

MATRIZES ELÉTRICAS NA ECONOMIA MUNDIAL: UM ESTUDO SOBRE OS POSICIONAMENTOS NA ALEMANHA, ESTADOS UNIDOS E CHINA.

Fabricio Quadros Borges
doctorborges@bol.com.br
UNAMA

Resumo: O objetivo deste trabalho é o de analisar o posicionamento estratégico dos governos na Alemanha, Estados Unidos e China em relação as suas matrizes elétricas. Diante da necessidade de segurança energética, das questões ambientais e de aspectos competitivos estes governos desenvolveram tentativas de transformar estrategicamente o uso de fontes de energia para a geração de eletricidade. Neste sentido, a investigação pretende questionar quais as diretrizes adotadas por estes governos ao reposicionarem suas matrizes elétricas. A metodologia realizou uma coleta de dados a partir de literatura especializada e de documentos que identificaram medidas governamentais pertinentes à construção de novas matrizes elétrica nestes países, de maneira a observar suas diretrizes no processo de formulação destas. O estudo constatou que os três governos procuraram fundamentar suas estratégias na combinação entre recursos disponíveis e fontes sustentáveis para a geração de eletricidade. A Alemanha, através da ampliação da participação da energia eólica, o estado americano da Califórnia, a partir do aumento da proporção utilizada da energia solar, e a China, através da ampliação da participação das fontes: hídrica, nuclear e gás natural, comporam a análise.

Palavras Chaves: Matriz elétrica. Economia mundial. Desenvolvimento sustentável. Fontes de energia.

Abstract: The aim of this work is to analyze the strategic positioning of the governments in Germany, the U.S. and China regarding their electrical grids. Given the need for energy security, environmental issues and competitive aspects of these governments have developed attempts to strategically transform the use of energy sources for electricity generation. In this sense, the research intends to question what the guidelines adopted by these governments to reposition their electrical grids. The methodology conducted a data collection from literature and documents identified relevant government measures to build new electric arrays in these countries, in order to observe its guidelines in the formulation of these. The study found that the three governments have sought to base their strategies on a combination of available resources and sustainable sources to generate electricity. Germany, through the greater participation of wind power America. The state of California, from the increase in the proportion used of solar energy, and China, through the greater participation of sources: hydro, nuclear and natural gas, performed the data analysis.

Key Words: Mother electric. World economy. Sustainable development. Energy sources.

Resumen: El objetivo de este trabajo es analizar la posición estratégica de los gobiernos de Alemania, los EE.UU. y China con respecto a sus redes eléctricas. Dada la necesidad de la seguridad energética, el medio ambiente y los aspectos competitivos de estos gobiernos han desarrollado intentos de transformar estratégicamente el uso de fuentes de energía para la generación de electricidad. En este sentido, la investigación tiene la intención de cuestionar lo que las orientaciones adoptadas por los gobiernos para cambiar la posición de sus redes eléctricas. La metodología que llevó a cabo una recopilación de datos de la literatura y documentos identificó medidas gubernamentales para construir nuevas matrices eléctricas en

estos países, con el fin de observar sus directrices en la formulación de estas. El estudio encontró que los tres gobiernos han tratado de basar sus estrategias en una combinación de los recursos disponibles y las fuentes sostenibles para generar electricidad . Alemania, a través de la mayor participación de la energía eólica AmericaDo el estado de California, por el aumento de la proporción utilizada de la energía solar, y China , a través de una mayor participación de las fuentes: hidráulica, nuclear y el gas natural, el análisis comporam .

Palabras clave: Madre eléctricas. Economía mundial. El desarrollo sostenible. Las fuentes de energía.

1. INTRODUÇÃO

O insumo energético tem sido tratado como um bem de natureza estratégica na medida em que as condições de disponibilidade de energia elétrica em quantidade, qualidade e custos competitivos determinam a capacidade das sociedades assegurarem determinado padrão de vida. Este padrão, porém, muitas vezes é construído a partir da utilização de fontes de eletricidade causadoras de significativos impactos ao meio ambiente considerando que lançam gases na atmosfera que provocam o efeito estufa e colaboram para o aquecimento global. Diante deste cenário, a necessidade de transformação da matriz elétrica representa hoje um dos maiores desafios da agenda energética internacional. Neste sentido, cabe uma reflexão sobre os efeitos geopolíticos de uma futura mudança da matriz elétrica global, já que o esgotamento de algumas fontes vai obrigar a economia global a convocar outras fontes de eletricidade, como as bioenergias e a nuclear, o que trará, certamente, transformações referentes à competitividade dos empreendimentos do setor.

