração e estratégias de implementação. Isto objetiva a redução das barreiras de adoção de novas tecnologias para todos, especialmente para as nações em desenvolvimento.
- A cooperação mundial e a convergência da qualidade de vida provavelmente facilitarão o rápido desenvolvimento e disseminação rápidos da tecnologia.
- O comprometimento com a redução de CO₂ é um pré-requisito.
- Além disso, políticas de redução de gases de efeito estufa por outros setores (p. ex. NO_x e NH₄ da agricultura) são necessárias.
- 450ppm de CO₂ pode não ser suficiente para a estabilização do clima, e não deve ser tomado como um nível seguro de estabilização.
- Um caminho alternativo, através de combustíveis fósseis e energia nuclear, implica riscos substancialmente mais altos e impactos ambientais, e é mais caro, principalmente por causa dos custos relacionados ao seqüestro de CO₂.
- Em um sistema com uma grande inércia, as próximas duas décadas oferecem uma janela de oportunidade que rapidamente irá se fechar. A procrastinação custará desproporcionalmente muito mais e causará mais problemas sociais, políticos, econômicos e ambientais. Podemos apenas supor por quais danos irreversíveis os tomadores de decisão do mercado terão que responder.
- As tecnologias atualmente mais rentáveis como eólica e biomassa têm de ser usadas à exaustão a curto e a médio prazo.
- O uso eficiente dos combustíveis fósseis faz parte da transição, em particular o uso eficiente do gás natural.
- Uma certa quantidade de seqüestro de carbono em cavernas geológicas será necessária durante esse século.

Um roteiro com objetivos e opções políticas para a transformação destaca os seguintes pontos:

- Erradicação da exclusão energética e estabelecimento de um suprimento mínimo global.
- Estabelecimento de uma nova política do Banco Mundial para integrar energia em estratégias de redução da pobreza, assim como o fortalecimento de bancos de desenvolvimento regional.
- Promoção do desenvolvimento sócio-econômico.
- Combinação de iniciativas do setor privado e regulatórias.
- Proteção dos sistemas naturais de suporte à vida. Isso significa redução nos níveis de emissão global de CO₂ de pelo mínimo 30% (em relação às emissões de 1990) até 2050. Para as nações industrializadas isso requer uma redução de 80%, enquanto que nas nações em desenvolvimento e nas recentemente industrializadas essas emissões devem aumentar não mais do que 30%.
- Melhoria na produtividade energética (razão entre PIB e consumo energético). Aumentos anuais de 1,4% são inicialmente requeridos, seguidos de 1,6%, para atingir um triplo da produtividade em 2025, com relação aos níveis de 1990. Isto requer padrões internacionais para as usinas termoeletricas movidas a combustíveis fósseis e que, em 2012, 20% da eletricidade consumida pela União Européia seja gerada por fontes renováveis de energia; etiquetagem obrigatória; redução gradual dos subsídios das formas não-renováveis de geração de energia, e metas para o consumo primário de energia das edificações.
- Expansão do uso de fontes renováveis de energia substancialmente, dos 12,7% atuais para 20% até 2020.
- Redução gradual do uso da energia nuclear até 2050, com monitoração rigorosa de todas as usinas.

Limites de segurança globais para políticas energéticas sustentáveis

Limites de segurança sócio-econômicos

- Propiciar o acesso à energia produzida por tecnologia avançada para todos
É essencial assegurar que todos tenham acesso à energia. Isto implica assegurar o acesso à eletricidade, e substituir usos de biomassa que ponham risco à saúde por combustíveis avançados.
- Satisfazer a necessidade individual mínima de energia
O WBGU considera as seguintes quantidades de energia finais como sendo as necessidades mínimas individuais elementares:
até o ano de 2020, no máximo, todos devem ter acesso a pelo menos 550 kWh de energia final por pessoa por ano, até 2050 pelo menos 700 kWh/pessoa/ano, e até 2100 esse nível deve atingir 1000 kWh/ pessoa/ano.
- Limitar a proporção de renda gasta com energia
As residências pobres não devem precisar gastar mais do que um décimo do seu rendimento para suprir suas necessidades energéticas elementares.
- Obter um desenvolvimento macroeconômico mínimo
Para atingir os requisitos energéticos per-capta mínimos em termos macroeconômicos (para serviços energéticos utilizados indiretamente) todos os países devem ser capazes de desenvolver um produto nacional per capita bruto de pelo menos US\$ 3000, em valores de 1999.
- Manter os riscos dentro de uma faixa normal
Um sistema energético sustentável necessita ser construído sobre tecnologias cuja operação permaneça dentro da “faixa normal” de riscos ambientais. A energia nuclear não consegue atingir esta exigência, em particular por causa dos seus intoleráveis riscos de acidentes e da ainda não solucionada administração do lixo radioativo, além dos riscos de proliferação e terrorismo.
- Prevenir doenças causadas pelo uso da energia
A poluição interna do ar resultante da queima de biomassa e a poluição do ar das cidades e grandes metrópoles, resultantes do uso de recursos energéticos fósseis, causa danos severos no mundo inteiro. O impacto total na saúde causado por isso deveria, em todas regiões WHO, ficar abaixo de 0,5% do impacto total na saúde em cada região (medido em DALYs = *disability adjusted life years*, inabilidade ajustada ao longo da vida).

Limites de segurança ecológicos

- Proteção de clima
A razão de trocas temperatura que exceda 0,2 °C (0,2 K) por década, e um acréscimo de temperatura global de mais de 2 °C (2 K) em comparação com os níveis pré-industriais são parâmetros de alterações climáticas globais intoleráveis.
- Uso sustentável
De 10 a 20% da superfície global da terra deve ser reservada para a preservação da natureza. Não mais do que 3% devem ser usados para colheitas de bioenergia ou seqüestro de CO₂. Como princípio fundamental, os ecossistemas naturais não devem ser convertidos em cultivo de bioenergia. Onde surgem conflitos entre diferentes tipos de uso da terra, a proteção da alimentação deve ter prioridade.
- Proteção de rios e a sua área de alcance
Na mesma tendência que as áreas terrestres, aproximadamente de 10 a 20% dos ecossistemas ribeirinhos, incluindo as áreas que os mesmos abastecem, devem ser reservadas para a preservação da natureza. Isto é uma razão pela qual a hidroeletricidade – depois que as condições estruturais necessárias tenham sido atingidas (investimento em pesquisa, instituições, capacidades construtivas, etc.) – só pode ser expandida até uma extensão limitada.
- Proteção de ecossistemas marítimos
Segundo a visão do WBGU o uso dos oceanos para o seqüestro de carbono não é tolerável, porque o dano ecológico pode ser maior, e o conhecimento sobre as conseqüências biológicas é ainda muito fragmentado.
- Prevenção da poluição do ar atmosférico
Níveis críticos de poluição do ar não são toleráveis. Como um limite mínimo quantitativo preliminar, pode ser determinado que os níveis de poluição não devem ser, em nenhum lugar, mais altos do que eles estão hoje na União Européia, embora a situação lá não seja ainda satisfatória para todos os tipos de poluentes. Um limite mínimo final deveria ser definido e implementado por padrões ambientais nacionais e acordos ambientais multilaterais.

(WBGU, 2004)

Disponibilidade de terras para produção de alimentos e combustíveis

A disponibilidade da terra para a produção da biomassa em países em desenvolvimento é determinada pela demanda para a produção de alimentos. Com uma população crescente, é esperado um aumento na produção e consumo de alimento em regiões em desenvolvimento (FAO, 1995). As estimativas do *Response Strategies Working Group* do IPCC indicam que o uso da terra para a produção de alimentos em regiões em desenvolvimento (Ásia, África e América Latina) aumentará em 50% até o ano de 2005 (IPCC, 1996). Além disso, espera-se que a demanda por energia produzida por biomassa também aumente, com o aumento da população. As estimativas do WEC indicam que, até 2100, aproximadamente 1700 milhões de hectares adicionais serão necessários para a agricultura, enquanto que de 690 a 1350 milhões de hectares adicionais seriam necessários para suportar as exigências da energia da biomassa (PNUD, 2000). O desafio, portanto, é um suprimento sustentável de biomassa para satisfazer a demanda de energia crescente, sem detrimento das áreas para a produção de alimentos. Algumas opções para evitar a competição da terra entre a produção de alimentos e combustível são: o aumento da produção de alimentos nas atuais áreas agrícolas; o estabelecimento de grandes plantações de árvores, e o uso de práticas de silvicultura modernas. (IPCC, 1996). (Sudha & Ravindranath, 1999 in Karekezi, 2004)

Organizações de atores internacionais nas fontes renováveis de energia

Organizações inter-governamentais, cuja atividade primária está relacionada ao uso da energia

Os exemplos incluem a *International Energy Agency* (IEA, afiliado à OECD), a *Organizacion Latinoamericana d' Energia* (OLADE) e a *Energy Charter Conference and Treaty*. Por um lado, essas organizações têm capacitação, uma base de suporte governamental, e em alguns casos a autoridade para fazer regras mandatórias. Por outro lado, os membros da maior parte dessas organizações são limitados geograficamente ou de alguma outra maneira (através das suas atividades e dos estudos que indubitavelmente influenciam também os não membros), e nenhum deles tem as FRE como foco principal.

World Bank Group (incluindo a *International Finance Corporation*) e os bancos de desenvolvimento regional

Esses são agentes relevantes, com um importante impacto nas FRE nos países em desenvolvimento. Eles financiam um número significativo de projetos de FRE no mundo inteiro, indo da assistência tecnológica à reforma no setor energético, às vezes com o co-financiamento do setor privado. Um projeto bem conhecido do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) é o ESMAP (*Energy Sector Management Assistance Programme*), promovendo um papel de responsabilidade energética ambiental na redução de pobreza e no crescimento econômico.

Organizações regionais

Os exemplos incluem a União Européia (UE), a *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN), a *Southern African Development Community* (SADC), e *Asia-Pacific Economic Cooperation* (APEC).

(Steiner et al, 2004)

Políticas para acelerar a aplicação dos recursos energéticos renováveis nos países em desenvolvimento

Nossa situação energética atual é o resultado de políticas energéticas passadas e subsídios que com frequência persistem no presente. Os preços dos combustíveis fósseis e da energia nuclear não são o resultado de mecanismos de mercado livre, nem refletem seus verdadeiros custos.

Os usuários que se beneficiam dos baixos preços cobrados atualmente pela energia, tipicamente não arcam com o custo e as conseqüências das externalidades e dos conflitos atuais.

Tais distorções de mercado acumularam barreiras sérias e perseverantes contra o uso dos recursos energéticos renováveis. Além disso, existem barreiras adicionais para o uso dos recursos renováveis no que se refere ao seu custo de capital relativamente maior, impostos de importação, falta atual de economia de escala, dificuldade de acesso ao crédito disponível, custos específicos e punitivos de conexão à rede, falta de padrões, e falta de treinamento e de conscientização.

Nos países em desenvolvimento a barreira do risco do investidor é ainda mais alta devido às incertezas políticas, regulatórias e de estabilidade de mercado.

Além disso, projetos de doadores bem intencionados, intervenções governamentais inconsistentes, tecnologia e manutenção de baixo nível, e as promessas irrealistas de acesso universal à rede têm também distorcido os mercados para as fontes renováveis em muitos países em desenvolvimento.

Políticas e iniciativas têm que enfrentar essa realidade e devem não apenas superar as barreiras, mas também fornecer um ambiente que permita o crescimento sustentável do uso de fontes renováveis de energia. Tal ambiente implica em condições a nível macro (mercado nacional), a nível médio (mercado energético) e a nível micro (mercado de energia sustentável).

Cada sistema estabelece as condições-limite para seus subsistemas. Por exemplo: o sistema macroeconômico legal, político, financeiro, infra-estrutural, burocrático e econômico determina as condições-limite para um subsistema de mercado energético nacional. Por sua vez, o mercado energético nacional estabelece as condições-limite para seu subsistema, o mercado de energia sustentável. De modo inverso, cada subsistema alimenta o seu sistema com recursos, energia e informação.

Isso implica que uma intervenção em apenas um nível atuando em apenas uma direção (apenas de baixo para cima ou só de cima para baixo) é condenada ao fracasso. Os países em desenvolvimento foram vítimas de muitos fracassos de projetos de base locais conduzidos por ONGs, de baixo para cima, e também de muitos programas governamentais de reestruturação, de cima para baixo – muitas vezes sob influência de interesses internacionais. Países que estão obtendo sucesso em seu processo de transformação utilizaram-se de iniciativas em vários níveis (IIEC). Um mercado energético renovável sustentável prospera quando não há apenas a energia gerada por fonte renovável sendo ‘empurrada’ pelo lado do fornecimento, mas também uma demanda ‘puxando’ pelo lado do consumidor final. Sawin (2004) preparou um ótimo artigo sobre lições aprendidas.

Lições aprendidas

Antes de discutir detalhes de políticas, deve ser observado que há um volume de conhecimento substancial que foi acumulado pelos líderes mundiais na área do uso de fontes renováveis de energia. As nações em desenvolvimento podem tirar proveito desse conhecimento adicionando-o a seus contextos locais específicos.

▫ Comprometimento, objetivos e consistência a longo prazo

A transição para as fontes renováveis de energia não acontece automaticamente, somente porque uma política é formulada. Experiências têm mostrado que foram necessárias intervenções consistentes consideráveis de todos os tipos no mercado energético antes que resultados significativos com relação às fontes renováveis de energia pudessem ser notados.

Há vários estudos de caso em países em desenvolvimento e desenvolvidos ilustrando o efeito perigoso do vai-e-vem de políticas para fontes renováveis de energia. Nos EUA, o Crédito de Imposto de Produção tem expirado muitas vezes, criando ciclos danosos de picos de prosperidade alternados com crises profundas. Isso repercute em dispensa de funcionários e perda de memória institucional do sistema. Os investidores potenciais tendem a evitar tais incertezas (Gipe, 1998).

Na Índia, políticas conflitantes e inconsistentes, agravadas por regulamentações do setor elétrico, atrasaram o desenvolvimento das fontes renováveis de energia (CSE, 2002).

Em contraste, a Alemanha aprendeu a desenvolver políticas mais consistentes, que foram recompensadas com um desenvolvimento de mercado notável, apesar de condições ambientais e de economia mundial menos auspiciosas. Políticas consistentes fomentam indústrias domésticas e aumento de vagas de emprego. Isso, por sua vez, contribui para a estabilidade política e para a economia nacional. Políticas consistentes são também mais baratas para administrar. Toda essa economia conseqüentemente se reflete em benefícios para os agentes dos programas específicos na economia nacional.

Com a globalização da economia, os investidores têm uma vasta gama de opções quanto aos mercados nos quais estarão envolvidos. Eles invariavelmente investem onde percebem

uma estabilidade a longo prazo e políticas governamentais consistentes.

Para países em desenvolvimento, cuja situação política freqüentemente não é estável, a lição importante é neutralizar esta reputação através de compromissos políticos inequívocos e firmes.

▫ **Boas leis e fiscalização consistente quanto à sua execução**

Boas intenções não bastam. A eficácia de intervenções positivas depende de que elas sejam levadas a sério. Se uma nação em desenvolvimento não tiver vontade e capacidade políticas para implementá-las, então os melhores modelos políticos não têm nenhum valor. Portanto, políticas de incentivo ao uso de fontes renováveis de energia devem ser fáceis de se entender e de se implementar. Caso contrário, elas prejudicarão mais do que ajudarão.

Ao mesmo tempo em que há um certo grau de concordância com relação ao desejo pelas energias sustentáveis, os meios individuais de ir em direção a esse objetivo são numerosos.

▫ **Desenvolver condições de mercado confiáveis e que permitam prognósticos**

Dinamarca, Alemanha, Japão, Espanha e Brasil demonstraram que o segredo para reduções de preços regulares e significativas quanto à energia gerada por fontes renováveis está na criação de mercados transparentes e seguros. Sob tais condições, empresas de pequeno e médio porte podem se permitir entrar na arena. Essas empresas viabilizam o núcleo empregador, e investem em pesquisa e desenvolvimento significativos. Elas também são as responsáveis pela redução na curva de aprendizado de preços nacional, que pode ser diferente da dos mercados internacionais.

▫ **Correção das falhas do mercado**

Os mercados energéticos nunca foram totalmente abertos ou competitivos. “Liberalização do mercado energético nacional”, como propagado por alguns, é muitas vezes um modo de vender ativos nacionais para grandes investidores internacionais. Tipicamente, o resultado foi um declínio temporário nos preços da energia até que a capacidade de geração excedente fosse corroída. Então colapsos de sistema ou choques de preços – sem mencionar as vagas de trabalho perdidas – mostram um sinal claro do fracasso da “liberalização”. Nesta etapa tardia, o governo tem que intervir para controlar o dano – muitas vezes através de um modo de gerenciamento de crise.

Políticas para dar suporte ao uso de fontes renováveis de energia não são apenas justificadas pelos seus benefícios sociais e ambientais, mas também por reparar outras distorções de mercado que favoreceram o uso dos combustíveis fósseis e da energia nuclear no século passado.

▫ **Sistema de preços é o mais bem-sucedido para fontes renováveis de energia**

Até agora, os sistemas de preços são os que, em relação às fontes renováveis de energia, têm obtido melhores resultados quanto a: penetração de mercado, rentabilidade, criação de indústrias locais, criação de mercados domésticos, criação de vagas de trabalho e atração de pequenos e grandes investidores privados, assim como banqueiros.

Em contraste, o sistema de quotas mostrou-se mais volátil, tendendo a fazer o mercado passar por picos de prosperidade alternados com crises profundas, nas quais as indústrias estrangeiras, por terem políticas estáveis nos seus países de origem, têm vantagens competitivas sobre as indústrias locais. O sistema de quotas não conseguiu até hoje reduzir efetivamente os custos de energia.