De acordo com Barros (2007), as fontes de energia renováveis já demonstraram poder sustentar a economia mundial de várias maneiras. O autor destaca a energia como essencial para o desenvolvimento, que é uma das aspirações fundamentais dos povos de todos os países. O mundo atual depende, para seu funcionamento, do abastecimento de vetores energéticos modernos que são o carvão, o petróleo, o gás natural, a energia nuclear e a hidroeletricidade (BARROS, 2007). Os quatro primeiros são as principais fontes energéticas primárias, porém não são renováveis e dispõem de reservas limitadas, enquanto o quinto, que é renovável, se encontra em quantidade limitada e se concentra sobretudo em alguns países (BARROS, 2007). No entanto, é fato que os combustíveis fósseis e a eletricidade se constituem hoje a base para operar o atual modelo tecnológico e manter o estilo de vida rural e urbano contemporâneo. .

A necessidade estratégica de transformação das matrizes elétricas tem levado muitos países a investirem em tecnologia e em legislações que procurem promover o desenvolvimento sustentável para suas populações. Na dianteira destes esforços, destacam-se a Alemanha e o Estado americano da Califórnia, que caracterizam cenários de países desenvolvidos. O cenário energético enfrentado por países em desenvolvimento também foi observado através da realidade chinesa.

O objetivo deste trabalho é o de analisar o posicionamento estratégico dos governos na Alemanha, Estados Unidos e China em relação as suas matrizes elétricas. Diante da necessidade de segurança energética, das questões ambientais e de aspectos competitivos estes governos desenvolveram tentativas de transformar estrategicamente o uso de fontes de energia para a geração de eletricidade. Neste sentido, a investigação pretende questionar quais as diretrizes adotadas por estes governos ao reposicionarem suas matrizes elétricas.

2. MATRIZ ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As matrizes elétricas sempre assumiram a condição de vetores estratégicos na geopolítica mundial e os padrões competitivos utilizados na exploração de recursos nestas matrizes sempre promoveram reflexos nas relações internacionais de poder. Este referencial aborda a matriz elétrica e o desenvolvimento sustentável.

A matriz elétrica representa a disposição das diversas formas, especificamente, de eletricidade, disponibilizadas aos processos produtivos em determinado contexto espacial, envolvendo suas fontes de geração e utilização. A matriz elétrica pode ser utilizada na análise da produção e uso de eletricidade em determinado contexto local, de modo a permitir uma leitura a partir da conjuntura energética global. Esta condição permite observar que a quantidade de energia elétrica produzida deve ter sua importância associada aos tipos de fontes de geração deste insumo, assim como às formas de acesso da população. Logo, possibilita levantar subsídios de análise na tentativa de orientar ações públicas do setor elétrico que sejam mais comprometidas com o desenvolvimento sustentável (REIS *et al*, 2005).

Deste modo, a matriz elétrica representa um importante instrumento de análise estratégica para o desenvolvimento sustentável. De acordo com Goldemberg e Moreira (2005), fontes de energia compreendem insumos essenciais para o desenvolvimento sustentável. Entretanto, tão importante como sua disponibilidade interna a custos competitivos

é o uso que se faz dessa energia na produção dos serviços que ela proporciona. Também é preciso notar que quanto à disponibilidade física da exploração dos mesmos, os autores observam que estes recursos determinam o interesse do mercado consumidor.

O resultado desta análise da matriz elétrica é subsídio para a tomada de decisão por parte do setor elétrico. O setor elétrico, por sua vez, constitui-se em uma organização social formada de relações sistêmicas que envolvem o processo de transformação da energia primária até a utilização final por tipo de consumidor. Estas relações são estabelecidas entre os componentes do setor elétrico, tais como: geração, transmissão e distribuição, e devem tomar como base o potencial tecnológico e econômico próprios, os interesses da sociedade e as premissas do desenvolvimento sustentável.

O tratamento da categoria desenvolvimento sustentável envolve um universo complexo de dimensões de abordagem. Este estudo, porém, não possui a pretensão de realizar uma análise epistemológica ou uma ampla avaliação operacional de sua aplicação. A utilidade deste referencial normativo, nesta oportunidade, é, sobretudo, perceber diante de seu entendimento conceitual, o cenário energético enfrentado pelos governos na medida em que buscam a obtenção de uma segurança energética e no momento em que lidam com as questões ambientais, que são determinantes em termos de competitividade.