▫ **Sistema de preços é o mais apropriado para países em desenvolvimento**

Enquanto o sistema de quotas exige procedimentos complexos e não está imune à corrupção, o sistema de preços é caracterizado por procedimentos simples, transparentes e rentáveis, bem mais apropriados aos países em desenvolvimento. Esse sistema transparente efetivamente combate a reputação de instabilidade política e fraudes contra a qual os países em desenvolvimento muitas vezes têm que lutar.

Mecanismos de políticas

Há cinco categorias de mecanismos de políticas relevantes:

1. **Regulamentações que regem o mercado e o acesso à rede elétrica, e quotas que controlam a capacidade/geração**
2. **Intervenções e incentivos financeiros**
3. **Padrões industriais, licenças de planejamento e códigos de construção**
4. **Disseminação da educação e da informação**
5. **Bem público e envolvimento dos agentes dos programas específicos**

Essas categorias serão consideradas em maiores detalhes a seguir.

1. Regulamentações que regem o mercado e o acesso à rede elétrica, e quotas que controlam a capacidade/geração

O acesso preferencial à rede é tão importante quanto os estímulos iniciais para a introdução do uso de fontes renováveis. Há dois tipos gerais de políticas reguladoras do acesso à rede: uma estipula preços e a outra estipula quotas.

1.1. Sistema de preços

De acordo com o sistema de preços, os operadores da rede (ou concessionárias) são obrigados a aceitar a energia elétrica gerada por fontes renováveis e a pagar tarifas mínimas fixadas (preços). Os preços são calculados com base nos custos específicos de produção através de fontes renováveis, que geralmente são mais altos do que a atual geração por combustíveis fósseis.

Os preços são diferenciados de acordo com a tecnologia, porte e localização. Isso evita que apenas a tecnologia atualmente mais barata (p.ex.: eólica) seja promovida. Isso também previne que apenas algumas áreas (p.ex.: zonas ensolaradas) sejam desenvolvidas.

Finalmente, isso também encoraja o acesso igualitário para todos os investidores, indo desde a casa de família modesta com gerador fotovoltaico no telhado, até o empreendedor que investe em uma fazenda eólica *offshore* com potência de vários megawatts.

Os pagamentos são garantidos por um período de tipicamente vinte anos, declinando anualmente para as novas instalações, e são ajustados a cada dois anos para novos participantes. A redução destas assim chamadas “tarifas-prêmio” reflete a curva de aprendizagem dos preços, mantendo a competitividade da indústria. Isso atrai investidores de longo prazo e também encoraja participantes a ingressarem mais cedo – uma condição decisiva para o desenvolvimento.

As concessionárias também se qualificam para o sistema de preços. Há um contrato-padrão entre os produtores que fornecem energia à

rede e o sistema de distribuição. Este último simplesmente distribui o custo extra sobre todos os usuários finais.

Esse sistema de preços é utilizado em muitos países, incluindo Dinamarca, Alemanha, Espanha, Áustria, Portugal, Grécia, França, Irlanda, Coreia do Sul, Brasil, República Tcheca, e está em processo de implementação numa forma modificada na China.

Os maiores êxitos de mercado das fontes renováveis de energia foram obtidos onde é aplicado o sistema de preços. O sistema de preços não teve sucesso onde a duração dos contratos era muito curta, as tarifas eram pouco atrativas, as condições dos locais eram muito restritivas ou os encargos eram exorbitantes.

“Medição do saldo” (*net metering*)² é uma variante do que foi mencionado acima, pela qual o excedente na energia renovável produzida é injetada na rede pelo preço de varejo, que corresponde a um valor menor do que o considerado pelo sistema de preços para as fontes renováveis de energia. Em alguns casos, os produtores recebem o pagamento para cada quilowatt-hora, em outros eles só são pagos até o ponto onde a sua produção se iguala ao consumo. Compreensivelmente, o sistema “medição do saldo”, sem outros estímulos financeiros, não é suficiente para uma penetração significativa no mercado e pode ser considerado uma fase de transição para o sistema de preços integral. Japão, Tailândia, Canadá e muitos estados dos EUA usam o sistema “medição do saldo”. Se, por exemplo, o pico de demanda do sistema coincide com a produção máxima dos geradores fotovoltaicos interligados à rede, seria mais atraen-

² N.T.: No sistema “medição do saldo” (*net metering*), é adotado o mesmo medidor bidirecional tradicionalmente utilizado nas instalações consumidoras residenciais e comerciais. Quando o gerador renovável produz mais energia do que a demandada pela própria instalação consumidora junto à qual está instalado, o medidor anda “para traz”. O contrário ocorre quando a instalação consome mais energia do que a que gera. Neste caso, a tarifa de compra de energia da rede pelo produtor/consumidor local e a de venda de energia do produtor/consumidor local para a rede deve ser a mesma.

te basear tarifas “medição do saldo” no tempo de uso.

1.2. Quotas: capacidade/geração

Este sistema é o inverso do sistema de preços. Em vez do governo fixar o preço, ele fixa o objetivo e confia que o mercado determinará o preço. O governo pode estipular uma parcela mínima (quota) de potência ou energia a ser gerada por fontes renováveis. Esta determinação pode ser aplicada a produtores, distribuidores ou usuários finais.

As quotas podem ser aplicadas para sistemas conectados à rede ou isolados (não-conectados), assim como para outras tecnologias renováveis como biocombustíveis, ou energia termo-solar. Comparado com o sistema de preços, existem relativamente menos experiências com o sistema de quotas, e nenhuma delas está em países em desenvolvimento.

Há duas variantes para a geração de eletricidade: o RPS (*Renewable Portfolio Standards*) e o sistema de licitações. O sistema RPS é utilizado em 13 estados dos EUA, pelo qual geradores são obrigados a produzir uma meta (quota) de eletricidade produzida por fontes renováveis, deixando a escolha da tecnologia nas mãos do produtor ou prescrevendo parcelas para fontes renováveis específicas. Os produtores recebem créditos “Certificados Verdes (CERTs)”, “Etiquetas Verdes” ou “Créditos de Energia Verde (RECs)” pela energia produzida através de fontes renováveis. Os créditos devem ser verificados independentemente e podem ser comercializados ou vendidos para compensar déficits/excedentes das obrigações. Se um produtor não cumprir com a sua obrigação no final do período, ele tem de pagar uma multa. Isso deixa a opção para o produtor, ou de produzir a energia verde ou de pagar a penalidade, se isto lhe custar menos. Ele também pode decidir sair do negócio ao final do período.

Só no final do período o governo verá o que aconteceu. Com o sistema de licitações, o governo estabelece objetivos, bem como um preço de eletricidade máximo. Os proponentes (licitantes) submetem ofertas para

esses contratos. O abandonado NFFO (*Non-Fossil Full Obligation*) do Reino Unido seguia este sistema. Os governos podem estabelecer ofertas diferentes para várias tecnologias de uso de fontes renováveis, se eles não desejarem propagar uma monocultura de energia. Normalmente, os contratos são marcados do preço mais baixo para o mais alto, até que a quota seja preenchida. O governo subsidia a diferença entre a referência do mercado e a proposta vencedora. Tanto o RPS como o sistema de licitações têm duração mais curta do que a do sistema de preços, que é de tipicamente vinte anos. O sistema de quotas está em uso no Japão, Reino Unido, Itália e Austrália.

1.3. Discussão dos sistemas

Algumas das discussões sobre o sistema de preços e o sistema de quotas parecem ser mais de natureza ideológica, com aqueles agentes de visão capitalista defendendo o sistema de quotas por acreditarem que o mercado deve ser o árbitro final, enquanto os agentes de visão sócio-ambientalista defendem o sistema de preços, por acreditarem que o mercado não consegue reconhecer o bem comum. As nações em desenvolvimento nem sempre podem se dar ao luxo de tais debates. A questão mais importante é: o que se ajusta e o que funciona no mundo real?

1.3.1. Capacidade e geração de energia por fontes renováveis

Visto da perspectiva do governo, parece que os preços são determinados pelo sistema de preços, enquanto que a produção de energia é tida como incerta. De modo inverso, as quotas são determinadas através do sistema de quotas, enquanto que os preços são tidos como incertos. Para os governos das nações em desenvolvimento, preços de energia estáveis são mais importantes do que realizar precisamente quotas de geração através de fontes renováveis em uma data predeterminada. Além disso, através do sistema de preços, as políticas podem ser ajustadas se os governos desejarem ajustar o

passo da transformação de mercado para as fontes renováveis. Com sistemas de quotas há o risco de que o passo politicamente determinado para a introdução das fontes renováveis possa estar grosseiramente fora de compasso com o estado técnico-econômico da tecnologia em um determinado país.

O fato é que os países com o sistema de preços têm superado regularmente as metas nacionais.

Além disso, os governos não são os únicos participantes no jogo da energia. Investidores nacionais e internacionais, empresas de fomento e empreendedores são necessários nos países desenvolvidos, e ainda mais nos países em desenvolvimento. Esses atores permanecem no negócio porque eles sabem como avaliar riscos.

O sistema de preços é menos arriscado para empreendedores do que o sistema de quotas. Uma vez que os países em desenvolvimento tendem a ter avaliações de níveis de risco ruins, faz sentido optar por um sistema que tem também a preferência das empresas de fomento e dos investidores.

Mesmo em países desenvolvidos este é o caso. Enquanto durante os anos 90 mais de 45 países produziam turbinas eólicas, apenas três desses países (Alemanha, Dinamarca e Espanha), que utilizam o sistema de preços, foram responsáveis por quase dois terços do aumento de produção ocorrido durante aquela década. Depois da introdução do sistema de preços em 1994, a Espanha atingiu a segunda posição no ranking mundial em 2002.

De maneira interessante, a tecnologia fotovoltaica não obteve tanto sucesso na Espanha, embora a lei do sistema de preços fosse semelhante à da Alemanha. No entanto, maiores barreiras para a conexão à rede e uma legislação complexa e burocrática exigindo o registro dos proprietários de geradores fotovoltaicos como empresas de geração acrescentou dificuldades para bloquear o progresso da tecnologia fotovoltaica. Do mesmo modo, procedimentos de aprovação de construção onerosos, regras de espaçamento de turbina e

limites de capacidade para geração nos telhados impediram o desenvolvimento na França.

1.3.2. Inovação, indústrias domésticas e benefícios incrementais

Argumentou-se repetidamente que o sistema de preços desencorajava a inovação e a competitividade. Na verdade, parece que, uma vez que as companhias atingem um nível de rendimentos, elas começam a investir em P&D para aumentar a sua competitividade e os seus lucros, e através disso promovem inovações radicais. Isto ocorre sem qualquer custo ao governo – ou seja, sem ônus para o contribuinte.

Sob o sistema de quotas, o excesso – se houver – tende a ser direcionado para o usuário final, com o produtor não tendo margem suficiente para investir no futuro incerto inerente aos sistemas de quotas e de licitações. E ainda pior, companhias transnacionais, que se tornaram fortes no sistema de preços em sua pátria, competem com sucesso nos países estrangeiros com sistemas de quotas. Os custos transacionais e as interrupções naturais do sistema de quotas desencorajam o estabelecimento de indústrias nacionais e limitam o crescimento de empregos dentro do país.

Das pessoas que trabalham com energia eólica no mundo inteiro, aproximadamente 75% vivem na União Européia, e aproximadamente a metade está na Alemanha.

1.3.3. Equidade geográfica e de propriedade

Sob o sistema de quotas os projetos mais baratos dominam, gravitando pelas áreas geográficas onde as fontes e tecnologias renováveis mais baratas estão disponíveis. Esse sistema também tende a beneficiar as tecnologias mais rentáveis, deixando outras tecnologias futuras e potencialmente melhores sub-capitalizadas. O RPS também favorece companhias grandes e de capital intensivo que têm recursos para manipular o mercado para eliminar as empresas menores.

Esses são problemas sérios em países em desenvolvimento com indústrias fracas e recentes.

O sistema de preços não tem essas desvantagens. A Holanda começou um sistema de quotas voluntário, mas logo percebeu que a maior fatia dos lucros ia para licitantes estrangeiros e suspenderam o sistema. O fato de que as leis do sistema de preços reduzem as barreiras de entrada no mercado para os pequenos produtores, ao mesmo tempo que fazem os grandes investidores se sentirem bem-vindos, é de imenso interesse para países em desenvolvimento que desejam atrair investidores estrangeiros e incentivar a pequena indústria nacional.

As leis de preços também realçam a participação de agricultores locais e comunidades. Isto aumenta as aquisições e a capitalização locais, reduzindo a resistência à implantação dos geradores nas terras desses agricultores e comunidades.

1.3.4. Tecnologia e diversidade e diversidade de suprimento.

Como o sistema de quotas foca na tecnologia mais barata, há pouca ou nenhuma diversidade no suprimento de energia. Isto implica que a curva de aprendizado de outras tecnologias permanece estática. Isso também significa que a nação fica exposta aos caprichos do clima. Uma excessiva confiança na energia eólica pode implicar em um risco sério se ocorrer um ano de ventos fracos. Semelhantemente, uma exposição exagerada ao uso da hidroeletricidade carrega grandes riscos, como tem sido repetidamente ilustrado em um grande número de casos na África. Essa exposição aumenta com os efeitos das alterações climáticas nos países em desenvolvimento. Não há experiência suficiente com sistemas de quotas diversificados para justificar seu uso pelas nações em desenvolvimento.

1.3.5 Custos, preços e competição

Em teoria, era de se esperar uma falta de competitividade e preços de energia mais altos com o sistema de preços. Contudo, na vida real, as eco-

nomias de escala e a melhor previsibilidade do mercado levaram empreendedores a investir em P&D, aumentando a competitividade e as reduções de custos. Além disso, as tarifas declinantes do sistema de preços asseguram a redução dos custos da eletricidade. Vários estudos confirmaram isso: um estudo de avaliação de benefícios estima que os custos extras para os consumidores de eletricidade alemães atribuídos à lei de cálculo de preço foi de apenas 0,11 cent/kWh em 2000, e está previsto ser de apenas 0,19 cent/kWh daqui a uma década se a participação das renováveis dobrar (Lackmann, 2003). Isto resulta num acréscimo anual de oito euros por residência (EoG, 2003). Um terceiro estudo (Uh, 2003 & 2004) estima os custos adicionais em 0,25 cent/kWh em 2001. O impacto desses valores é desprezível. Analistas do *Environment Daily* (2003) consideram que o sistema de preços é mais barato do que o sistema de quotas ou de certificado verde. Nitsch et al (2001/02) apresentam evidências, através da curva de aprendizado, de que iniciativas nacionais como o sistema de preços reduzem os custos mais rapidamente. Isso estimula a indústria local, a competitividade e a criação de negócios correlatos. Isso também evita a necessidade de excesso de subsídios, como ocorre por exemplo na agricultura. Através da distribuição dos custos para todos os consumidores nacionais de eletricidade, a leve carga é carregada de forma igualitária. As reduções rápidas de preços de oferta atribuídos ao sistema de quotas (de 0,189 US\$ /kWh a 0,043 US\$/kWh [Wiser et al, 2000]) devem, em parte, ser atribuídas às políticas do sistema de preços em outros países, onde os custos declinaram devido a investimentos em P&D (More & Ihle, 1999) e, também, porque as condições da NFFO (*Non-Fossil Full Obligation*) foram melhoradas, incluindo períodos mais longos para os projetos (Kleiburg, 2003). Além disso, usar os preços de oferta da NFFO como uma medida-padrão pode ser um erro, pois muitas ofertas nunca se materializam, ou por causa da resistência local, ou porque os

licitantes consideraram que os projetos se tornaram pouco atrativos, quando tiveram acesso a um maior detalhamento das cláusulas dos contratos.

Os sistemas de quotas tendem a reduzir a participação para um número limitado de participantes, o que pode levar à formação de cartéis e a abuso do poder de mercado (Epey, 2000). O sistema baseado em quotas não é inerentemente mais barato, nem o sistema de preços é inerentemente mais caro (Sawin, 2004:13). Uma comparação mais recente pela Universidade de Cambridge (Mordomo, Neuhoff, 2004), no setor de energia eólica, entre o sistema de quotas britânico e o sistema de preços alemão – levando em consideração o melhor regime de ventos do Reino Unido – concluiu que o sistema de preços alemão é mais barato.

1.3.6. Segurança financeira

Sob o sistema de preços, a segurança a longo prazo resultante dos preços garantidos (tipicamente por 20 anos) faz com que as companhias invistam em P&D de tecnologia, treinem suas equipes, e mantenham recursos e serviços com uma perspectiva de longo prazo. Isso por sua vez torna-o mais atrativo para os financiadores. Por exemplo, na Alemanha os bancos fizeram lobby no parlamento federal pela continuação do sistema de preços em 2000. Em contraste, o sistema de quotas gera incertezas políticas e jurídicas. Em muitos países, as interrupções das políticas relacionadas ao uso de recursos energéticos renováveis produzem rupturas no setor industrial e enervam potenciais investidores. Preparar propostas para licitações acrescenta elementos de risco e custo com os quais muitos empreendedores potenciais não podem arcar (Menanteau et al, 2003). Isto é de grande importância nos países em desenvolvimento onde as indústrias locais são subdesenvolvidas e muitas vezes não podem competir com empresas já bem estabelecidas no mercado global, em um ambiente de capital intensivo. O fato de os procedimentos licitatórios adotados nos países em desenvolvimento serem

com freqüência questionados judicialmente, expõe licitantes locais e empreendedores a incertezas adicionais.

Os certificados podem flutuar significativamente com a volatilidade do mercado local, os estoques controladores ou a inconstância das condições climáticas. A adição de um piso e um teto de preços aos certificados pode ajudar a estabilizar os preços (Meyer, 2003). Mas, dessa forma, isto significa mover-se em direção ao sistema de preços. Isso também aumenta a complexidade e o custo do sistema.

Em resumo, aparentemente o sistema de preços propicia uma maior segurança do que o sistema de quotas, particularmente nos países em desenvolvimento, porque há maiores dúvidas sobre mercados futuros em certificados de energias renováveis (Frost, 2003). Metas estabelecidas sob o sistema de quotas são demasiadamente dependentes da estabilidade política, aumentando o risco de investimento notadamente em países em desenvolvimento. Com o sistema de preços, o preço e as condições futuros são conhecidos.

1.3.7. Facilidade de implementação

As regulamentações do sistema de preços são fáceis de administrar e de serem seguidas, e elas são altamente transparentes. Por razões óbvias, isto é absolutamente crucial para as nações em desenvolvimento. Na Alemanha, institutos de pesquisa independentes facilitaram o estabelecimento das tarifas para cada tecnologia de fonte renovável e os seus futuros decréscimos ao longo do tempo. O governo apenas tem que supervisionar o processo.

Sob o sistema de quotas, as exigências são muito maiores. Primeiro, metas realísticas têm de ser estabelecidas. Isso requer pesquisas de mercado detalhadas, avaliação de recursos energéticos renováveis, análises de preços e de demanda futuros da energia e planejamento quanto a possíveis eventos futuros. As nações em desenvolvimento tipicamente não têm os dados, capacitação, recursos e tempo para essas atividades.

O risco de estabelecer uma meta de quota demasiadamente baixa é que as economias locais de escala não serão alcançadas, significando que as indústrias nacionais nunca conseguirão uma massa crítica. Empregos são perdidos e os conseqüentes custos para a economia nacional são evidentes.

Se a meta for demasiadamente alta, os preços serão elevados dramaticamente, enquanto os investidores de longo prazo não necessariamente serão atraídos, já que eles sabem que os preços da etapa seguinte serão muito mais baixos. A definição de metas de quotas requer o conhecimento de custo e curva de aprendizagem de várias tecnologias para que se permita o desenvolvimento das tecnologias de uso de fontes renováveis – uma proeza sem medidas (Barry & Jaccard, 2001). Depois disso, os governos, ou suas agências, devem certificar produtores, emitir certificados, fiscalizar a conformidade, estabelecer penalidades e agir em caso de não-conformidade, inclusive o litígio concomitante. Isto apóia o argumento de que o sistema de quotas/certificados, pela sua própria natureza, é mais complexo, difícil de administrar, e aberto à manipulação – e que tais problemas podem até ser mais pronunciados em países em desenvolvimento (Frost, 2003). Por outro lado, a característica de equalização de custos do sistema de preços tem também sido atacada como não sendo nem transparente, nem simples (Saghir, 2003). Em sumário, os processos de licitação são burocráticos, causam altos custos transacionais, e consomem demasiado tempo tanto dos empreendedores quanto das autoridades públicas (Wagner, 2000; Goldstein et al, 1999), o que os torna inapropriados para as nações em desenvolvimento.

1.3.8 Flexibilidade

O sistema de preços fixa preços para novos participantes do mercado, o que faz com que eles tenham segurança quanto aos preços ao longo da duração do contrato. Se o governo achar que o preço foi demasiado alto/baixo, ele pode ajustar facilmente

o preço para os novos participantes. Com o sistema de quotas não é tão fácil modificar valores e programação de metas, pois um tempo de espera de vários anos é requerido.

1.4. Sumário

Sistema de Preços

Positivo

- É o mais bem sucedido em relação a mercados & indústrias domésticas em desenvolvimento, na área de fontes renováveis de energia, com benefícios sociais, econômicos, ambientais e de segurança
- Estimula a participação de empreendedores de pequeno, médio e grande porte
- Baixos custos transacionais
- Facilidade de entrada de novos participantes
- Baixos custos para o governo
- Facilidade de financiamento
- Flexível a mudanças na tecnologia e no mercado
- Adequado para países em desenvolvimento

Negativo

- As tarifas precisam de ajustes para refletir a curva de aprendizado
- Não aplicável à produção de energia não-elétrica através de fontes renováveis (p.ex.: aquecimento termo-solar de água)

Sistema de Quotas

Positivo

- Favorece a tecnologia atualmente mais barata
- Visa uma quota de participação definida no mercado para a energia gerada através de fontes renováveis
- Atrativo para empreendedores já bem estabelecidos do mercado global
- Aplicável para todas as fontes renováveis de energia

Negativo

- O alto risco e a baixa rentabilidade retardam a inovação
- Favorece grandes empreendedores globais, prejudica pequenos participantes domésticos
- Perde oportunidades de geração local de emprego, de desenvolvimento econômico igualitário em áreas rurais e de melhorias ambientais locais.
- Concentra-se em áreas com maior abundância de recursos renováveis, desperdiçando a oportunidade de propiciar o acesso distribuído
- Tende a interrupções, gerando prejuízos para o desenvolvimento doméstico
- A meta de quota estabelece o limite superior para o desenvolvimento
- Regulamentação, administração e aplicação-padrão complexos
- Altos custos transacionais
- Baixa flexibilidade para modificações a curto prazo
- Impróprio para nações em desenvolvimento
- Custos energéticos mais elevados do que os do sistema de preços

2. Incentivos Financeiros

Os incentivos financeiros são uma maneira através da qual os governos podem controlar as falhas do mercado energético, tentando por meio disto nivelar o ambiente competitivo. Esses incentivos podem tomar a forma de créditos tributários, abatimentos, investimento ou suporte de produção, como implementado nos países mais desenvolvidos.

2.1. Benefícios fiscais

2.1.1. Investimento e crédito de impostos de produção (CIP)

Podem cobrir tanto os custos totais das instalações geradoras como apenas os custos da planta. São projetados para estimular o investimento em tecnologias de geração de energia através dos recursos renováveis.

As reduções na carga tributária do imposto de renda são interessantes somente àqueles com uma renda relativamente elevada – o que certamente não é o problema principal nos países em desenvolvimento.

Nos EUA (anos 80) e na Índia (anos 90), reduções na tributação ajudaram a indústria eólica a dar o salto inicial, mas também levaram a práticas fraudulentas e ao uso de tecnologias de baixo padrão. O ciclo tributário – e não a demanda do mercado de energia renovável – tende a influenciar o fluxo de investimentos em energia renovável.

O CIP funcionou apenas naqueles estados dos EUA que possuíam incentivos adicionais (Sawin, 2001). Como resultado desta experiência houve um movimento geral em direção a incentivos de produção. Os incentivos relacionados à produção também tendem a assegurar uma melhor performance e manutenção.

2.1.2. Outras formas de alívio tributário

O alívio de impostos ambientais ou taxas de carbono é um incentivo de grande impacto, da mesma forma que a depreciação acelerada. Os impostos de importação incidentes sobre as tecnologias das fontes renováveis podem ser reduzidos até que

as indústrias domésticas estejam suficientemente estabelecidas, mas têm de ser dentro de linhas da WTO (*World Trade Association*).

2.2. Descontos e pagamentos

O Japão forneceu descontos sobre o preço da capacidade fotovoltaica instalada, combinados com empréstimos a juros baixos, disseminação da informação e educação. Esses incentivos devem estar amarrados a padrões tecnológicos. A Califórnia foi a precursora quanto aos pagamentos por kWh gerado. Contanto que tais pagamentos sejam altos o bastante e sejam garantidos por um período suficientemente longo, eles terão um efeito similar ao do sistema de preços (Sawin, 2003).

Descontos e pagamentos são preferíveis a isenções tributárias, porque eles se acumulam em todos os níveis de renda. Eles produzem um crescimento mais uniforme do que a súbita redução do imposto de renda. Descontos e pagamentos por si só não são suficientes para estimular o mercado (Haas, 2002). Descontos e pagamentos também devem estar relacionados à energia total gerada.

2.3. Empréstimos a juros baixos e garantias

Foi argumentado que a questão financeira, mais do que a inovação tecnológica, conduz à queda da curva de custos para as fontes renováveis de energia. Na Alemanha empréstimos bancários a juros baixos e a longo prazo são refinanciados pelo governo federal (Twele, 2000). Nos países em desenvolvimento, muito mais pessoas pobres poderiam ter acesso às fontes renováveis de energia, se elas tivesse acesso a empréstimos a juros razoáveis. Empréstimos para fontes renováveis de energia são plausíveis se os pagamentos mensais desses empréstimos forem comparáveis às despesas mensais atuais em velas, querosene e aparelhos domésticos. Sem tais financiamentos, apenas de 2 a 5% da população da República Dominicana, Índia, Indonésia e África do Sul poderiam ter acesso à energia moderna, enquanto este percentual seria de

50% com empréstimos apropriados (Eckart et al, 2003). Isso corresponde a um aumento de dez vezes, pelo menos.

Tais empréstimos tendem a ser específicos de cada país e cultura. Os pagamentos ou créditos antecipados parcelados, coordenados pelo fornecedor, normalmente não têm nenhuma garantia de qualidade do produto. Não se pode contar com prestações mensais regulares em dinheiro em comunidades agrícolas ou de pesca onde a renda é sazonal. O sistema de taxa de serviço coordenado por concessionárias indicadas pelo governo na África do Sul recebeu uma reação variada do governo.

2.3.1. Direcionamento de subsídios e preços da energia convencional

Em meados dos anos 90, 250 a 300 bilhões de dólares em subsídios eram pagos a cada ano para financiar o uso dos combustíveis fósseis e da energia nuclear em todo o mundo (PNUD, 2000). Mesmo os subsídios globais atuais de energias convencionais permanecem muitas vezes mais altos do que aqueles para fontes renováveis de energia (Geller, 2003). Surpreendentemente, de 80 a 90% dos subsídios globais que financiam os combustíveis fósseis e a energia nuclear são pagos pelos países em desenvolvimento (Sawin, 2004). Os países que menos podem permitir-se a fazer isso assim mantêm o preço da sua energia artificialmente abaixo dos custos reais de produção e distribuição. Oito países em desenvolvimento, que respondem por um quarto do uso de energia do mundo, pagam subsídios de US\$ 257 bilhões aos combustíveis fósseis, o que corresponde a 11% da sua produção econômica combinada (OECD/IEA, 1999).

Mesmo pequenos subsídios para derivados do petróleo em países em desenvolvimento podem enviar sinais errôneos e direcionar nações para caminhos energéticos não-sustentáveis, conseqüentemente sendo uma armadilha para os mais pobres.

Subsídios, se concedidos, devem ter cláusulas de extinção e devem capacitar aqueles que os recebem para

uma transição rumo ao uso das fontes renováveis de energia. Os países em desenvolvimento gastam 20 bilhões de dólares por ano em lâmpadas de querosene altamente perigosas, velas e baterias. Do diesel transportado para regiões remotas, de dois terços a três quartos é gasto em transporte (Perlin, 1999). Planeja-se gastar de 50 a 60 bilhões de dólares em subsídios a projetos de geração de energia nos países em desenvolvimento até 2030 (UNEP, 2000). Mesmo que todos os subsídios aos combustíveis fósseis fossem

suspensos imediatamente, a inércia dos subsídios governamentais na infra-estrutura existente ainda tende em direção à energia nuclear e aos combustíveis fósseis. Na maioria das vezes, a melhor política seria canalizar recursos para a eficiência energética, conservação de energia e fontes renováveis de energia. Em vez de tentar encontrar novas fontes de recursos para subsidiar tecnologias decadentes estabelecidas, os canais de financiamento existentes deveriam ser relocadas para as fontes renováveis.

Os governos dos países em desenvolvimento são grandes consumidores de energia, através dos seus prédios, veículos, sistemas de transporte, exército e infra-estrutura energeticamente ineficientes. Por isso, eles poderiam influenciar bastante o mercado se dessem o exemplo, eles próprios, e optassem pela eficiência energética, conservação de uso de energia gerada fontes renováveis de energia.

Mecanismos financeiros inovadores e parcerias para provisão de energia

A iniciativa do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, UNEP - *United Nations Environment Programme*) conhecida como AREED (*African Rural Energy Enterprise Development*), financiada pela ONU (Organização das Nações Unidas), procura desenvolver empresas sustentáveis que usem tecnologias de energia limpas, eficientes e de fontes renováveis com o objetivo de suprir as demandas energéticas de populações pobres. O AREED fornece serviços de desenvolvimento de empresas para empreendedores e um fundo de apoio inicial, para ajudar a construir negócios prósperos que forneçam tecnologias de geração limpa de energia a consumidores africanos rurais.

O REEF (*Renewable Energy and Energy Efficiency Fund*) é um fundo que se tornou operacional em março de 2002, e foi lançado pelo Banco Mundial em conjunto com o suporte do GEF (*Global Environmental Facility*) e vários outros grupos dos setores privado e público. Ele é o primeiro fundo de participação privado global dedicado exclusivamente a investimentos no mercado emergente de projetos de uso de fontes renováveis de energia e de eficiência energética.

O fundo GEF para a organização Grameen Shakti permitiu, em 1998, oferecer condições de crédito melhoradas, aumentando o prazo de pagamento dos geradores solares fotovoltaicos residenciais (SHS - *solar home systems*) de um ano para três anos. Isso teve um efeito significativo na demanda entre 1997 e 1998. A Grameen Shakti vendeu 1500 sistemas em 2000, e instalou de 2000 a 2500 sistemas. A Grameen Shakti acredita que depois de três ou quatro anos de crescimento lucrativo, será capaz de obter financiamento diretamente de bancos comerciais. Assim, o uso do financiamento GEF para apoiar aos projetos de alto risco, que são incapazes de atrair o financiamento comercial por si próprios, pode resultar em crescimento significativo e em fornecimento de meios pelos quais as organizações podem obter o financiamento comercial.

A PPIAF (*Public-Private Advisory Infrastructure Facility*) é composta por organizações doadoras de assistência técnica que visam auxiliar aos países em desenvolvimento na melhoria da qualidade das suas infra-estruturas, através do uso de recursos dos setores privados. Ela está em funcionamento há três anos e atraiu o apoio de doze doadores, incluindo o DFID (*Department for International Development*) do Reino Unido. A demanda atual excede os recursos, e o DFID está procurando explorar este êxito.

O DFID lançou o EAIF (*Emerging Africa Infrastructure Fund*) em janeiro de 2002, com uma base de capital inicial de 300 milhões de dólares, para fornecer financiamentos de longo-prazo para projetos de infra-estrutura da África. O estudo de viabilidade para as instalações mostrou uma necessidade imediata de 11 bilhões de dólares em investimentos. Há obviamente espaço para aumentar a base de capital do EAIF e estabelecer um mecanismo semelhante para cobrir necessidades urgentes nos países mais pobres da Ásia (e possivelmente em outros lugares).

(DFID, 2002 in Christensen, 2004)

3. Padrões industriais, licenças de planejamento e códigos de construção

As nações em desenvolvimento têm razões para terem receio de se tornarem receptoras de sucatas de tecnologias energéticas inferiores. Os padrões essenciais para promover as fontes renováveis de energia são normas e certificação técnicas, normas de localização e de permissão, normas de conexão à rede e regulamentações (códigos) de construção.

As **normas industriais** favorecem a competitividade do mercado e dão confiança ao investidor. Novas tecnologias, como conversão solar fotovoltaica e turbinas eólicas, exigem novos padrões de performance, durabilidade, segurança e compatibilidade com sistemas existentes. Elas também facilitam as exportações e importações, que exigem a conformidade a acordos amplamente difundidos como o *Solar Keymark* da União Europeia (para aquecedores termo-solares) ou as normas ISO (*International Organization for Standardization*). Algumas culturas são menos severas na padronização, argumentando que o excesso de prescrições sufoca a inovação. Por essa razão, a tendência nórdica moderna é em direção à integração de performance e a padrões de satisfação.

As **normas de localização** e avaliação de impacto ambiental podem atrasar o processo de estabelecimento das tecnologias de geração por fontes renováveis. Por exemplo, todas as espécies de objeções foram apresentadas contra as turbinas eólicas, algumas com motivos dissimulados, e algumas com preocupações genuínas. Em um país, o próprio Projeto de Demonstração de Energia Eólica do governo foi atrasado não menos do que quatro anos, custando cerca de três milhões de euros aos cofres públicos. Para evitar esforços repetitivos e infrutíferos, tanto de protagonistas como de oponentes, padrões de procedimentos (normas, regulamentações, códigos, leis etc.) foram desenvolvidos. Tanto a Dinamarca como a Alemanha requisitaram

que as autoridades locais das cidades identificassem sítios com bom potencial de recursos renováveis – p.ex.: para turbinas eólicas – antecipadamente, com a restrição de que tais sítios não deveriam estar próximos a edifícios, lagos e outras áreas sensíveis.

Essas políticas proativas foram o principal fator positivo na redução de incertezas e despesas infrutíferas de tempo e dinheiro. O contrário aconteceu no Reino Unido. Um Código de Práticas desenvolvido pela Associação Hidro Australiana também pode ajudar.

As **normas de conexão à rede** são necessárias por razões de segurança e técnicas, mas também porque tanto a carga do consumidor quanto as cargas do produtor de energia através de fontes renováveis podem variar, se produzidas por fontes intermitentes. Os sítios favoráveis para exploração de recursos energéticos renováveis podem não estar necessariamente localizados no ponto do consumo. No passado, algumas concessionárias tentaram bloquear a exploração de recursos energéticos renováveis impondo onerosas condições de conexão ou pedágio. Os governos, agindo no interesse nacional e global, devem estabelecer padrões sob os quais os empreendedores da área de fontes renováveis paguem apenas os custos diretos de conexão à rede, não os custos de melhorias/modernização de linha exigidos pela capacidade adicional. Os empreendedores que injetam energia na rede também só devem pagar pelo serviço de transmissão que eles de fato usam. Finalmente, a eletricidade produzida através de recursos energéticos renováveis (exceto biocombustível, correntes oceânicas, rochas quentes geotérmicas e, potencialmente, chaminés solares / torres verdes) sempre deve ter prioridade de acesso à rede, porque isso não pode ser mais adiado. Outras fontes despacháveis como turbinas a gás de ciclo aberto, hidroelétricas e, possivelmente, ar comprimido, assim como armazenamento dinâmico giroscópico, oferecem a possibilidade

de saída do sistema, conforme requeridas. Usinas termoelétricas convencionais a carvão não conseguem acompanhar de forma ágil as variações de demanda. São necessárias uma boa interconectabilidade da rede e uma melhor previsibilidade da demanda e da oferta de energia.