O Relatório de *Brundtland* é quem define o desenvolvimento sustentável com mais detalhamento. De acordo com o relatório, de 1987, o termo é um processo de mudança no qual a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e elevam o potencial corrente e futuro para reunir necessidades e aspirações humanas (WCED, 1991).

O documento apresenta uma relevante definição de crescimento, bastante discutida na pauta política internacional no que se refere às questões pertinentes à distribuição global de uso de recursos e à qualidade ambiental (BRUYN; DRUNDEN, 1999). Conforme Stahel (1995) e Aragón (1997), o relatório refere-se, pelo menos implicitamente, ao processo dentro de padrões do sistema capitalista, ou seja, dentro de um ambiente institucional de uma economia de mercado. Neste sentido, é que essa definição possui dificuldades de separar-se da ideia de que a premissa fundamental do desenvolvimento sustentável seria o crescimento econômico.

A definição de desenvolvimento sustentável também é cercado de contradições. Conforme Kitamura (1994), este desenvolvimento vincula-se a uma ética que incorpora tanto os valores ecológicos quanto espirituais. O problema reside no fato de que os interesses

econômicos não são submissos às noções de ética. Seu conceito supõe ainda uma nova ordem internacional, que tem como produto uma ampla redistribuição do poder (Kitamura, 1994). A ideia desta nova ordem de desenvolvimento, entretanto, ignora as correlações de forças que são atuantes no mercado mundial, e os interesses das nações industrializadas em manter a posição de vantagem no panorama internacional (REDCLIFT, 1987; SPANGENBERG, 2000). O fato dos interesses econômicos não se subjulgarem aos princípios éticos que acolhem valores ecológicos e espirituais comprometem a essência da ideia terminológica do que seria o desenvolvimento sustentável.

Os interesses das nações industrializadas, na manutenção da condição de vantagem econômica no cenário mundial, representa na prática a impossibilidade de implantação deste referencial normativo, pelo menos, a partir de suas bases conceituais. O contexto de implantação do desenvolvimento sustentável é caracterizado, inclusive, implicitamente, por padrões de uma economia de mercado, o que leva a conclusão de que a ideia deste tipo de desenvolvimento está profundamente vinculada a ideia de crescimento econômico.

Nesta perspectiva, destaca-se que a ideia mais aceitável para a construção do entendimento do desenvolvimento sustentável, de forma a iniciar uma contribuição ao termo a partir de uma dimensão mais categórica, alicerça-se na ideia de que o desenvolvimento sustentável compreende uma condição de crescimento contínuo de uma economia, de modo a permitir uma razoável distribuição concreta da riqueza social por intermédio da ampliação do acesso das populações à satisfação de necessidades básicas como saúde, educação, água, saneamento e *energia*, sendo esta última, responsável prévia pelo acesso às necessidades anteriores. É neste ambiente sustentável, que a preocupação com o posicionamento das matrizes elétricas representa justamente uma contribuição à garantia de um crescimento contínuo e sustentado a partir de diretrizes estratégicas que promovam o uso de fontes alternativas de eletricidade capazes de distribuir a riqueza social e reduzir impactos ao meio ambiente.

3. METODOLOGIA.

A investigação é exploratória na medida em que envolve um levantamento bibliográfico e analisa realidades que estimulam a compreensão da dinâmica da necessidade de transformação de matrizes elétricas. É descritiva, no momento em que procura observar e analisar variáveis para melhor orientação prática de ações estratégicas no ambiente do setor

elétrico. E quanto aos seus meios como: bibliográfica e documental, na medida em que se utiliza de um levantamento de materiais e documentos junto a órgãos vinculados ao ambiente energético.

A metodologia foi dividida quanto aos seus procedimentos em três etapas. Coleta de dados, tratamento dos mesmos e análise de resultados. Na primeira realizou uma coleta de dados, por meio de pesquisa bibliográfica que abrangeu a leitura especializada, e um levantamento de dados secundários junto a órgãos que atuam no cenário energético dos países pesquisados. A coleta de dados foi realizada a partir de três realidades: a Alemanha e o Estado americano da Califórnia e a China. A escolha pelas realidades da Alemanha e do Estado americano da Califórnia, no tocante ao cenário energético, se deu, em aspecto geral, pela conduta destes governos no enfrentamento da insegurança na oferta de eletricidade e da questão ambiental, realidades que atingem o cenário mundial independentemente de características socioeconômicas de países. A opção pela realidade chinesa se deu em virtude de caracterizar-se como um país em processo de desenvolvimento, e, portanto, revelando elementos sociais e econômicos ainda mais desafiadores.