As **regulamentações (códigos) de construção** devem promover a eficiência energética e o uso de fontes renováveis de energia, calculados ao longo do ciclo de vida (do projeto à demolição) de todos os edifícios. Materiais/componentes energeticamente intensivos devem ser usados com discriminação, e devem ser reciclados tantas vezes quantas for viável. O uso de materiais locais e naturais que requerem um baixo nível de energia ao longo de seu processo de produção/aquisição conduz a edifícios com menos energia embutida, e devem ser estimulados pela política, pesquisa, treinamento e regulação.

Nos países em desenvolvimento de clima mais ameno, o aquecimento doméstico de água e a preparação de alimentos são os que mais consomem energia nas residências, enquanto que o aquecimento dos ambientes e da água toma a primeira posição nas regiões mais frias. É errôneo, embora comum, assumir que todas as áreas de latitude baixas são quentes. De fato, as temperaturas médias escondem a realidade de que os desertos dentro do país são amargamente frios à noite, e as montanhas elevadas, dentro de latitudes entre 30°N e 30°S, costumam até mesmo ter neve.

Barcelona, na Espanha, instituiu uma lei que ordena que todos os edifícios novos ou a serem alterados satisfaçam 60% do seu consumo de água quente por aquecimento termo-solar. Alternativamente, os edifícios devem possuir geradores solares fotovoltaicos.

Os efeitos desta lei são dramáticos e não acarretam nenhum custo para o fisco. Uma avaliação da eficiência energética de um equipamento é uma maneira de se atingir a eficiência, e de aumentar a conscientização energética. Além disso, isto facilita a introdução das fontes renováveis de energia. Os edifícios representam investimentos com uma vida mais longa do que a maior parte das usinas de energia, e podem ser, eles próprios, geradores de energia distribuída em vez de serem apenas consumidores. Com esta finalidade, é necessário ter regulamentações que tratem do acesso à radiação solar³.

O uso de iluminação natural e de lâmpadas fluorescentes compactas de alta eficiência conduz a uma maior viabilidade econômica do uso de geradores solares fotovoltaicos.

Os governos muitas vezes são constrangidos por acordos informais, que são vistos como canteiros para o crime, assim como por uma evidência visível de programas sociais fracassados. Contudo, dinamitar tais acordos não elimina a causa para o seu surgimento, que se encontra na necessidade da população de rendimento baixo de estar perto das oportunidades de trabalho ou das oportunidades imaginárias de trabalho. Isso é negado a essa população pelo planejamento urbano dogmático e obsoleto, que proíbe o uso misto da terra, pontificando que não se deve viver próximo ao seu trabalho.

O planejamento integrado de recursos otimiza o uso a longo prazo de todos os recursos, sejam eles naturais (água, terra, energia, resíduos), sociais (capacitação, patentes, comprometimento) ou econômicos (dinheiro, crédito). A legislação visada no planejamento integrado de recur-

³ N.T.: As regulamentações referentes ao acesso à radiação solar (direito ao sol) tratam da distância entre edificações, da altura máxima das edificações em uma determinada área e de outros fatores que possam implicar em uma taxa de sombreamento excessiva. O objetivo é permitir o acesso ao uso da iluminação natural, do aquecimento termo-solar da água e de geradores solares fotovoltaicos.

sos em povoados e arquitetura urbanos é um bem comum a ser considerado nos níveis local, municipal, provincial, nacional e internacional. A energia é usada em edifícios para atingir certos níveis de serviço energético (iluminação, conforto), que devem ser ajustados com o clima e estação, realísticos para a tarefa solicitada, e não simplesmente determinados pela indústria.

Em edifícios com condicionamento artificial de temperatura e umidade do ar, o uso de ciclos de economia e velocidades variáveis deve ser obrigatório. As regulamentações nacionais para construção de prédios devem estimular projetos que se preocupam com a eficiência energética dos mesmos, objetivando a redução do pico de demanda e da emissão de CO₂. Isto propiciará a inovação em materiais de isolamento (o isolamento a vácuo tem uma resistência térmica dez vezes maior do que a do isolamento convencional), vidros de melhor qualidade, materiais de mudança de fase, armazenamento térmico e de iluminação natural, bem como a eficiência energética de iluminação natural e aparelhos domésticos.

O uso obrigatório de selos de eficiência energética em edifícios cria a conscientização energética, reduz o desperdício de consumo e gera empregos.

Deve ser elaborada uma legislação que garanta o direito ao sol (acesso solar).

O uso de transporte energeticamente eficiente, como trens, veículos eficientes, limites de velocidade e planejamento de usos múltiplos/compartilhados devem ser regulamentado.

4. Disseminação de educação e informação

A mera disponibilidade de recursos energéticos renováveis, e de incentivos, tecnologia, capital, capacitação e política governamental na área não são suficientes se não houver uma conscientização adequada do usuário final. A Alemanha tem menos luz solar do que a França, e menos recurso eólico do que o Reino Unido. Mas a utilização de fontes renováveis de energia lá é muito maior, devido à conscientização geral da população alemã (Hua, 2002).

Os fracassos iniciais criaram uma percepção negativa em alguns países, que pode ser superada por esforços de informação conjunta por parte do governo, ONGs e indústrias.

Egito

A NREA (*New and Renewable Energy Agency*) foi estabelecida em 1998 como um órgão de P&D do governo trabalhando sob o Ministério da Eletricidade. Os objetivos primários do NREA foram:

- Contribuir para a necessidade do Egito de aumentar a participação das fontes renováveis na matriz energética do país.
- Conduzir vários projetos de pesquisa em questões relativas às tecnologias de fontes renováveis de energia.
- Atuar como ponto focal e agência de contrapartida na área de renováveis para todas as organizações internacionais interessadas no setor de renováveis no Egito.
- Aconselhar o Ministério da Eletricidade nas tecnologias de fontes renováveis de energia e nas suas aplicações no país.
- Colaborar com outras instituições governamentais e não-governamentais em vários projetos de pesquisa.

(Christensen, 2004)

As instituições educacionais têm a tarefa de esclarecer a nova geração sobre o papel da energia no desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Por exemplo, a *Indian Finance Capacity Building Initiative* esclarece funcionários de bancos indianos sobre tecnologias solares, encorajando investimentos. Do mesmo modo, as iniciativas de comunicação e informação estão em vigor.

A ISES (*International Solar Energy Society*, Sociedade Internacional de Energia Solar) contribui para a disseminação do conhecimento através de conferências, *workshops*, publicações e cursos de verão. Ela também mantém redes eletrônicas internacionais para a disseminação de informações. Finalmente, ela reconhece e premia empreendedores excepcionais na promoção da ciência e na aplicação de fontes renováveis de energia.

5. Bem comum, cooperativas e agentes dos programas específicos

Muitas nações em desenvolvimento têm uma tradição forte de propriedade pública comunal e iniciativas cooperativistas. Isto ainda não parece ser a tendência geral para a geração de energia através de fontes renováveis, no mundo em desenvolvimento.

Na Dinamarca e na Alemanha, as cooperativas desempenham um papel importante como proprietárias e fomentadoras da geração de energia através de fontes renováveis. Há inclusive uma cooperativa de mulheres chamada "*Windfang*". Os agricultores locais se associaram em cooperativas e obtêm uma renda adicional através das fontes renováveis. Isto reforça os investimentos e o apoio locais.

Pelo menos 340 mil alemães investiram aproximadamente 12 milhões de euros em projetos de fontes renováveis de energia (PREDAC, 2002/03). O *Middelgrunden* é co-financiado por uma concessionária e por milhares de dinamarqueses.

O grande gerador fotovoltaico de Munique, instalado na cobertura de uma edificação, foi financiado por entusiásticos cidadãos privados (Maycock, 2003).

Os investimentos da população acabam por gerar um orgulho público que evita obstruções ou vandalismo, além de dar suporte a políticas governamentais para fontes renováveis de energia quando esses periodicamente recebem pressão de *lobbies* de empresas de formas de geração de energia menos comprometidas com o meio-ambiente.

Abordagem de gênero leva a maior eficiência de projetos: Estudo de caso de casas solares fotovoltaicas na Guatemala

A *Fundación Solar*, por gerenciar um projeto fotovoltaico na Guatemala, constatou que a maioria dos homens comparecia às sessões de treinamento em manutenção de equipamentos, enquanto que as poucas mulheres que compareciam simplesmente ficavam paradas assistindo, enquanto seus maridos estavam envolvidos em atividades práticas manuais, como troca de baterias. Como consequência, quando um gerador fotovoltaico necessitava de alguma manutenção e os homens não estavam em casa, as mulheres não tinham habilidade ou confiança para empreender essa ação apropriadamente, o que teve uma influência negativa na durabilidade do sistema a longo prazo. A *Fundación Solar* percebeu um maior cuidado com os sistemas (e, portanto, na performance do projeto) quando eles empreenderam ações específicas para treinar as mulheres na manutenção do sistema, o que foi feito nas próprias casas, enquanto os maridos estavam fora. Com essa abordagem para o treinamento, a ONG criou um ambiente no qual as mulheres não tinham medo de cometer erros ou fazer perguntas.

(Wides, 1998 em Clancy, 2004)

Índia

O preço crescente do petróleo levou à renovação do interesse em fontes renováveis de energia na Índia. Em 1981, o governo da Índia estabeleceu a Comissão para Fontes Adicionais de Energia, no Departamento de Ciência e Tecnologia. Em 1982, foi criado o Departamento de Fontes Não-Convencionais de Energia, no Ministério da Energia. Dez anos depois, em 1992, um ministério separado foi criado, tornando a Índia o único país no mundo a ter um exclusivo Ministério para Fontes Não-Convencionais de Energia, cujo papel primário no setor de fontes renováveis é:

- promover tecnologias de fontes renováveis de energia
- criar um ambiente propício à promoção e à comercialização das tecnologias de fontes renováveis de energia
- avaliar os recursos energéticos renováveis disponíveis
- pesquisa e desenvolvimento
- demonstração
- extensão

(Christensen, 2004)

A participação local em projetos de mini-redes solares em ilhas do Nepal e da Índia desempenhou um papel decisivo para evitar furtos (BBC News, 2000).

Agentes dos programas específicos para o desenvolvimento sustentável	
AGENTE	FUNÇÕES / ATIVIDADES
1. Autoridades e representantes eleitos do legislativo	Estabelecem as prioridades políticas nacionais; as metas sociais, econômicas e ambientais; e as condições estruturais legais.
2. Autoridades/ministérios de governo responsáveis pelo planejamento macroeconômico e de desenvolvimento	Definem as metas de desenvolvimento; a política macroeconômica; as políticas econômicas gerais; as questões interministeriais; a política de subsídios e de mercado; as metas de desenvolvimento sustentável, e as estruturas.
3. Autoridade/ministério de governo responsável pela pasta de energia	Estabelecem as metas setoriais; as prioridades tecnológicas; as funções de criação de políticas e ajuste de padrões e normas técnicos; as estruturas legais e de regulamentação; os sistemas de incentivo; e a jurisdição federal, estadual e local.
4. Agências reguladoras de energia	Têm funções de monitoração e supervisão; implementam a estrutura de regulamentação; e administram taxas e incentivos.
5. Agências de coordenação do mercado	Entidades de expedição; têm funções de coordenação operacional, interface com investidores industriais; corretores de informações.
6. Autoridades/ministérios de governo não envolvidos com a pasta de energia	Políticas setoriais; questões interministeriais; inter-relação com políticas energéticas; consumidores de energia do setor público; requerem insumos energéticos para provisão de serviços sociais.
7. Indústria de abastecimento energético	Companhias privadas e concessionárias públicas; administram o suprimento de energia e a geração de eletricidade; administração e transporte de combustíveis; financiam alguns projetos de P&D.
8. Empreendedores e indústrias de produção	Desenvolvimento de negócios; valor econômico agregado; geração de empregos; consumidores de energia do setor privado.
9. Fábricas de equipamentos de energia e de equipamentos de uso final	Fornecem equipamentos para a indústria de energia e outras indústrias, incluindo veículos e utensílios; impacto na eficiência de uso final da energia; adaptam/disseminam tecnologias; financiam alguns projetos de P&D.
10. Instituições de crédito	Opções de financiamento para sistemas de geração de energia de grande e pequeno porte; provisão de capital para empresas que utilizam a energia gerada; opções de financiamento para consumidores de energia residenciais.
11. Sociedade civil / ONGs	Participação e conscientização do consumidor; supervisão e monitoramento; defesa do meio-ambiente e da sociedade; considerações de equidade.
12. Especialistas e consultores da área de energia	Consultoria estratégica, definição do problema e análise; desenvolvimento de sistemas; prestação de serviços especializados; análises de opções; compartilhamento de informações.
13. Universidades e institutos de pesquisa	P&D, geração e compartilhamento de conhecimento; educação formal e informal; treinamento técnico; adaptação, aplicação e inovação tecnológicas.
14. Mídia	Aumento da conscientização, defesa da sociedade; compartilhamento de informações; pesquisa jornalística, funções de fiscalização; monitoração da transparência pública.

(Bouille & McDade, 2002 em Christensen, 2004)

Eletrificação Rural

Os dois apoiadores externos de programas de eletrificação rural têm sido o Banco Mundial e a USAID. Durante os anos 70 e os anos 80 essas duas agências emprestaram ou concederam cerca de US\$ 1,9 bilhões para 40 projetos de eletrificação rural em vinte países, sendo responsáveis por aproximadamente 60% das despesas de US\$ 11,5 bilhões desses projetos. Por causa de dúvidas sobre a saúde econômica destes projetos, as duas agências empreenderam uma revisão completa dos mesmos no início dos anos 90. Enquanto a base lógica desta avaliação e os achados detalhados foram publicados em outro veículo, várias lições resultaram deste estudo.

Infelizmente, como resultou na maioria de casos, as várias projeções de resultados benéficos estiveram demasiadamente otimistas e, além disso, muitas vezes baseadas em metodologias defeituosas. Por conseguinte, até os benefícios finais mais modestos identificados depois desses eventos, quando comparados com expectativas prognosticadas, ficaram sujeitos a dúvidas e, em vários casos importantes, fortemente negativas.

Considerando as experiências do passado, bem como aquelas do presente, como o programa massivo de eletrificação residencial da África do Sul, é claro que a eletrificação pela expansão de rede em áreas rurais de baixa densidade, enfrenta severos problemas de custos e não pode ser justificada economicamente. Isto é assim porque o consumo por esses usuários é limitado ao espectro de alto valor dos usos da eletricidade, que, por si próprios, não podem justificar o alto custo das conexões à rede. Como um estudo de cinco anos do programa de eletrificação Eskom mostrou, “os aparelhos mais freqüentemente comprados são televisão, aparelho de som, rádio e gravador; ao passo que a utilização de energia elétrica para cocção é muito lenta”. Esses usos da eletricidade, contudo, podem ser confortavelmente acomodados por um custo mais baixo, com sistemas solares residenciais independentes, pois esses sistemas não requerem suprimento de eletricidade da rede.

Esses achados têm uma importância fundamental no planejamento de estratégias de eletrificação para população de baixa renda e para regiões de baixa densidade. Melhor do que prosseguir com estratégias de expansão de rede não-econômicas, instalações residenciais individuais, focando em famílias que são financeiramente capazes e interessadas na obtenção dos benefícios da eletrificação, pare-

cem ser muito mais sólidas e muito mais sustentáveis.

Considerando esta conclusão, quatro questões devem ser realçadas:

- Os suprimentos devem ser priorizados* àquelas famílias e casas que apreciam o valor dos serviços fornecidos e que estão dispostas a pagar por eles com o seu rendimento próprio. Isto sugere a seletividade – e não cobertura completa de área.
 - Para identificar esses potenciais usuários, alguma forma “de sacrifício” é necessária como sinal de interesse das suas partes, por exemplo uma contrapartida significativa do pagamento na ou antes da instalação, a indicação de sua vontade de pagar pelos serviços fornecidos. Este princípio mantém, independentemente da questão de se a instalação é parcialmente subsidiada pelo governo, agências doadoras ou fundações de desenvolvimento, ou por outros usuários de energia (por exemplo, através de benefícios e subsídios cruzados).
 - Quando as vendas a crédito de equipamentos (ou planos de aluguel) são parte do programa de eletrificação fora da rede, deve se considerar que meios protegem o fornecedor da falta de pagamento. Desenvolvimentos tecnológicos recentes podem auxiliar na realização destes objetivos.
 - As necessidades de energia calorífica (p. ex. resfriamento e/ou refrigeração), têm de ser obtidas de outras fontes. O desenvolvimento sistemático de redes de distribuição de querosene ou GLP (inclusive vendas a crédito dos respectivos aparelhos), preferivelmente em conjunto com um programa fotovoltaico sistemático, deve ser capaz de satisfazer essas necessidades.
- Uma vez que os princípios de desenvolvimento acima mencionados sejam considerados, vários programas e diretivas específicos ficam evidentes.
- A expansão do sistema de rede deve ser limitada (áreas amplamente urbanizadas ou em urbanização) onde a renda atual e o crescimento de renda esperado da população prometem cobrir no mínimo os custos operacionais do sistema, com a indicação forte de que dentro da expectativa de vida da rede instalada, a receita resultante crescerá o suficiente para cobrir também as despesas de capital inicial.
 - Para todas as outras regiões, desenvolver sistemas de serviço fora da rede que sejam baseados no uso de equipamentos fotovoltaicos. Onde a de-

manda local garantida e concentrada é alta o suficiente, pequenos sistemas de mini-rede baseados em geração fotovoltaica, eólica, biomassa, pequenas centrais hidroelétricas ou unidades híbridas podem oferecer soluções rentáveis.