Na segunda etapa, a metodologia efetuou um esforço de tratamento de dados na intenção de enumerar medidas governamentais realizadas e suas perspectivas na construção de novas matrizes elétricas a partir de estratégias ambientalmente coerentes ao novo panorama mundial, ocasionado pelos novos padrões competitivos e pelo aquecimento global.

A análise de resultados observou estrategicamente quatro dimensões para avaliar com maior precisão as diretrizes utilizadas na elaboração das matrizes estudadas. São elas - Econômica: Analisa a viabilidade de investimento e custo. Esta dimensão foi representada a partir do custo de utilização e retorno de investimento de cada fonte na geração de eletricidade; Social: Observa a inclusão e a redistribuição de renda. Sua caracterização nesta investigação foi através da capacidade de geração de empregos; Ambiental: Avalia os impactos causados ao meio ambiente. Esta dimensão foi demonstrada pelo nível de emissões de gases poluentes; e Tecnológica: Verifica os melhores resultados no menor tempo. Sua representação se deu por meio de unidades técnicas como: intensidade, densidade e eficiência.

Destaca-se ainda, que qualquer esforço de comparação entre países e regiões, independente do campo de análise, revelará lacunas por menores que sejam. Cada região possui características econômicas, sociais, tecnológicas, geológicas, culturais e de valores

ímpares que impossibilitarão a construção de parâmetros tecnicamente perfeitos para afirmações científicas absolutas.

4. ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DAS MATRIZES ELÉTRICAS

Inicialmente, realiza-se uma análise das medidas governamentais implantadas na Alemanha e na Califórnia, assim como, dos novos cenários de desenvolvimento que já começaram a se desenhar nas realidades daquelas populações. Posteriormente, aborda-se o cenário energético verificado na China de forma a perceber potencialidades e limitações de seu planejamento no setor elétrico.

Na Alemanha, a iniciativa de transformação na matriz elétrica está pautado notadamente na ampliação da participação da energia eólica. O Governo alemão já conta, desde a década de 70, com resultados bastante razoáveis no campo da economia de energia e do aumento da eficiência energética, o que colabora para que o país possa definir objetivos de satisfazer metade de sua demanda energética a partir de fontes renováveis até 2050. A utilização de subsídios no setor elétrico e a adoção de taxas temporárias compreendem a base das ações do Governo alemão para promover um panorama de desenvolvimento com prudência ambiental (Quadro 1).

Quadro1: Ações governamentais para a alteração da matriz elétrica na Alemanha e o panorama de desenvolvimento projetado.

AÇÕES GOVERNAMENTAIS	PANORAMA DE DESENVOLVIMENTO
<ul style="list-style-type: none">• Subsídios de €20 milhões para movimentar o início das operações comerciais de distribuição de fontes de energia alternativa, notadamente de energia eólica.• Prática temporária de taxa mensal fixa de €1,80 para atender aos custos de geração e distribuição de energia eólica.• Prática temporária de taxas decrescentes pagas pelas distribuidoras às geradoras de	<p>Dimensão econômica: A indústria eólica alemã faturou €6,5 bilhões em 2008.</p> <p>Dimensão social: As empresas envolvidas com a cadeia de energia eólica já são as maiores geradoras de empregos no país e com previsão de 100 mil vagas para os próximos 10 anos.</p> <p>Dimensão ambiental: A geração de energia eólica na Alemanha evitou, em 2008, a emissão de cerca de 27 milhões de toneladas de gás carbônico.</p>

eletricidade na intensão de fazer com que fabricantes desenvolvam turbinas mais baratas e eficientes.

Dimensão tecnológica: Os custos para converter a energia dos ventos em eletricidade serão equivalentes aos das usinas que queimam combustíveis fósseis até 2015.

Fonte: Elaboração própria a partir de Deutsche Energie Agentur - DENA (2007;2008).

O novo panorama de desenvolvimento que o governo da Alemanha começa a estruturar para o país está alicerçado na criação de um setor industrial totalmente novo, o da indústria eólica. Os €6,5 bilhões faturados em 2008 são um indicativo de que esta indústria tende a igualar ou até superar o setor automotivo alemão em cerca de uma década. Os reflexos na geração de empregos também já começaram através de uma abertura prevista de 10.000 novas vagas por ano na próxima década, apenas a partir da indústria eólica. As hélices de geradores de energia eólica vêm cada vez mais modificando a paisagem na Alemanha, e melhor, apresentando resultados animadores na medida em que a geração deste tipo de fonte no país evitou em 2008 a emissão de aproximadamente 27 milhões de toneladas de gás carbônico. O país possui atualmente mais de 19.000 turbinas eólicas. No campo tecnológico, os avanços também acontecem. Os custos de geração de energia eólica são decrescentes no país. Desde 1991, estes custos já caíram pela metade, e em cerca de 5 anos estarão equivalentes ao patamar de competição das usinas térmicas movidas a combustível fóssil (Deutsch Wind Energy Association, 2009).

A intenção do Governo alemão é a de que a participação de fontes eólicas, solares, a partir de biomassa e de pequenas hidroelétricas seja de 25% até 2020 (Tabela 1). Destes, 20% apenas de fonte eólica. Em 2008, registrou-se uma participação de 11% para estas fontes renováveis, onde 6% refere-se a fonte eólica. O país tem o propósito de reduzir relativamente a utilização de eletricidade a partir da energia nuclear, do carvão mineral e vegetal

Tabela 1: Balanço de energia elétrica em 2008 e a Matriz elétrica para 2020 na Alemanha.

Fontes de eletricidade	2008 (%)	2020 (%)
Nuclear	29	25
Eólica, solar, biomassa e Peq. hidrel.	11	25

Carvão vegetal	26	20
Carvão mineral	21	20
Gás Natural	10	8
Outros	3	2
Total	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir de Deutsche Energie Agentur - DENA (2007; 2008).

No estado norte-americano da Califórnia, a realidade é a de líder nacional na geração de eletricidade usando fontes renováveis de energia. Nenhum outro Estado americano produz mais eletricidade através do uso da energia eólica e solar, bem como hidroelétricas. Porém, nos últimos anos, o crescimento da quantidade de eletricidade produzida no Estado não tem acompanhado seu imenso crescimento populacional e econômico, gerando vários apagões. Como consequência da alta demanda por eletricidade, a Califórnia precisa comprar eletricidade de Estados vizinhos para poder atender à própria demanda. O seu esforço na transformação da matriz elétrica está alicerçado na ampliação da participação da energia solar. Para este intento, o Governo californiano baseou suas medidas na administração de fundos para a instalação de placas de energia solar e em estímulos à utilização deste tipo de energia por meio de subsídios (Quadro 2).

Quadro 2: Ações governamentais para a alteração da matriz elétrica na Califórnia e o panorama de desenvolvimento projetado.

AÇÕES GOVERNAMENTAIS	PANORAMA DE DESENVOLVIMENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Administração de um fundo de US\$ 350 milhões, que cobre um terço do custo de instalação de um painel e o torna mais barato para o cidadão comum. • Instalação de 1 milhão de placas de energia solar em residências nos próximos 10 anos. • Subsídios de US\$ 2,9 bilhões nos próximos dez anos para estimular o uso da 	<p>Dimensão econômica: As indústrias de energias renováveis na Califórnia devem movimentar cerca de US\$ 60 milhões por ano.</p> <p>Dimensão social: As empresas envolvidas com a cadeia de energia solar deverão gerar em 10 anos cerca de 20.000 novas vagas.</p> <p>Dimensão ambiental: A geração de energia solar na Califórnia deverá evitar nos próximos 10 anos emissões de cerca de 50 milhões de toneladas de gases poluentes.</p>

energia solar.

Dimensão tecnológica: Atração de fundos de investimentos que já injetaram aproximadamente US\$ 1 milhão em empresas que desenvolvem tecnologias limpas na região.

Fonte: Elaboração própria a partir de Green Innovation Index/NEXT10 (2008) e da Energy Information Administration - EIA (2008).

O resultado destas ações pode ser mais bem visualizado por intermédio da comparação do balanço de energia elétrica da Califórnia em 2008, onde se verifica a realidade encontrada pelo Governo, e a matriz elétrica projetada para 2020 (Tabela 2). As fontes: eólica, solar, biomassa e a hídrica, gerada a partir de pequenas hidrelétricas, tendem a passar de 12% em 2008 para 33% em 2020. Esta política energética pode inclusive colaborar para que os Estados Unidos tenha sua imagem associada mais a um exemplo de desenvolvimento sustentável vinculado a oportunidade de negócios, que a imagem de um dos maiores contribuintes para o aquecimento global na atualidade.