- Para aumentar a penetração do mercado, sistemas de crédito devem ser desenvolvidos (inclusive planos de aluguel extensos), que permitam aos donos das residências participarem do programa. Esses sistemas de crédito (menos a contribuição de subsídio público, se existir) devem ser baseados em uma avaliação rigorosa da vontade e capacidade de pagar por cada um dos usuários. Isto necessita uma pesquisa sócio-econômica de pré-eletrificação. Isso também significa que a cobertura completa da área, incluindo todas as residências, deve ser rejeitada como um objetivo do programa de eletrificação fora da rede. Se este princípio de seletividade não for aderido, a possibilidade de haver muitos clientes não pagadores é muito alta, aumentando os custos médios do sistema a níveis não sustentáveis. Este risco da falta de pagamento é independente de qualquer dispositivo de proteção de roubo do equipamento que possa ser incorporado no equipamento.
- Um equilíbrio deve ser encontrado, por experimentação, entre o tamanho requerido do valor inicial do pagamento, o tipo e tempo do pagamento periódico (que pode ser relacionado ao rendimento - p.ex.: depois da colheita em áreas agrícolas, mas não mensalmente) e a duração de crédito. O objetivo deve ser capturar, em uma dada região, o máximo possível de residências que estejam dispostas e sejam capazes de pagar, para reduzir os custos médios de serviço e de manutenção.
- Onde possível, o desenvolvimento fotovoltaico deve ser combinado com programas residenciais de equipamentos para o preparo de alimentos (GLP ou querosene, principalmente) para fornecer o calor para o preparo alimentar baseado nas mesmas regras de crédito que se aplicam aos equipamentos fotovoltaicos. Isto forneceria uma fonte de rendimento secundária de serviço, manutenção e infra-estrutura de suprimento que é essencial para a sobrevivência do programa.

(Schramm em Holm & Berger, 1998)

* Essa recomendação pode não ser aceitável àqueles políticos populistas que gostam de fazer propaganda eleitoral do tipo “eletricidade para todos”, enquanto sabem perfeitamente que isto é uma promessa falsa.

Conclusões e recomendações

As nações em desenvolvimento desejam ocupar os seus lugares legítimos no contexto mundial. As fontes renováveis de energia desempenharão um papel importante nos seus caminhos de transição ao desenvolvimento sustentável.

Para cumprir este papel, políticas apropriadas são necessárias. Até agora, o sistema de preços demonstrou as transformações de mercado mais rápidas e seguras, gerando postos de trabalho e conduzindo para a queda dos custos através do avanço tecnológico, economias de escala e finanças economicamente viáveis. Isto provocou investimentos privados, por meio disso reduzindo a carga do governo. O sistema de quotas não apresentou resultados tão bons, o que acarretou em programas com interrupções e conseqüências desastrosas para os mercados.

Combinações complementares de políticas harmonizadas são necessárias. A redução de riscos é uma componente crucial.

Nem todos os estereótipos das nações em desenvolvimento são necessariamente corretos. Por exemplo, não pode ser assumido que todas as nações em desenvolvimento inerentemente se esforçam em direção a um sistema atual de valores ocidentais.

Nem pode ser assumido que o abastecimento de eletricidade leva automaticamente ao desenvolvimento. Além disso, há confusão no uso dos termos energia e eletricidade, que são assumidos como sinônimos. Esta confusão foi aprofundada por expectativas criadas por políticas populistas como a frase de propaganda “eletricidade para todos”.

Em um país em desenvolvimento com uma grande população rural, altamente dispersa e pobre, a frase de propaganda política “eletricidade para todos” é entendida com o significado “a eletricidade de rede para todos”. Contudo, as realidades de custo da extensão de rede, o consumo produtivo baixo e os níveis de renda baixos tendem a fazer disto uma promessa que não pode ser cumprida.

A criação de expectativas que não podem ser cumpridas é um jogo perigoso. As comunidades rurais que esperam uma “real energia de rede” tendem a rejeitar os sistemas solares, como sendo uma opção “inferior”. Eles não são vistos em uso pelas camadas mais abastadas da população e não podem fornecer os serviços energéticos de aquecimento. Se a extensão da rede aparece repentinamente em áreas que tinham sido recentemente abastecidas por sistemas solares depois de longas deliberações, a credibilidade das autoridades e as suas políticas ficam duvidosas.

Em países em desenvolvimento a prioridade da eletrificação deve ser para usos produtivos (indústria, negócios), saúde (clínicas, hospitais), educação (escolas, treinamento), com o uso social, de divertimento e residencial sendo prioridade última. As pessoas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, necessitam de serviços energéticos como aquecimento, resfriamento, iluminação e outros. O serviço energético de aquecimento pode ser fornecido pelo Sol, um fogo ou aquecimento elétrico. Desses, a eletricidade é a forma mais ordenada e também a mais cara. Por isso, tem mais sentido usar outras formas de energia limpas como solar e biocombustíveis para serviços energéticos de aquecimento em edifícios, água e alimentação.

A eletricidade por si mesma não fornece novas fontes de renda. Como foi mostrado repetidamente, a eletricidade segue o desenvolvimento econômico, mas não o guia (Schramm, 1998).

Enquanto que a vida sem um acesso fácil à eletricidade parece inimaginável hoje, reconhecemos que a civilização atual é um período curto na trajetória da raça humana de aproximadamente um milhão de anos. As grandes realizações passadas da China, Américas e Mediterrâneo, inclusive as da África do Norte, não podem ser atribuídas ao uso da eletricidade.

Uma certeza: o mundo em desenvolvimento não pode seguir a trajetória energética dos EUA, mesmo que ele queira. Simplesmente não existem recursos fósseis suficientes, nem

pode o mundo absorver o impacto ambiental. Este discernimento, aliado ao fato de que a infra-estrutura de energia em países em desenvolvimento é, no presente, subdesenvolvida, deu origem ao conceito de “salto tecnológico”; o qual foi demonstrado com sucesso pela tecnologia moderna de telefonia celular que não necessita do enorme investimento em linhas terrestres antiquadas.

Uma vez que os recursos potenciais e as necessidades são conhecidos, e que são dadas conscientização e suporte político suficientes ao grupo de interesse, as recomendações políticas prioritárias para as nações em desenvolvimento são:

- 1. Estabelecer objetivos transparentes, consistentes a longo prazo, e estrutura regulatória para as fontes renováveis de energia**, preferivelmente um sistema de preços, criando um ambiente amigável ao investidor. Isto poderia começar pelo sistema de “medição do saldo” (*net metering*). Incorporar externalidades no sistema de preços. Ajustar alvos, não tetos.

1.1. A oportunidade do Protocolo de Kyoto

Embora o Protocolo de Kyoto possa ser criticado de muitas formas, ele oferece uma oportunidade a nações em desenvolvimento.

- Assinar o Protocolo de Kyoto.
- Estabelecer uma Autoridade Nacional Indicada com pessoal dedicado, bem treinado e conexões poderosas com os ministérios de energia e meio ambiente.
- Estabelecer a Base de Emissão de Carbono e disseminá-la para os grupos de interesse.
- Estabelecer os Critérios de Desenvolvimento Nacionais, evitando oportunismo político, e disseminá-los a grupo de interesses.
- Estimular programas, invés de projetos.
- Reduz os custos transacionais muito altos, por meio de facilidades e apoio a ONGs nacionais e consul-

tórias, e através do aumento da competição.

- Cuidadosamente considerar “adicionais”, e monitorá-las de perto.
- Publicar resultados.
- A oportunidade dos principais emissores de CO2 como a China, a Índia e a África do Sul pode acabar antes de 2012. Usá-la agora.

1.2 White Paper sobre eficiência energética e fontes renováveis de energia

Um *White Paper* nacional demonstra as intenções do governo. Ele é um documento importante a outros ministérios bem como a atores internacionais e nacionais.

- Prover a motivação para o White Paper p. ex.:
 - a) Desenvolvimento social sustentável
 - redução da pobreza pela geração de emprego
 - questões de gênero
 - questões de saúde
 - b) Desenvolvimento econômico sustentável
 - diversidade do abastecimento de energia
 - redução da volatilidade dos preços da energia importada
 - segurança do abastecimento
 - crescimento da indústria doméstica, exportação e expertise
 - competitividade internacional
 - redução dos riscos de conflito armado e terrorismo.
 - c) Desenvolvimento ambiental sustentável
 - proteção dos bens de turismo
 - melhoria de saúde (doenças, poluição do ar)
 - proteção de recursos agrícolas e de água
 - contribuição para a estabilização do clima global.

- Ajustar objetivos para as fontes renováveis de energia, não tetos, p.ex.:

Ano	Objetivo mínimo para fontes energéticas de energia	Energia per capita final mínima
2010	10%	100 KWh/a
2020	20%	500 KWh/a
2050	50%	700 KWh/a

- Ajustar objetivos e prazos para melhorar a produtividade energética nacional (reduzindo a intensidade energética).
- Ajustar objetivos e prazos para dar início à fase de taxa ambiental por renúncia fiscal.
- Ajustar objetivos e prazos para a interrupção gradual do uso de energia nuclear (se houver) e dos combustíveis fósseis.
- Estabelecer políticas tarifárias para energias renováveis interligadas à rede elétrica pública, incluindo reduções futuras de preços.
- Estabelecer incentivos fiscais à produção de energia (e não investimentos em energias) com cláusulas de reduções.
- Estabelecer abatimentos ou benefícios fiscais sobre a produção de energia renovável ligado a padrões tecnológicos.
- Facilitar/fornecer empréstimos com taxa de juros reduzida a longo prazo com refinanciamento do governo para tecnologias de energia renovável, obedecendo normas técnicas.
- Equilibrar o subsídio para energias renováveis e energias fósseis interligadas ou não interligadas à rede elétrica, pelo redirecionamento de fundos para as energias renováveis.
- Fixar padrões tecnológicos, de acordo com padrões internacionais de energia renovável União Européias, ISO, etc.
- Obrigar autoridades locais ou municipais a identificar locais possíveis para aplicação de energia renovável

e executar estudos de impactos ambientais.

- Estabelecer estruturas regulamentares (códigos) de eficiência energética e energia renovável adaptados a condições climáticas locais.
- Estabelecer a remuneração dos consultores profissionais baseada em redução de CO2, não nos custos de implementação da usina
- Estabelecer política para todos os níveis de governo para guiar pelo exemplo os programas governamentais, baseada no ciclo de vida do uso de energia.
- Comprometer-se com estratégias de energia renovável e eficiência energética, priorizando as condições locais. Não tentar introduzir tecnologia de energia renovável em áreas rurais remotas antes da tecnologia ter sido testada, aplicada de forma isolada, aceita e estabelecida em áreas com conexões à rede elétrica.

1.3 Fazer propaganda e seminários deste WHITE PAPER, obtendo adesão dos agentes locais e chamando a atenção dos colaboradores, investidores e fomentadores internacionais.

2. Instituir mecanismos de apoio financeiro através de pagamentos de produção ao invés de taxas de créditos de investimento. Instituir a longo prazo, empréstimos a juros baixos ao invés de taxas de crédito de investimento. Fixar abatimentos sobre a produção de energia, não para percentagens de custo. Todos os subsídios devem ser correlacionados a padrões e com reduções/extinção graduais. Introduzir tributos ambientais sob a forma de renúncia fiscal de acordo com um plano a longo prazo e aderir a ele.

3. Estabelecer, manter e praticar padrões para tecnologia, locação, edificações e conexões à rede elétrica. Dar o exemplo.

Antes da Eletrificação Rural em Rede (ELR) era esperado que:

- Houvesse uma aceleração do desenvolvimento de áreas rurais na agricultura, na indústria e no comércio, inclusive eletricidade para o bombeamento de irrigação;
- Houvesse a substituição das fontes de energia mais caras e qualitativamente inferiores, como querosene para iluminação, diesel para motores, bombas e geradores de irrigação;
- Ocorresse uma melhoria do padrão da vida do pobre rural;
- Ocorresse diminuição da migração das áreas rurais para as áreas urbanas.

(Schramm, 1998)

Após a Eletrificação Rural em Rede (ELR) aconteceu:

- A eletrificação por si própria não foi uma catalisadora para o desenvolvimento econômico. De fato, o que se pode deduzir de uma comparação entre os esquemas da ELR mais e menos prósperos é que a eletrificação deve seguir e não tentar conduzir, o desenvolvimento econômico regional.
- O impacto da ELR no crescimento agrícola foi muitas vezes superestimado, como por exemplo, na Tailândia, Indonésia, Índia e na Bolívia.
- Houve pouca evidência que a eletricidade por si própria resultou em novas atividades agroindustriais, comerciais ou industriais em baixa escala.
- A provisão de eletricidade de rede foi até então a forma mais cara para o suprimento de energia para áreas rurais de baixa densidade e demanda, comparada com outras opções. Se os seus custos reais tivessem sido repassados aos usuários, estes não teriam condições de arcar com os mesmos.
- A ELR em geral, não contribuiu para a diminuição da pobreza. Ela beneficiou principalmente os grupos de rendimento mais altos.
- A eletricidade substituiu fontes de energia mais caras em alguns casos: entretanto, isto só aconteceu porque em quase todos os casos a eletricidade foi fortemente subsidiada, enquanto as fontes alternativas geralmente não foram. Um resultado deste subsídio foi que o crescimento observado da demanda foi mais rápido do que teria sido de outra maneira, fazendo projetos da ELR em termos físicos (por exemplo, número de conexões) parecerem ser mais bem sucedidos do que eles teriam sido sem subsídios.
- Os grandes subsídios da ELR impuseram uma carga financeira pesada às concessionárias (ou aos seus clientes por subsídios cruzados) até naqueles casos nos quais os projetos foram justificados economicamente. As tarifas de ELR raramente cobriam mais de 15-30 por cento de preços do suprimento previsto.
- Os verdadeiros custos da eletricidade fornecida por projetos de ELR foram muito altos, uma média de 20 centavos de dólar por kWh; na maioria dos casos, esses preços ainda eram subestimados devido aos baixos fatores de carga da ELR, grandes perdas na distribuição e a carga adicional imposta durante os períodos de pico, como por exemplo, em sistemas com limitações de potência como na Índia e no Paquistão, contribuíram fortemente para o racionamento e black outs. Tais custos de perda de energia para outros usuários, em muitos casos, estiveram perto de um dólar por kWh ou mais.
- A ELR melhorou a qualidade de vida para aqueles capazes de consegui-la.
- Não houve nenhum impacto da ELR no controle da migração de áreas rurais para áreas urbanas; de fato, o contrário pode ser verdadeiro, basicamente devido ao aumento do acesso à informação apontada para maiores oportunidades em outros lugares.
- A ELR não contribuiu para a conservação de florestas, porque a eletricidade era raramente utilizada para cozinhar ou para o aquecimento;

Com isto, foi concluído que uma desagregação da energia rural nos seus sub-componentes pode mostrar que uma mistura de outras opções de suprimento (incluindo uma pequena e sensata quantidade de eletricidade por fontes descentralizadas de energia, para usos altamente específicos e limitados) poderia ter tido um custo efetivo muito menor do que a ELR em regiões com baixa população e em baixa etapa de desenvolvimento econômico.

(Schramm, 1998)

4. Apoiar Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração de renováveis bem como educação e disseminação. Reconhecer as falhas e aprender com elas. Criar centros de excelência.

5. Encorajar a propriedade público/privada, a participação e satisfação no processo e nos produtos.

Estratégia de implementação

A transição de políticas para estratégias não é sempre clara. Muitas ações podem ser desenvolvidas em paralelo.

- Lançar campanhas de conscientização direcionadas a tomadores de decisão.
- Conduzir estudos de base para estabelecer o uso de energia, e proceder comparações com as boas práticas.
- Envolver acionistas de base e potenciais cooperativas de energia renovável. Sua adesão é crucial.
- Incluir agentes regionais dos países vizinhos.
- Desenvolver um plano nacional de energia integrado a longo prazo dentro do plano nacional de recurso integrado, tomando cuidado em não confundir necessidades de serviços de energia com vetores de energia ou tecnologia de energia.
- Priorizar a conscientização sobre a energia, medidas de economia de energia e eficiência energética. Eles são mais efetivos do que fornecer nova capacidade de geração.
- Implementar etiquetagem energética para sistemas de consumo de energia e edificações pelo uso da etiqueta estabelecida internacionalmente e métodos comprovados.
- Integrar eletrificação conectada à rede com estratégias de eletrificação rural, introduzindo rapidamente energias renováveis através da lei da injeção na rede. Isto estabelece as energias renováveis em um setor do mercado onde o público pode pagar por elas e é mais aberto à inovação. Por associação, as tec-

nologias de energia renovável se tornam um símbolo de status. Sistemas conectados à rede são de fácil reparo e manutenção. Capacidade, padrões e confiabilidade da indústria são construídas mais rápida e sustentavelmente.

- Identificar áreas de extensão de rede e divulgar, usando mapas georeferenciados.
- Tão logo tenha ter sido estabelecida uma base confiável através de energias renováveis interligadas à rede, iniciar ampla eletrificação rural (não somente com sistemas solares isolados) em zonas empresariais.
- Fixar e persistir em padrões e normas próprios de tecnologia de edificações, máquinas e equipamentos.
- Integrar educação e pesquisa.
- Implementar incentivo financeiros.
- Iniciar joint ventures.
- Em áreas rurais, concentrar-se em serviços energéticos para a geração de renda, melhoria da saúde e da educação. Estender mini redes para oficinas, clínicas e escolas. Essas mini redes são mantidas pelo pessoal residente. Inicialmente utilizar um modelo de prioridade seletivo para casas, assistido por subsídios iguais para a conexão à rede, mais incentivos financeiros citados sob "prioridades políticas". Uma vez que o mercado de prioridade tenha sido saturado, considerar o modelo de taxa de serviço para serviços de energia.
- Medidas e mapas georeferenciados:
- Identificar consumidores potenciais

▪ Avaliar o potencial da energia renovável

- a) Atlas eólico e de marés
- b) Atlas hidroelétrico
- c) Atlas solarimétrico
- d) Atlas geotérmico
- e) Atlas de gás
 - aterros sanitários
 - bio-combustíveis
 - bio-gás

▪ Designar avaliadores independentes e apresentar relatórios regulares aos tomadores de decisão e formadores de políticas públicas.