Tabela 2: Balanço de energia elétrica em 2008 e a Matriz elétrica para 2020 na Califórnia.

Fontes de eletricidade	2008 (%)	2020 (%)
Eólica, solar, biomassa e Peq. Hidrelét.	12	33
Hídrica	37	30
Nuclear	28	20
Gás Natural	20	15
Outros	3	2
Total	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir de Green Innovation Index/NEXT10 (2008) e Energy Information Administration-EIA (2008).

O novo panorama de desenvolvimento, gerado pelos esforços de alteração da matriz elétrica, solidifica a condição da Califórnia de liderança na luta contra o aquecimento global, e a manutenção destes investimentos em tecnologias energéticas limpas e eficientes provavelmente ampliarão os avanços em seu processo de desenvolvimento. O capital movimentado pelas indústrias de energia renovável será de aproximadamente US\$ 600 milhões em 10 anos. Os 20.000 novos postos de trabalho em 10 anos são representativos na medida em que se referem apenas às indústrias da cadeia da energia solar. E os fundos de

investimento promotores de tecnologias limpas solidificam através de seu volume de investimento um compromisso consciente com a transformação da matriz elétrica do Estado. A energia solar continua muito onerosa se comparada à eletricidade das termelétricas, mas está avançando muito, impulsionada pelas cotas estatais do Governo americano.

O governo californiano tem a intenção de que os ganhos de participação da energia renovável junto a matriz elétrica do Estado substituam parte da participação de fontes como a nuclear e o gás natural. Considerando a necessidade de importação de eletricidade, a Califórnia também trabalha na construção de grandes hidrelétricas, mas que não tendem a representar alterações na matriz elétrica, apenas em sua balança comercial, já que deixaria de importar uma pequena parte da energia elétrica consumida.

O que se verifica na análise destes dois cenários é que a Alemanha, com forte participação em sua matriz do carvão mineral e vegetal, e a Califórnia, com destaque à fonte hídrica e ao gás natural, apresentam realidades de recursos naturais e tecnológicos distintos, porém, de conduta semelhante quanto ao planejamento do aumento da participação de fontes renováveis como a eólica, a solar e a biomassa, em suas matrizes elétricas. A fonte nuclear tende a diminuir sensivelmente sua participação, mas possuirá papel relevante da geração de eletricidade nas duas realidades verificadas.

No tocante ao panorama energético verificado na China, observou-se que a matriz elétrica chinesa possui uma ampla participação do carvão mineral que alimenta a quase totalidade das usinas térmicas. A política energética chinesa vê o carvão como fonte estratégica para a expansão econômica e pretende aumentar a produção deste insumo.

A matriz atual é resultado de uma tendência iniciada nos anos 90 e que exigirá do Governo chinês investimentos que promovam inovações capazes de modificar gradualmente sua matriz elétrica. Os esforços governamentais para a modificação da matriz estão sendo direcionados à ampliação da participação da hidroeletricidade, da energia nuclear e do gás natural. De acordo com a BP Global (2008), a hidroeletricidade cresce a uma taxa anual de 7,2%, a energia nuclear evolui a taxa de 27,7% e a energia a partir de gás natural cresce a uma taxa de 25%.

A seguir, observa-se o balanço energético chinês em 2008, onde se verifica a predominância do carvão como fonte de eletricidade, e uma aproximação do que seria a matriz elétrica da China para 2020 (Tabela 3), que foi resultado de uma estimativa tendencial de investimentos baseada no ritmo de crescimento de cada fonte de energia elétrica naquele país. Apesar de a China tratar com seriedade sua política energética, seu governo atribui aos

países desenvolvidos a responsabilidade de redução das emissões de gases poluentes e não assume formalmente compromissos que se traduzam em uma matriz elétrica para 2020.

Tabela 3: Balanço de energia elétrica em 2008 e a Matriz elétrica para 2020 na China.

FONTES DE ELETRICIDADE	2008 (%)	2020 (%)
Carvão mineral	75,1	60,1
Hídrica	18	25,3
Eólica, solar, biom. e peq. hidrel.	3,7	9
Nuclear	2,6	3,6
Outros	0,6	2
Total	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir de Centro Nacional de Estatística da China (2008) e BP Global (2008).

As medidas tomadas pelo Governo da China procuram estabilizar suas emissões até 2020 por meio de investimentos anuais da ordem de US\$ 33 bilhões. O país só é superado em investimentos no setor energético pela Alemanha. O aumento da eficiência energética e a expansão da infraestrutura de energia renovável são os pilares destas medidas. Em cômputo geral, estas medidas tendem a atingir todas as dimensões analisadas neste trabalho. Observa-se, no Quadro 3, cada uma delas.