▪ Promover a produção local.

A necessidade de pesquisa, desenvolvimento e demonstração

Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração (PD&D) são as fundações do progresso e mudam o rumo de sistemas energéticos sustentáveis que erradicaram a pobreza em energia dos países em desenvolvimento, protegem o sistema vital global e reduzem o risco de conflitos geopolíticos sobre fontes de combustíveis fósseis.

Países com iniciativa mais visionária em PD&D serão os futuros líderes em tecnologia. Motivada pela crise do petróleo em 1973, a União Européia viu a energia como uma alta prioridade e dedicou o mais vasto bloco de investimento de sua estrutura à pesquisa energética. A receita para pesquisa energética dos 23 países membros do IEA atingiu um máximo de US\$13 bilhões em 1980, após esta data, reduziu-se a somente 38,5% do pico. Cerca de 70% deste orçamento foi gasto com pesquisa de fusão e fissão nuclear, representando um enorme subsídio para estas indústrias, que não se traduziu em um desenvolvimento equivalente. Estranhamente, quando confrontados com a crise do petróleo, eles foram para a eletricidade nuclear. Também, o orçamento alocado para combustíveis fósseis esteve consistentemente cerca de duas vezes o orçamento para energia renovável, exemplificando a influência dos interesses desses lobbies industriais na União Européia, onde consciência ambiental é dita como sendo alta e crescente. Somente 10% foram para eficiência energética e energias renováveis. No ponto de vista da importante estratégia das energias renováveis, isto é lamentável.

O orçamento das renováveis também mostra um pico em 1980, caindo para 30% em 1998, com a parcela relativa de crescimento de solar fotovoltaica e biomassa. Compreensivelmente, houve uma chamada forte na Conferência das Renováveis de 2004 em Bonn, onde a recomendação foi de que o orçamento de P&D para as renováveis deveria ser aumentado por pelo menos em uma ordem de magnitude.

Algumas nações da UE investem em maior volume de P&D para a energia renovável. A informação sobre atividades de P&D em países em desenvolvimento é bastante limitada. Parece que países como a China, Índia, Brasil, África do Sul, Egito e alguns outros, realmente têm programas energéticos individuais. Entretanto, nenhuma evidência pode ser encontrada sobre programas de pesquisa multinacionais em conjunto em países em desenvolvimento que refletem a importância estratégica das renováveis para o desenvolvimento mundial.

A maioria das nações em desenvolvimento não está atualmente em uma fase de energia sustentável e vem enfrentando um crescimento energético e pressões ambientais causadas por populações com exigências energéticas crescentes.

Luther (2004) apresentou um resumo atualizado dos desafios de P&D: Desde que as curvas de aprendizado de custos das tecnologias de energias renováveis também são dependentes de por P&D, é necessário direcionar a consolidação combinada dessas iniciativas de pesquisa. Duas abordagens principais precisam ser seguidas:

- As novas tecnologias do desenvolvimento mundial como o gás biogênico engarrafado como vetor de energia sustentável descentralizada, casas e edifícios energeticamente eficientes e de baixo custo, tecnologias de armazenamento adicionais para transferência de grandes qualidades de energias.
- Reduções significativas de custos das tecnologias de energias renováveis existentes: eficiências mais altas, tempo de vida mais longo, menos manutenção, impacto ambiental reduzido. Este trabalho de P&D deve ser dirigido e sincronizado com os mercados porque há um atraso de tempo considerável entre laboratório e mercado. Pesquisa e Desenvolvimento são necessários nos aspectos não tecnológicos e nos aspectos tecnológicos.

Paradigmas da Energia Renovável	
Antigo paradigma	Novo paradigma
Avaliação tecnológica	Avaliação de mercado
Foco em suprimento de equipamento	Foco na aplicação, no valor agregado e no usuário
Viabilidade econômica	Necessidades e soluções políticas, financeiras, institucionais e sociais
Demonstrações técnicas	Demonstrações de modelos de negócios, modelos de financiamento, institucional e social
Doadores de equipamentos	Doadores compartilhando os riscos e custos da construção de um mercado sustentável
Programas e intenções	Experiências, resultados e lições
Redução de custos	Competitividade de mercado
\$/kWh	Serviços energéticos
(Adaptado de: Martinot et al, 2002 in Johansson, 2004).	

Aspectos não-tecnológicos: econômico, social e político

- A penetração de mercado das energias renováveis não está nem diretamente relacionada à disponibilidade de recursos de energias renováveis, nem à disponibilidade de tecnologias de energias renováveis. Além disso, aspectos parcialmente indefinidos parecem desempenhar um papel. Consequentemente, a prioridade deve ser dada para identificar esses estímulos ou barreiras incluindo P&D em:
 - O processo inovador
 - Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade
 - Projetos modelo e disseminação (p. ex. estratégia da sociedade EU/ África do Norte, infraestrutura de gás biogênico engarrafado, edificações energeticamente eficientes e de baixo custo, energia rural, e um milhão de cabanas energizadas em países em desenvolvimento)
 - Economia e financiamento
 - Aplicações ótimas de MDL e Implementação Conjunta
 - Externalidades da energia nuclear e fóssil
 - Efeitos da liberalização e globalização do mercado de energia
 - Boas práticas para avaliação de políticas nacionais de energia renovável, programas e procedimento de financiamento.
 - Desenvolvimento de capacitação acelerada
 - Consciência, aceitação, acesso e capacidade de custeio
 - Dados, estatísticas e avaliação de recursos
 - Energia e saúde humana
 - Serviços de geração de energia com geração de renda

Aspectos tecnológicos

Uma vez não existe solução milagrosa, a pesquisa em tecnologia de energia renovável tem que seguir uma abordagem integrada de amplo espectro. São identificadas três categorias:

- Tecnologias que são presentemente usadas em aplicações com bom

- custo-benefício mundial (edificações energeticamente eficientes, sistemas fotovoltaicos isolados, biomassa, aquecimento solar comercial em países de clima quente);
- Tecnologias que necessitam de um desenvolvimento mínimo para entrar em novos ou grandes mercados (estações de energia solar térmica, chaminés de vento ascendentes, energia eólica em países em desenvolvimento, combustível sintetizado a partir de biomassa);
- Novas tecnologias com uma visão de sustentabilidade de energia de longo prazo (hidrogênio, baterias avançadas e outros sistemas de armazenamento, bem como corrente oceânica e energia das ondas e marés).

As duas primeiras categorias de energia renovável podem ser agrupadas sob o âmbito da geração elétrica, aquecimento, resfriamento e iluminação natural, edifícios solares, combustíveis e tecnologias transversais.

▪ Geração de eletricidade

As tecnologias de energia renováveis existentes necessitam PD&D em áreas específicas:

- Eólica: potencial oceânico, climas extremos, adaptações para os países em desenvolvimento
- Solar Fotovoltaica: redução de custos, concentrador solar, inovação e integração à edificação
- Termo-solar: armazenamento térmico, evaporação direta, sistemas híbridos e automação
- Hidroelétrica: avaliação de risco e impactos ambientais
- Biomassa: cogeração, ciclo Stirling, integração de sistemas, alimento/energia
- Geotérmica: exploração, conversores de baixa temperatura eficientes, utilização do calor gerado na combustão
- Marítima: durabilidade das marés, ondas, correntes, sistemas térmicos

▪ Aquecimento, resfriamento, luz natural

- Aquecimento solar de água: armazenamento a longo prazo
- Cozimento solar: armazenamento térmico, redução de preços
- Refrigeração solar: absorventes, sistemas híbridos
- Biomassa: espécies locais, espécies invasoras, integração de sistemas
- Geotérmica: cogeração, bombas de calor aperfeiçoadas, armazenamento a longo prazo

▪ Edifícios solares

- Energia embutida: conteúdo energético do ciclo de vida, redução, reciclagem, reuso
- Isolamento enclausurada: isolamento à vácuo, isolamento benigna
- Janelas otimizadas para energia solar: otimização da iluminação natural, isolamento aperfeiçoado
- Armazenamento de calor e frio: mudança de fase, trocadores de calor subterrâneos, ventilação noturna
- Aquecimento, ventilação, ar condicionado: sistemas solares compactos eficientes

▪ Combustíveis

- Combustíveis biogênicos: biodiesel mais barato, separação do biogás, matéria prima para célula combustível
- Hidrogênio: reforma solar do metano, eletrólise avançada
- Química solar: hidrogênio fotobiológico/químico

▪ Tecnologias transversais

- Geração distribuída / projeto de rede elétrica: sistemas de distribuição avançado, eletrônica, flutuações e também investigações dos meios de adicionar altas penetrações de geradores renováveis intermitentes nas redes de transmissão e distribuição de eletricidade.
- Sistemas isolados: diagnósticos avançados, medição de energia e manutenção
- Meteorologia da energia: prognósticos por satélite, edificações inteligentes pró-ativas

- Avaliação dos impactos: tecnologias de reciclagem, recursos materiais
- Armazenamento de energia: baterias avançadas, armazenamento de hidrogênio, armazenamento cinético, supercondutores
- Eficiência energética: etiquetagem, motores de alta eficiência, iluminação com LEDs
- Planejamento: direito de acesso ao sol, planejamento integrado de recursos, cidades solares
- Padronização: normas internacionais, códigos de práticas
- Educação: centros de excelência, parcerias de pesquisa, currículos, sistemas
- Cooperação: parcerias de P&D, programas integrados, fora de internet

Atualmente, os países em desenvolvimento geralmente não são fortes em pesquisa e desenvolvimento. Existe uma tendência de depender de tecnologias importadas, patentes e conhecimento de especialistas. Isto muitas vezes levou a uma dependência em combustíveis importados. A complexa tecnologia de transporte ilustra este ponto.

Entretanto, países em desenvolvimento como o Brasil administraram a construção da sua própria tecnologia de energia renovável de combustível sintético, bem como a tecnologia dos veículos correspondente. A África do Sul continuou a desenvolver o processo alemão Fischer-Tropsch para a produção de combustíveis líquidos a

partir do carvão. Este processo agora está sendo levado a aplicações de liquefação de gás natural mais limpas e é extensível às energias renováveis.

A transformação do mercado chinês de aquecimento solar de água com tecnologias alemãs de tubo a vácuo é um outro exemplo de como parcerias de pesquisa e desenvolvimento podem levar a grandes sucessos.

O crescimento da capacidade de pesquisa e desenvolvimento de energias renováveis nos países em desenvolvimento pode eventualmente ser integrado a iniciativas de mecanismos de desenvolvimento limpo – MDL.

Inovações na produção de carvão vegetal brasileiro

O Brasil tem uma das melhores tecnologias para a implementação de florestas de eucalipto dedicadas no mundo. Amplo uso industrial do eucalipto inclui a polpa e a produção de carvão vegetal. As tecnologias foram desenvolvidas para reduzir custos na produção de aço. Devido a condições favoráveis de clima, seleção genética e plantações com tecnologias aprimoradas, os rendimentos médios de aproximadamente 22 t/ha.a (base seca) são habituais para o eucalipto.

A divisão da indústria de aço, Mannesmann - MAFLA no Brasil - desenvolveu um forno retangular da alta capacidade. Este forno tem um condensador de que permite a recuperação e uma nova destilação de com subproduto de alto valor agregado. Os gases também podem ser reciclados e usados como combustível no processo de carbonização. Em comparação com fornos tradicionais, a tecnologia apresenta alta produtividade, rendimentos mais altos, melhoria da qualidade do carvão vegetal e a mecanização parcial. A maior parte dos fornos retangulares desenvolvidos no Brasil é grande o suficiente para acomodar caminhões no seu interior, reduzindo o tempo para carga e descarga.

Um forno semelhante foi desenvolvido pela indústria de aço Belgo Mineira entre 1991 e 1998. Em comparação com os fornos tradicionais, os resultados do programa P&D mostram que a nova tecnologia reduz os custos iniciais de capital e trabalho, enquanto melhora a qualidade do carvão vegetal. Por outro lado, a indústria de aço ACESITA desenvolveu um

programa para modernizar a produção e o consumo de carvão vegetal. Este programa incluiu o desenvolvimento de uma réplica de carbonização contínua, por exemplo, um forno no qual o aquecimento é promovido pelo gás circulante.

Durante o teste, o rendimento medido foi 35 por cento, enquanto que o rendimento máximo da produção de carvão vegetal - dependendo da composição da madeira - está previsto entre 44 e 55 por cento (base seca). A mesma empresa desenvolveu um forno retangular com um custo de produção 15 por cento mais baixo do que os fornos tradicionais. Como parte do mesmo programa de P&D, um processo contínuo de pirólise para a produção de carvão e recuperação de líquidos, foi desenvolvido até meados dos anos 1990. Teoricamente, os fornos contínuos permitem um melhor controle do processo e, por conseguinte, produção de carvão vegetal de melhor qualidade. Os gases produzidos por pirólise são recuperados e queimados, fornecendo energia para o processo, enquanto que os líquidos também são recuperados - inclusive o alcatrão - e podem ser usados na produção de produtos químicos. De acordo com os resultados dessa experiência, o rendimento do carvão vegetal foi previsto como 33 por cento (base seca). É importante mencionar que este programa de P&D foi conduzido enquanto a ACESITA era uma companhia estatal; a planta de pirólise foi desmontada depois da privatização da companhia.

(Coelho & Walter, 2003 em Karekezi, 2004)

Exemplos de modelos de política nacional

Esta seção cobre um modelo de política regional e dois modelos nacionais

América Latina

Compromissos políticos

A América Latina e o Caribe firmaram acordo em maio de 2002, com a seguinte proposta de objetivo e prazo para energias renováveis:

"Aumentar a utilização de energias renováveis em 10% como uma parcela do total até 2010" (Minuta do Relatório Final do 7º Encontro do Comitê Intersectorial do Fórum de Ministros do Meio Ambiente da América Latina e Caribe, São Paulo, maio 2002)

O Parágrafo 19 do plano de implementação adotado em Joanesburgo pela Cúpula Mundial em Desenvolvimento Sustentável (WSSD) estabelece:

19. Chamar os governos, bem como organizações internacionais e regionais e outros agentes relevantes para implementar, levando em conta as características e especificidades nacionais e regionais, as recomendações e conclusões da nona sessão da Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável, acerca de energia para desenvolvimento sustentável, incluindo as questões e opções listadas abaixo, tendo em mente que em vistas das diferentes contribuições para degradação do meio ambiente global, os países têm responsabilidades comuns mas diferenciadas. Isto incluiria ações em todos os níveis para:

- Desenvolver e disseminar tecnologias de energia alternativa com o objetivo de propiciar uma maior parcela da matriz energética para as energias renováveis, melhorando a eficiência energética, aumentando a confiança em tecnologias avançadas de energia, incluindo tecnologias de combustíveis fósseis mais limpas;

- Combinar, quando apropriado, a maior utilização de recursos de energia renovável, a utilização mais eficiente da energia, o aumento da confiança em tecnologias avançadas de energia e a utilização sustentável dos recursos energéticos tradicionais, que poderá levar a necessidade de crescimento por serviços de energia, a longo prazo, a atingir o desenvolvimento sustentável;
- Diversificar as fontes de energia, desenvolvendo tecnologias avançadas, mais limpas, mais eficientes, acessíveis e com boa relação custo-benefício, incluindo a energia hidráulica, e sua transferência para os países em desenvolvimento em condições de concessão com acordo mútuo. Devido à urgência, aumentar substancialmente a parcela global de fontes de energia renovável com o objetivo de intensificar a sua contribuição para o fornecimento total de energia, reconhecendo o papel das metas voluntárias nacionais e regionais, bem como as iniciativas, onde existam, e assegurar que as políticas de energia são suporte para os esforços dos países em desenvolvimento em erradicar a pobreza e avaliar regularmente os dados disponíveis para rever o progresso para esta finalidade."

(Karekezi, 2004)

Lei Alemã de Energia Renovável Conectada à Rede

Esta Lei trilhou um caminho de considerável e inegável sucesso, e poderia ser replicada com grande benefício: itens entre colchetes referem-se especificamente à Alemanha.

Lei para Garantir Prioridade para as Fontes de Energias Renováveis

(Lei de Fontes de Energias Renováveis)

Seção 1: Propósito

O propósito desta lei é facilitar um desenvolvimento sustentável de fornecimento de energia [no interesse de controlar o aquecimento global, proteger o meio ambiente e atingir um aumento substancial na porcentagem de contribuição das fontes renováveis de energia no suprimento da demanda de modo a pelo menos dobrar a parcela de fontes de energia renováveis no consumo total até o ano 2010, e mantendo os objetivos definidos pela União Européia e pela República Federal da Alemanha].

Seção 2: Âmbito de Aplicação

(1) Esta lei trata da compra e da compensação a ser paga por eletricidade gerada exclusivamente de energia hidráulica, energia eólica, energia solar, energia geotérmica, gás de aterros sanitários, usinas de tratamento de esgoto, minas ou biomassa dentro do âmbito territorial desta lei ou [dentro da zona econômica exclusiva da Alemanha], através das operadoras de rede para o abastecimento público de eletricidade. [O Ministério Federal do Meio Ambiente, Conservação de Natureza e Segurança Nuclear] deverá ser autorizado a estabelecer regras - de acordo com o [Ministério Federal de Alimentação, Agricultura e Silvicultura, bem como o Ministério Federal de Economia e Tecnologia] pela adoção de uma postura. A qual deverá ser sujeita à aprovação pelo [Senado alemão]. A referida postura deve especificar que as substâncias e os processos técnicos usados em conjunto com a biomassa se enquadram no âmbito de aplicação desta lei; além do mais, a postura

deve estabelecer os padrões ambientais relevantes.