O que se constata é que em todas as realidades analisadas neste estudo ocorre uma combinação entre a disponibilidade de recursos nos países e a possibilidade de uso de fontes de geração de eletricidade alinhadas ao desenvolvimento sustentável. Em maior ou menor proporção, estas nações possuem a intenção de aumentar a sustentabilidade de suas fontes de geração de eletricidade.

A abordagem geopolítica também é alterada a partir do posicionamento destes países diante de suas novas matrizes. A influência de fatores geográficos nas decisões políticas dos estados nacionais no âmbito internacional interfere, inclusive, nas relações de poder.

Quadro 3: Ações governamentais para a alteração da matriz elétrica na China e o panorama de desenvolvimento projetado.

AÇÕES GOVERNAMENTAIS	PANORAMA DE DESENVOLVIMENTO
<ul style="list-style-type: none">• Em 2007, os investimentos anuais direcionados para a ampliação da infraestrutura de utilização de fontes alternativas de eletricidade foram da ordem de US\$ 12 bilhões.	<p>Dimensão econômica: Os investimentos devem impedir que o crescimento econômico, baseado em produtos agrícolas e pecuários, na indústria e na mineração, seja estrangulado por déficits de energia elétrica.</p>
<ul style="list-style-type: none">• Aprovação de um plano de investimentos anuais de US\$ 33 bilhões até 2020 na intenção de sustentar o ritmo de crescimento econômico, a partir de uma maior participação de fontes alternativas de energia elétrica.	<p>Dimensão social: A diminuição das externalidades sociais da utilização do carvão mineral como principal fonte. O trabalho nas minas de carvão, muito duro e perigoso, é uma opção de emprego e sustento para os chineses das camadas menos favorecidas.</p>
	<p>Dimensão ambiental: as medidas procuram reduzir o uso do carvão como fonte de energia na medida em que o processamento e a combustão deste insumo libera grandes quantidades de gases poluentes que contribuem com cerca de 80% das emissões de gás carbônico no país.</p>
	<p>Dimensão tecnológica: os investimentos resultarão em inovações infraestruturais capazes de elevar de aproximadamente 7% para cerca de 15% o percentual de energia com baixo uso de carbono até 2020.</p>

Fonte: Elaboração própria a partir de Centro Nacional de Estatística da China (2008) e BP Global (2008). (2009).

De acordo com Barros (2007), a geopolítica refere-se à combinação de fatores geográficos e políticos, enfatizando o impacto da geografia sobre a política e a estratégia de um país ou ainda de uma região. As matrizes elétricas neste panorama identificam as

possibilidades de fortalecimento da economia nacional através das possibilidades de produção a vários segmentos de atividade.

5. CONCLUSÃO

Diante da necessidade de transformação das matrizes elétricas muitas nações passaram a repensar seus posicionamentos energéticos na intenção de promover um processo de desenvolvimento sustentável. Este trabalho analisou a iniciativa de três realidades.

Na Alemanha, o esforço de transformação na matriz elétrica está pautado notadamente na ampliação da participação da energia eólica. Na Califórnia, as iniciativas estão basicamente alicerçadas no aumento da proporção utilizada da energia solar. E na China, os esforços estão fundamentados na ampliação da participação das fontes: hídrica, nuclear e gás natural.

O estudo constatou que os três governos procuraram fundamentar suas estratégias na combinação entre recursos disponíveis e fontes sustentáveis para a geração de eletricidade. Nem sempre uma nação pode fazer avanços substanciais na medida em que precisa atender demandas crescentes e muitas vezes as restrições de recursos disponíveis atuam como desafios em grande escala. Entretanto, a iniciativa em reposicionar suas ações de maneira a promover um alinhamento aos novos padrões competitivos a partir de bases sustentáveis deve ser compreendida como o primeiro passo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA. *Centro de notícias*. Viena: IAEA, 2008. Disponível em www.iaea.org/NewsCenter/index.html. Acesso em 25 de setembro de 2008.

AGUIAR, A. P.; OMETTO, J.P.; VALERIANO, D.; e NOBRE, C.A. Cálculo de emissões de CO2 por desmatamento - Metodologia para Amazônia. VII Seminário técnico científico de análise dos dados do desmatamento. Brasília, 20 e 21 de maio de 2010. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/seminario2010/CST_emissoes_inpe.pdf. Acesso em: 25 de maio de 2010.