(2) Esta lei não se aplicará à eletricidade:

1. produzida por usinas hidrelétricas e instalações abastecidas por gás de aterros ou usinas de tratamento de esgoto com uma capacidade elétrica instalada de mais de 5 MW, ou por instalações nas quais a eletricidade é gerada a partir de biomassa, com capacidade elétrica instalada de mais de 20 MW, e
2. produzida por instalações das quais mais de 25 por cento é de propriedade da [República Federal da Alemanha ou de algum Estado Federal Alemão], e
3. produzida por instalações de geração de eletricidade a partir de energia solar, com uma capacidade elétrica instalada de mais de 5MW. Em caso de instalações da geração de eletricidade a partir de energia solar que não estão integradas ou construídas em estruturas que são primariamente utilizadas para outros propósitos que não para a geração de eletricidade solar, o limite máximo de capacidade especificado na primeira sentença acima deverá ser de 100 kW.
4. As novas instalações devem ser instalações que foram comissionadas depois [adendo: data de entrada em vigor desta lei]. As instalações reativadas ou modernizadas deverão ser consideradas como novas instalações se a maior parte dos componentes das instalações foram substituídos. O trabalho de modernização deverá ser julgado como prioritário se os custos de modernização forem de no mínimo 50 por cento do custo do investimento necessário para a construção de uma instalação completamente nova. As instalações existentes devem ser instalações que foram comissionadas antes de [adendo: data de entrada em vigor desta lei].

Seção 3: Obrigação de Compra e Pagamento de Compensação

(1) As concessionárias de distribuição deverão ser obrigadas a conectar as instalações de geração de eletricidade, como definidas na Seção 2 acima, às suas redes, comprar prioritariamente a eletricidade disponível dessas instalações e compensar os fornecedores desta eletricidade conforme as provisões nas seções 4 a 8 abaixo. A obrigação deverá ser aplicada à concessionária, cuja rede seja mais próxima ao local da instalação de geração de eletricidade, contanto que a rede seja tecnicamente adequada para receber esta eletricidade. A rede deverá ser considerada para ser tecnicamente adequada mesmo se - apesar da prioridade a ser concedida segundo a primeira sentença acima - a concessionária precisa ampliar a sua rede com custos razoáveis para receber a eletricidade; neste caso, a concessionária deverá ser obrigada a ampliar a rede sem atraso, se isto for solicitado por uma parte interessada em fornecer eletricidade. Os dados da rede e os dados da instalação de geração de eletricidade deverão estar disponíveis onde sejam necessários, para a concessionária e a parte interessada em fornecer eletricidade fazerem os seus planejamentos e para determinar a adequabilidade técnica de rede.

(2) Segundo as Seções de 4 a 8 abaixo, a concessionária da rede de transmissão será obrigada a comprar, e a pagar uma compensação pela quantidade de energia comprada pela concessionária da rede de distribuição conforme a cláusula (1) acima. Se não houver nenhuma rede de transmissão doméstica na área atendida pela concessionária de distribuição autorizada a vender eletricidade, a concessionária de transmissão doméstica mais próxima será obrigada a comprar e a pagar a compensação desta eletricidade, como especificado na primeira seção.

Seção 4: Compensação a ser Paga por Eletricidade Gerada a partir de Energia Hidráulica, Gás de Aterros Sanitários, Minas e Usinas de Tratamento de Esgoto

A compensação a ser paga para a eletricidade gerada a partir de energia hidráulica e gás de aterros, minas e usinas de tratamento de esgoto deverá ser pelo menos [7,67 centavos] por kWh. Em caso de instalações de geração de eletricidade com uma capacidade elétrica acima de 500 kW, esta compensação deverá ser aplicada apenas a parte da energia total injetada na rede, durante um dado ano contábil que corresponde à proporção de 500 kW para a capacidade total da instalação em kW; a capacidade deve ser calculada como a média anual da capacidade elétrica efetiva medida em vários meses do ano. O preço a ser pago para outra eletricidade deve ser de pelo menos [6,65 centavos] por kWh.

Seção 5: Compensação a ser Paga pela Eletricidade Gerada por Biomassa

(1) A seguinte compensação deve ser paga pela eletricidade gerada por biomassa:

1. Pelo menos [10,23 centavos] por kWh em caso de instalações com uma capacidade elétrica instalada de até 500 kW.
2. Pelo menos [9,21 centavos] por kWh em caso de instalações com uma capacidade elétrica instalada de até 5 MW.
3. Pelo menos [8,70 centavos] por kWh em caso de instalações com uma capacidade elétrica instalada acima de 5 MW; entretanto, esta provisão não deverá ser efetivada antes da data de entrada em vigor da postura especificada na segunda sentença da Seção 2 (1).

A primeira cláusula da segunda sentença da Seção 4 acima será aplicável *mutatis mutandis*.

(2) A partir de [primeiro de Janeiro de 2002], os montantes de compensação mínimos especificados em (1) acima, deverão ser reduzidos em um por cento anualmente para novas instalações comissionadas a partir desta data; os montantes pagáveis deverão ser arredondados para uma casa decimal.

Seção 6: Compensação a ser Paga pela Eletricidade Gerada por Energia Geotérmica

A seguinte compensação deverá ser paga pela eletricidade gerada por energia geotérmica:

1. Pelo menos [8,95 centavos] por kWh se a instalação tiver uma capacidade elétrica instalada de até 20 MW, e
2. Pelo menos, [7,16 centavos] por kWh se a instalação tiver uma capacidade elétrica instalada de mais de 20 MW. A primeira cláusula da segunda sentença na Seção 4 acima será aplicável *mutatis mutandis*.

Seção 7: Compensação a ser Paga pela Eletricidade Gerada por Energia Eólica

(1) A compensação a ser paga pela eletricidade gerada por energia eólica deverá ser de pelo menos [9,10 centavos] por kWh por um período de cinco anos, começando da data de comissionamento. Entretanto, a compensação a ser paga para as instalações nas quais, durante este período de tempo, atingiram 150% por cento do rendimento calculado para a instalação de referência, como descrito no Anexo para esta lei, deve ser de no mínimo [6,19 centavos] por kWh. Para outras instalações, o período mencionado na primeira sentença acima deverá ser prolongado por dois meses para cada 0,75%, que o rendimento ficar abaixo de 150 % do rendimento de referência. Se a eletricidade for gerada por instalações que estão localizadas a pelo menos a três milhas náuticas das linhas de base utilizadas para demarcar águas territoriais e se essas instalações forem comissionadas

não depois de [31 de Dezembro de 2006], os períodos especificados na primeira e na segunda sentença acima, deverão ser de nove anos.

- (2) Para instalações existentes, a data de comissionamento, como definido na primeira sentença de 1) acima, deve ser [adicionar a data da entrada em vigor desta lei]. Para essas instalações, o período definido nas 3 primeiras sentenças de (1) acima, será reduzido pela metade da vida operacional de uma instalação desde [adicionar a data da entrada em vigor desta lei]. Se as curvas P-V não estiverem disponíveis para tais instalações, uma instituição autorizada, como definido no Anexo, pode executar os cálculos necessários com base nos documentos de projeto do tipo de instalação considerada.
- (3) A partir de [1o. de Janeiro de 2002], os montantes de compensação mínimos especificados em (1) acima devem ser reduzidos em 1,5 % anualmente para novas instalações comissionadas a partir desta data; os montantes pagáveis deverão ser arredondados para uma casa decimal.
- (4) Para a implementação das provisões em (1) cima, o [Ministério Federal de Economia e Tecnologia] deve ser autorizado a adotar uma postura que estabeleça regras para o cálculo do rendimento de referência.

Seção 8: Compensação a ser Paga pela Eletricidade Gerada por Energia Solar Fotovoltaica

(1) A compensação a ser paga para a eletricidade gerada através da energia solar fotovoltaica deve ser de pelo menos [50,62 centavos] por kWh. Desde [1o. de Janeiro de 2002], a compensação mínima paga deverá ser reduzida em 5% anualmente para novas instalações de geração de eletricidade comissionadas a partir desta data; os montantes pagáveis devem ser arredondados para uma casa decimal.

(2) A obrigação para pagar a compensação como especificado em (1) acima não deve ser aplicada a instalações fotovoltaicas que forem comissionadas depois do dia 31 de dezembro do ano seguinte ao ano no qual as instalações fotovoltaicas, que tem direito à compensação segundo esta lei, atingirem uma capacidade instalada total de 350 MW. Antes da suspensão da obrigação de pagar a compensação como especificado em (1) acima, o [Bundestag alemão] deve adotar um esquema de compensação posterior que possibilite aos operadores de instalações a gerenciar suas instalações de forma rentável, levando em consideração o declínio da unidade de custo marginal atingido por eles no campo da engenharia de sistema.

Seção 9: Condições Comuns

- (1) Os montantes mínimos de compensação especificados nas Seções 4 a 8 devem ser pagos a instalações recentemente comissionadas por um período de 20 anos, após o ano de comissionamento, exceto para instalações que gerem eletricidade a partir de energia hidráulica. Para instalações que foram comissionadas antes da entrada de vigor desta lei, o ano [2000] deve ser considerado como o ano de comissionamento.
- (2) Se a eletricidade gerada por várias instalações for faturada via um dispositivo de medição comum, o cálculo dos montantes das diferentes tarifas de compensação pagáveis deve ser baseado na capacidade eficaz máxima de cada instalação individual. Se a eletricidade for gerada por vários conversores de energia eólica, o cálculo da compensação deve - apesar da primeira sentença acima - ser baseado nos valores acumulativos dessas instalações.

Seção 10: Custos de Rede

- (1) Os custos associados com a conexão de instalações, como especificado na Seção 2 acima, no ponto da rede que seja tecnicamente e economicamente mais conveniente, devem ser arcados pelos operadores da instalação. A implementação desta conexão deve cumprir com as exigências técnicas da concessionária da rede em cada caso e com as condições estabelecidas em [Seção 16 da Energiewirtschaftsgesetz (Lei de Gerência de Energia) do dia 24 de Abril de 1998 (Jornal Legal Federal 1, p. 730)]. O operador da instalação terá direito de ter a conexão implementada, seja pela concessionária da rede ou por pessoal qualificado terceirizado.
- (2) Os custos associados ao melhoramento da rede, exclusivamente com o objetivo de conectar novas instalações conforme a Seção 2, para aceitar e transmitir energia injetada na rede para o fornecimento público de energia, devem ser arcados pela concessionária cuja rede deve ser melhorada. A concessionária deve especificar o investimento necessário, apresentando os custos detalhadamente. A concessionária deve ter direito de adicionar estes custos com que arcou, quando for determinar a cobrança pelo uso da rede.
- (3) Qualquer disputa deve ser decidida por uma entidade que deve ser estabelecida dentro do [Ministério Federal de Economia e Tecnologia], com a participação das partes interessadas.

Seção 11: Esquema de Equalização Nacional

- (1) Os operadores de rede de transmissão devem ser obrigados a registrar quaisquer diferenças entre a quantidade de energia comprada e os pagamentos de compensação feitos com base na Seção 3 acima e equalizar tais diferenças entre eles como especificado (em 2) acima.
- (2) Em 31 de março de cada ano, os operadores de rede de transmissão devem determinar o montante da energia comprada conforme a

Seção 3 acima e a parcela porcentual que este montante representa em relação ao montante total da energia entregue aos consumidores finais seja diretamente pelo operador ou indiretamente via redes de distribuição redes. Se os operadores de transmissão tiverem comprado montantes de energia que são maiores do que esta parcela média, eles terão direito a vender a energia e receber a compensação de outros operadores de rede de transmissão, conforme a seção 3 até a sessão 8 acima, até que esses outros operadores de rede tenham comprado um volume da energia que seja igual à parcela média acima mencionada.

- (3) As prestações mensais devem ser pagas conforme a equalização entre montantes e pagamentos esperados.
- (4) As concessionárias que entregam a eletricidade aos consumidores finais devem ser obrigadas a comprar e a pagar uma compensação pela fração da eletricidade que o seu operador regular de rede de transmissão comprou conforme as condições de (2) acima. A primeira sentença não deve ser aplicada às concessionárias se, relativo ao montante total de eletricidade que eles fornecem, pelo menos 50% da eletricidade for enquadrada como definido na seção 2 (1) em conjunto (com 2) acima. A parte da eletricidade a ser comprada por uma concessionária, conforme a primeira sentença, deve estar relacionada à quantidade da eletricidade entregue pela concessionária que receberá uma parcela relativamente igual. O montante obrigatório a ser comprado deve ser calculado como a razão entre a quantidade total da eletricidade injetada na rede de acordo com a Seção 3, e a quantidade total de eletricidade vendida aos consumidores finais; além disso, é necessário subtrair desta soma o montante da eletricidade entregue pelas concessionárias conforme a segunda sentença acima. A compensação como especificada na primeira seção acima deve ser calculada como a compensação média por kWh pago

por todos os operadores de rede dois trimestres antes conforme a Seção 3. A eletricidade comprada conforme a primeira sentença não deve ser vendida ao preço da compensação paga conforme a quinta seção, se aquela eletricidade for vendida como eletricidade segundo a seção 2 ou como eletricidade comparável.

- (5) Cada operador de rede deve ser obrigado a colocar à disposição durante certo tempo, para outros operadores de rede, os dados necessários para executar os cálculos mencionados em (1) e (2) acima. Cada operador de rede deve ter direito a solicitar que outros operadores de rede tenham os seus dados auditados por um contador com alvará ou por um auditor juramentado designado de comum acordo. Se não puderem chegar a um acordo, o contador com alvará ou o auditor juramentado serão designados pelo Presidente do Superior Tribunal Regional, que tenha jurisdição no local do operador de rede qualificado para receber pagamentos de equalização.

Seção 12: Relatório de Progresso

Em 30 de junho, a cada dois anos depois da entrada em vigor desta lei, o [Ministério Federal de Economia e Tecnologia] deve submeter um relatório – esquematizado em acordo com o [Ministério Federal de Alimento, Agricultura e Silvicultura] – sobre o progresso realizado quanto à introdução no mercado e o desenvolvimento de custos de instalações de geração de energia, como especificado das seções 2 a 8, e das suas taxas de redução, de acordo com o progresso tecnológico e desenvolvimento do mercado quanto às novas instalações; além disso, o Ministério deve propor um prolongamento do período para calcular o rendimento de um conversor de energia eólica como especificado no Anexo, baseado na experiência realizada com o período definido nesta lei.

Anexo

1. A instalação de referência será um conversor de energia eólica de um tipo específico para o qual um rendimento ao nível do rendimento de referência pode ser calculado com base na curva P-V medida por uma instituição autorizada no sítio de referência.
2. O rendimento de referência deve ser a quantidade de eletricidade que cada tipo específico do conversor de energia eólica, incluindo as respectivas alturas de eixo, produziria durante cinco anos de operação - calculada com base em curvas P-V medidas - se fosse construído no sítio de referência.
3. O tipo de um conversor de energia eólica deve ser definido pela indicação do modelo, da área de giro do rotor, da potência de saída nominal e pela altura do eixo, como especificado pelo fabricante.
4. O sítio de referência deve ser um sítio determinado por meio de uma distribuição Rayleigh com uma média anual de velocidade de vento de 5,5 metros por segundo, a uma altura de 30 metros, um perfil logarítmico do vento e uma altura da rugosidade do solo de 0,1 metro.
5. A curva P-V deve ser a correlação entre velocidade de vento e produção de energia (independente da altura do eixo) determinada para cada tipo de conversor de energia eólica. As curvas P-V devem ser determinadas conforme o procedimento padrão definido no [*Technische Richtlinien fuer Windenergieanlagen* (Guia Técnico para de Instalações de Energia Eólica), rev 13, de 1o. de Janeiro de 2000, publicado por Foerdergesellschaft Windenergie e. V. (FGW), Hamburgo, ou no Procedimento de Medição de Desempenho de Energia, versão 1, publicada em Setembro de 1997 pela Rede Europeia de Institutos de Medidas (Network of European Measuring Institutes (MEASNET), Bruxelas, Bélgica)]. As curvas de P-V que foram determinadas por meio de um procedimento comparável, antes de 1o. de Janeiro de 2000, também podem ser usadas em vez das cur-

vas P-V obtidas como especificado na segunda sentença, contanto que a construção de conversores de energia eólica, do tipo a que essas curvas se aplicam, não seja iniciada dentro do alcance territorial desta lei depois do dia 31 de dezembro de 2001.

6. As medições das curvas de P-V e os cálculos dos rendimentos de referência de diferentes tipos de conversores de energia eólica em sítios de referência serão executadas, para o objetivo desta lei, por instituições que são acreditadas para a medição de curvas de P-V como definido em (5) acima e conforme o [General Criteria for the Operation of Test Laboratories (DINEN 45001) de Maio de 1990]. Os nomes dessas instituições devem ser publicados no [Federal Official Gazette by the Federal Ministry of Economics and Technology] para informação das partes interessadas.

Lei de Promoção do Desenvolvimento e da Utilização de Energia Renovável, da República Popular da China

Minuta de Março de 2005

O Conselho de Estado produziu um documento abrangente, cobrindo a aplicação da energia renovável para a geração energia elétrica, combustíveis líquidos, gás em rede e geração de calor.

1. Princípios Gerais

O objetivo, o alcance, os direitos e as obrigações de utilizar as energias renováveis são explicados. Isto é seguido pelo princípio de promoção governamental associada com orientação ao mercado. Eletrificação rural, P&D, disseminação e educação, proteção do meio ambiente, orientação setorial, reputação e concessão, e responsabilidades são delineadas.

2. Gerência de Recursos e Plano de Desenvolvimento

Um plano de recursos de energia renovável abrangente e um plano integrado de desenvolvimento de energia renovável, incluindo o desenvolvimento nacional, social, econômico e ambiental devem estar preparados e abertos ao público.

3. Orientação da Indústria e Avanço Tecnológico

Conscientização, padronização, teste e certificação, educação, P&D, centros de energias renováveis, publicidade, empreendedorismo e associações de indústrias devem ser incentivadas.

4. Disseminação e Aplicação

Energia conectada à rede, originada de energia renovável, deve ser aceita no preço total pelas concessionárias. Produtores independentes de energia são estimulados. Do mesmo modo, a produção remota de energia renovável, para a vida diária ou produção, é apoiada, como é a biomassa, o biogás e o calor, os combustíveis líquidos e a solar térmica, bem como a co-geração. Nas áreas com número de horas de sol maior do que 1500

horas por ano, devem ser instalados aquecedores de água solares ou bombas, em todas as novas construções, ou em reforma, de residências, hotéis, restaurantes, hospitais, escolas e edifícios públicos com menos de 11 andares.

5. Gerência de Preços

O governo decide os preços das energias renováveis conectadas à rede através de aprovação, licitação ou projeto de uma escala de preços. A aprovação do governo se relaciona a projetos financiados e construídos pelo governo. A licitação é aplicada a projetos convencionais, enquanto que a escala de preços é aplicada a projetos de energias renováveis. Isto está relacionado aos níveis comparáveis de custo da mesma tecnologia.

6. Incentivo Econômico

Um Fundo para o Desenvolvimento de Energia Renovável deve compensar os custos marginais das energias renováveis e deve servir para subsidiar áreas rurais, biomassa, combustíveis líquidos, avaliação de recursos, difusão tecnológica, P&D, projetos experimentais, equipamento, educação, treinamento, e cooperação e comunicação internacionais são apoiadas. A renda para o fundo deve resultar da eletricidade, das vendas, de impostos, de lucro, doações e outros. Espera-se que os bancos comerciais ofereçam créditos favoráveis para os projetos de energias renováveis.

7. Responsabilidade Legal

As multas são estabelecidas entre 500.000 (aproximadamente US\$ 60.000) e um milhão de luans (aproximadamente US\$ 120.000) para energia, rede e corporações de petróleo, e em 100.000 luans (aproximadamente US\$ 12.000) para construtoras em dívida.

Comentários

A implementação da nova lei manifesta a consciência da República Popular da China. As responsabilidades e os orçamentos foram destinados inequivocamente. Os compromissos com objetivos tais como "10 %, 20 %, 50 % de RE antes de 2010, 2020, 2050" são assumidos para estarem num futuro próximo. Uma estrutura de sistema de preços em longo prazo, para as energias renováveis, está sendo preparada. Se essas dimensões cruciais estiverem integradas, a nova lei será a lei de energia renovável mais avançada no mundo. O impacto na República Popular da China e no resto do mundo poderia ser indicador de uma tendência.

Conclusões

Parece que num futuro mix energético é improvável que uma tecnologia de energia renovável única seja dominante. Seria imprudente apostar em um vencedor, embora os proponentes muitas vezes poderiam discordar.

A energia renovável não tem um fim em si mesma. Ele é um modo de fornecer serviços de energia de uma forma socialmente e ambientalmente sustentável, pelo mínimo custo de ciclo de vida. O planejamento de energia integrado é um subconjunto do planejamento de recurso integrado, onde o suprimento de recursos é combinado com a demanda.

A competição de recursos dentro de nações e entre nações não exclui a cooperação. Na natureza, simbiose e cooperação são mais frequentes do que o esperado. As entidades que são tanto flexíveis quanto eficientes energeticamente tendem a ser concorrentes mais prósperas. Por isso, as nações em desenvolvimento podem melhorar o seu bem-estar sendo mais eficientes energeticamente e menos dependentes dos combustíveis fósseis. O uso de fontes renováveis de energia estimula esta tendência. Deste modo, é possível enfatizar o próprio benefício ao mesmo tempo em que se realiza o bem comum.

Os governos têm um horizonte de planejamento mais longo do que os interesses individuais e comerciais. As suas políticas são – ou deveriam ser – construídas baseadas em previsões de longo prazo. Os seus próprios investimentos em construções e outras aquisições devem refletir conseqüentemente esta perspectiva, baseada no menor cálculo de custos do ciclo de vida, inclusive os custos totais de externalidades.

Os governos existem dentro de contextos regionais, continentais e internacionais, que trazem com eles interações mútuas e obrigações. Alguns desses contextos e interações ajudam na transição para o uso de fontes renováveis de forma rápida, ordenada e segurada, os outros impedem. Nas suas interações, os gover-

nos sábios têm de pensar, e criar, situações de vitória.

Embora o mercado seja um condutor forte, os fracassos de mercado realmente ocorrem no campo da energia. Assim, os governos evitam e corrigem tais fracassos de mercado. Conhecer o preço do kWh não reflete o valor de um serviço de energia.

Até o momento, a experiência também mostrou que não se pode confiar em uma política única. Um bom sistema de políticas complementares e medidas é necessário. Também não se pode esperar que o Governo Federal possa fazer isso sozinho. Vários níveis do governo bem como o setor privado têm que trabalhar em acordo, ou pelo menos através de uma competição construtiva.

Mesmo as melhores políticas são de pouco uso se elas não estiverem sendo aplicadas constantemente. As capacidades dos países em desenvolvimento são severamente limitadas. Resulta disso que as leis de fontes renováveis de energia devem ser fáceis de controlar e de serem cobradas.

Muitos cientistas independentes confirmaram que a transição para o uso de fontes renováveis de energia é necessária, urgente e técnico-economicamente factível, embora isto possa parecer tão improvável a alguns, como era inimaginável há não tanto tempo atrás que o homem pudesse caminhar na lua.

O período de transição é sempre um período turbulento no qual a reação humana mais natural é de pânico e de aderir ao habitual, adiando, pelo medo de tomar a decisão incorreta. Contudo, a decisão de procrastinar é também uma decisão – muitas vezes incorreta.

A transição mundial para a nova era não irá esperar pelos países em desenvolvimento que se atrasem. Esta é a escolha própria de indivíduos, famílias, comunidades, companhias e nações se eles querem ser perdedo-

res ou vencedores na era solar. No futuro, algumas pessoas vão olhar para trás e irão sorrir.

Agradecimentos e Referências

O autor, Dr. Dieter Holm, gostaria de manifestar seu profundo agradecimento:

Ao Dr. Donald Aitken, autor do *White Paper* anterior da ISES (2000), que ofereceu críticas, conselhos e apoio.

Aos colegas de trabalho do Conselho e Escritório Central da ISES, pelas informações e dados fornecidos.

À Dra. Monica Oliphant, que iniciou e guiou com capacidade louvável os trabalhos desse *White Paper*, na qualidade de Vice-Presidente para Relações Públicas da ISES.

A Henning Holm, que compartilhou sua experiência em países em desenvolvimento, para benefício desse *White Paper*.

Ao Prof. Ricardo Rütger, Presidente da ISES DO BRASIL, pelas críticas construtivas.

Como de praxe, o autor assume a responsabilidade por eventuais erros.

Principais referências bibliográficas utilizadas:

Refocus

International Solar Energy Society Journal; Elsevier Science.

Renewable Energy World

James & James Science Publishers.

Solar Today

American Solar Energy Society Journal

Erneuerbare Energie

Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft: Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Gleisdorf, Austria.

The World in Transition – Towards Sustainable Energy Systems.

German Advisory Council on Global Change (WBGU). Earthscan: London and Sterling, VA. 2003.

Thematic Background Papers to the “Renewables 2004 in Bonn”

(www.renewables2004.de)

Usados como exemplos nos *boxes* artigos de: Goldenberg, J.; Pershing, J.; Sonntag-O'Brien, V.; Luther, J.; Christensen, J.; Steiner, A.; Johansson, T. B.; Karekezi, S.; Sawin, J. L.; e Clancy J.. 2004

Awerbuch, S.. **Risk-Adjusted Cost of Electricity Estimates Based on Historic Fuel Price Risk.** Renewable Energy World. May/Apr: 58. James & James: London. 2003.

Banks, D. & J. Schäffler. **Energy Sustainability: South Africa challenges and opportunities.** SECCP. 2005.

Butler L. & Neuhoff, K.. **Comparison of Feed in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development.** Cambridge Working Papers in Economics CWPE 0503. Cambridge, UK. 2004.

Heinberg, R. **The Party's Over – Oil, War and the Fate of Industrial Societies.** New Society: Gabriola, Canada. 2003.

International Institute for Energy conservation (IIEC). **Global Issue Papers. Transitioning to Renewable Energy. An Analytical Framework for Creating an Enabling Environment.** H. Böll Stiftung: Johannesburg. 2004.

Nicklas, M.; Schramm, G.. **ISES Utility Initiative for Africa – Selected Proceedings.** D Holm and W Berger: Freiburg, Germany. 1981.

Van Horen, C.. **Counting the social costs. Electricity and the externalities in South Africa.** UCT Press: CT. 1996.

Sobre o autor

Dieter Holm é consultor em Desenvolvimento Sustentável no Ambiente Construído. Ele e sua família vivem em Hartbees-poort Dam, próximo a Pretoria, na primeira casa autônoma moderna da África, construída antes da primeira crise energética da década de 70.

Além de aquecimento solar passivo, sistema para rejeição de calor e aproveitamento da iluminação natural, sua casa também é equipada com sistema de armazenagem da água da chuva, aquecimento solar de água e reciclagem, assim como fogão e forno solares. Módulos solares fotovoltaicos atendem à demanda elétrica da casa, do seu escritório e, ainda, da oficina de torneamento de madeira de sua esposa.

Dieter é um professor entusiasta, tendo sido Coordenador do Departamento de Arquitetura e, mais tarde, Coordenador de Pesquisa e Pós-Graduação na Universidade de Pretoria, África do Sul.

Como diretor do Holm Jordaan Holm Architects, ele tem co-autoria em muitos trabalhos ganhadores de prêmios em competições, o último dos quais sendo o novo prédio da Prefeitura de Pretoria.

Suas publicações são principalmente sobre aplicação da arquitetura passiva em edificações, tendo produzido três livros.

Ele é secretário da ISES, diretor da ISES Africa, presidente da *Sustainable Energy Society of Southern Africa* (SESSA), e presidente da Divisão de Aquecimento Solar de Água da mesma SESSA.

Seu trabalho sobre energia em moradias de baixo custo foi premiado na categoria residencial na *Eskom Eta Award Competition*.

O Prof. Dieter Holm é palestrante habitual em conferências internacionais e locais, além de ser chamado com frequência para entrevistas no rádio e tv.

Anexo A: Listagem de países em desenvolvimento

Países em desenvolvimento e os com os menores níveis de desenvolvimento (Relatório de Desenvolvimento Humano do PNUD: Metas de Desenvolvimento do Milênio: Um pacto entre as nações para acabar com a pobreza. New York, Oxford University Press, 2003)

137 países em desenvolvimento e os 49 países com os menores níveis de desenvolvimento (em negrito)

Afeganistão

África do Sul

Angola

Antigua e Barbados

Arábia Saudita

Argélia

Argentina

Bahamas

Bahrain

Bangladesh

Barbados

Belize

Benin

Bhutan

Bolívia

Botswana

Brasil

Brunei Darussalam

Burkina Faso

Burundi

Cabo Verde

Camarões

Camboja

Chad

Chile

China

Cingapura

Colômbia

Comoros

Congo

Congo, República Democrata do

Coréia, República da

Coréia, República Democrática da

Costa Rica

Côte d'Ivoire

Cuba

Cyprus

Djibouti

Dominica

Egito

El Salvador

Emirados Árabes Unidos

Equador

Eritrea

Etiópia

Fiji

Filipinas

Gabão

Gâmbia

Gana

Grenada

Guatemala

Guiana

Guiné

Guiné Equatorial

Guiné-Bissau

Haiti

Honduras

Hong Kong, China

Iêmen

Ilhas Salomão

Índia

Indonésia

Irã, República Islâmica do

Iraque

Jamaica

Jordan

Kiribati

Kuwait

Lao, Rep. Dem. do Povo de

Leoa Serra

Lesotho

Líbano

Libéria

Libyan Arab Jamahiriya

Madagascar

Malásia

Malawi

Maldives

Mali

Marrocos

Marshall Islands

Mauritânia

Mauritius

México

Micronésia, Federação de Estados da

Moçambique

Mongólia

Myanmar

Namíbia

Nauru

Nepal

Nicarágua

Niger

Nigéria

Oman

Palau

Palestina

Panamá

Papua Nova Guiné

Paquistão

Paraguai

Peru

Qatar

Quênia

República da África Central

República Dominicana

Ruanda

Saint Kitts and Nevis

Saint Lucia

Saint Vincent and the Grenadines

Samoa (Ocidental)

São Tomé e Príncipe

Senegal

Seychelles

Síria, República Árabe da

Somália

Sri Lanka

Sudão

Suriname

Swaziland

Tailândia

Tanzânia, União República da

Timor-Leste

Togo

Tonga

Trinidad & Tobago

Tunísia

Turquia

Tuvalu

Uganda

Uruguai

Vanuatu

Venezuela

Vietnã

Zâmbia

Zimbábue

(137 países / áreas)

Anexo B: Abreviaturas

°C	grau Celsius	IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	RER	Recursos energéticos renováveis
BIPV	<i>Building Integrated Photovoltaics</i>	ISES	<i>International Solar Energy Society</i>	REC	<i>Renewable Energy Certificate</i>
BOS	<i>Balance of System</i>	ISO	<i>International Standards Organisation</i> (Instituto Internacional de Normas Técnicas)	ELR	Eletrificação Rural
Btu	<i>British thermal unit</i>	K	Kelvin	TRER	Tecnologia em recursos energéticos renováveis
CERT	Certificado	KCJ	<i>Kenya Ceramic Jiko</i>	RPS	<i>Renewable Portfolio Standard</i>
CFL	<i>Compact Fluorescent Light</i>	kWh	quilowatt-hora	SADC	<i>Southern African Development Community</i>
CHP	<i>Combined Heat and Power</i>	LED	<i>Light Emitting Diode</i>	SHS	<i>Solar Home Systems</i>
CIS	<i>Commonwealth of Independent States</i>	LHV	<i>Lower Heat Value</i>	SWH	<i>Solar Water Heater/Heating</i>
COP	Coeficiente de Performance	GLP	Gás liquefeito de petróleo	TERI	<i>The Energy and Resources Institute</i>
CSH	<i>Concentrated Solar Heat</i>	MDL	<i>Mecanismo de Desenvolvimento Limpo</i>	PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
DALY	<i>Disability Adjusted Life Year</i>	Mtoe	<i>Million tons of oil equivalent</i>	WBGU	<i>Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung</i> (Conselho Consultivo Alemão para Alterações Climáticas Globais)
GD	Geração distribuída	MW	Megawatt	WCD	<i>World Commission on Dams</i> (Comissão Mundial sobre Represas)
DIN	<i>Deutsche Industrienorm</i> (Instituto Alemão de Normas Técnicas)	MWe	Megawatt elétrico	WWEA	<i>World Wind Energy Association</i>
DNA	<i>Designated National Authority</i>	NFFO	<i>Non-Fossil Fuel Obligation</i>	WSSD	<i>World Summit on Sustainable Development</i>
DSM	<i>Demand Side Management</i>	ONG	Organização não-governamental		
EE	Eficiência energética	OECD	<i>Organisation of Economic Cooperation and Development</i>		
EJ	<i>Ekta Joule</i>	ONU	Organização das Nações Unidas		
UE	União Européia	PCHs	Pequenas centrais hidroelétricas		
FAO	<i>Food and Agriculture Organisation</i>	PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente		
FF	<i>Flexible Fuel</i>	PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas		
GEF	<i>Global Environmental Facility</i>	PTC	<i>Production Tax Credit</i>		
GHG	<i>Greenhouse Gas</i>	P&D	Pesquisa e Desenvolvimento		
GIS	<i>Geographic Information System</i>	PD&D	Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração		
HDR	<i>Hot Dry Rocks</i>				
IEA	<i>International Energy Agency</i>				

Da edição original em inglês:

The International Solar Energy Society gratefully acknowledges Prof Dr Dieter Holm, Secretary of ISES, Director of ISES Africa, and President of the Sustainable Energy Society of Southern Africa, who drafted this White Paper with input from expert resources worldwide, and technical review and input by the Headquarters and the ISES Board of Directors.

© ISES & Prof Dr Dieter Holm 2005
All rights reserved by ISES
and the author

Produced by:
ISES Headquarters

Design: triolog, Freiburg

Printed on 100 % recycled paper

“Os países em desenvolvimento não são simplesmente uma imitação dos países industrializados feita por pessoas pobres.”

“Devido à sua infra-estrutura energética subdesenvolvida e potencial único em recursos energéticos renováveis, os países em desenvolvimento – em parceria com os países industrializados – podem saltar para níveis tecnológicos avançados quando utilizam os benefícios do Protocolo de Kyoto.”

ISES DO BRASIL
Sociedade Internacional
de Energia Solar – Seção Brasil

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Depto. Eng. Mecânica - Bloco A
LABSOLAR - Laboratório de Energia Solar
Cx.Postal 476 - CEP 88040-900
Florianópolis / SC
Brasil

tel: +55 (48) 3721.5174
fax: +55 (48) 3721.7615
e-mail: ruther@mbox1.ufsc.br
web: www.fotovoltaica.ufsc.br/ises

ISES
International Solar Energy Society

Wiesentalstr. 50
79115 Freiburg
Alemanha

tel: +49 – 761 – 45906-0
fax: +49 – 761 – 45906-99
e-mail: hq@ises.org
web: www.ises.org