ARAGÓN, L. E. Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional. In: XIMENES, Tereza (Org.) *Perspectivas do desenvolvimento sustentável*. Belém: NAEA/UFPA, 1997. p. 577-604.

BORGES, Fabricio Quadros. *Setor elétrico e desenvolvimento no Estado do Pará: uma análise estratégica de indicadores de sustentabilidade*. Tese de Doutorado. Belém: NAEA/UFPA, 2007.

BARROS, E. V. de. A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica. *Engevista*, v. 9, n. 1, p. 47-56, junho 2007.

BP GLOBAL <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>. Acesso em 5/06/2008.

BRUYN, S.; DRUNDEN, M. *Sustainability and indicators in Amazon: conceptual framework for use in Amazon*. Amsterdam: VRIJE, 1999.

CAMARGO, A. S. G.; UGAYA, C. M. L.; AGUDELO, L. P. P. Proposta de definição de indicadores de sustentabilidade para geração de energia elétrica. *Revista Educação e Tecnologia*, Rio de Janeiro: CEFET/PR/MG/RJ, 2004.

CENTRO NACIONAL DE ESTATÍSTICA DA CHINA.

<http://www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/yearlydata/> . Acesso em 5/06/2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Anuário Mineral Brasileiro*. Brasília: MME, 2005.

DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR. *Erneuerbare Energien: Windparks*. Berlim, 2008.

_____. *Intelligente Nutzung von Energie*. Berlim: DENA, 2007.

DEUTSCH WIND ENERGY ASSOCIATION. Disponível em: <http://www.wind-energie.de/en/> Acesso em: 14 de janeiro de 2009.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. *International energy outlook*. Washington: EIA, 2008. Disponível em www.eia.doe.gov/oiaf/archive. Acesso em 14 de janeiro de 2008.

FEARNSIDE, P. M. *A floresta amazônica e as mudanças globais*. Manaus: INPA, 2004.

GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. *Política energética no Brasil*. São Paulo: IEA/USP, 2005.

HUEBLIN, H.J. *Modelo para aplicação da metodologia Zeri: Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento*. Curitiba: CEFET-PR, 2001 (Dissertação de Mestrado).

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. *Revista de propriedade industrial*. Nº. 1951. São Paulo, 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Fourth assessment report. Boston, 2007.

KITAMURA, P. C. *A Amazônia e o desenvolvimento sustentável*. Brasília: EMBRAPA, 1994.

MARQUES FILHO, A. de O. e DALLAROSA, R. G. Interceptação de radiação solar e distribuição de área foliar em floresta de terra firme na Amazônia central. *Revista Acta Amazônica*. Manaus, 2004.

NEXT10. Green innovation index. California: s/e, 2008.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Objetivos de desenvolvimento para o novo milênio: relatório nacional de acompanhamento, 2007.

REDCLIFT, M. *Sustainable development: exploring the contradictions*. London: Routledge, 1987.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Manole, 2005 (Coleção Ambiental).

RENDEIRO, G. Experimental analysis of assai palm biomass for energy power generation. In: *7th International Conference on Energy for a Clean Environment*. Lisboa, 2003.

SANTOS, M. A. *Inventário das emissões de gases de efeito estufa derivados de hidrelétricas*. 2000. 523 f. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000 (Tese de Doutorado).

SOUZA, R. C. R.; SILVA, E. P; e SANTOS, E. C. S. dos. Elementos contemporâneos que oportunizam o uso de biomassa lenhosa para fins energéticos na Amazônia. *Revista Brasileira de Energia*, Vol. 11 N°. 1. Rio de Janeiro: SBPA, 2007.

SPANGENBERG, J. H. *Measuring and communicating sustainability with indicators: terms of reference for a CSD core indicator test in main catchment area regions*. New York: UN/E/CN, 2000.

STAHEL, A. W. *Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis*. São Paulo: Cortez, 1995.

WALISIEWICZ, M. *Energia alternativa: solar, eólica, hidrelétrica e de biocombustíveis*. São Paulo: Publifolha, 2008.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT DEVELOPMENT - WCED. *Uma visão geral*. Oxford: Universidade de Oxford, 1991.

WORLD ENERGY COUNCIL. *Renewable energy resources: opportunities and constraints (1990-2020)*, 2001.

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. *Supply of uranium*. Disponível em <URL: <http://www.world.nuclear.org/info/inf75.htm>> Acesso em 14 de setembro de 2008.