



INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A ENERGIA ELÉTRICA NO ESTADO DO PARÁ

Fabricio Quadros Borges¹

RESUMO

Este artigo detém o propósito de formular indicadores de sustentabilidade para a energia elétrica no intuito de orientar as estratégias das políticas de investimento no setor elétrico paraense. A construção de indicadores de sustentabilidade energética no Estado do Pará foi subsidiada neste artigo a partir de uma metodologia de *análise multivariada* que procurou identificar variáveis com correlações lineares. Os indicadores foram estruturados a partir dos setores de atividade: agropecuário, industrial, comercial e residencial, de modo a considerar as dimensões de análise: econômica, social, ambiental e política, em cada um destes setores. O estudo verifica que a observância de elementos locais identificados setorialmente pelas correlações lineares reúne maiores condições de percepção das particularidades econômicas, sociais e ambientais do Estado paraense e permite orientar estrategicamente o processo decisório no setor elétrico.

Palavras-chave: Indicadores. Sustentabilidade. Energia Elétrica. Estado do Pará.

ABSTRACT

This article has the purpose of formulating indicators for sustainable energy in order to guide the strategies of investment policies in the electricity sector Para. The construction of indicators of sustainable energy in the state of Pará was subsidized in this article from a methodology of analysis that sought to identify variables with linear correlations. The indicators are structu-

¹ Pós-Doutorando pelo IPEN/USP. Doutor em Desenvolvimento Socioambiental e Mestre em Planejamento do Desenvolvimento pela UFPA. Administrador de Empresas e Economista pela Unama - Universidade da Amazônia. Professor do Quadro Permanente do CEFET/Pa, Professor Titular e Pesquisador da Unama - Universidade da Amazônia, da FAP - Faculdade do Pará.



red according to the sectors of activity: agricultural, industrial, commercial and residential, in order to consider the dimensions of analysis: economic, social, and environmental policy in each sector. The study finds that compliance with locational factors identified by linear correlation subsector brings together most efficient perception of the particular economic, social and environmental state of Para and to guide strategic decision-making in the electricity sector.

Keywords: Indicators. Sustainability. Electricity. Pará State

1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre as relações entre energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico vem sendo promovida por vários organismos nacionais e internacionais. Nesta perspectiva, verifica-se que a formulação de políticas públicas para o setor elétrico como uma das bases impulsionadoras do desenvolvimento socioeconômico depende da construção de indicadores baseados em dados empíricos e objetivos.

Os indicadores podem atribuir ordens de grandeza ao estado de sustentabilidade do setor elétrico a partir de cada setor da economia, de forma a orientar o processo decisório. Os setores da economia apresentam diferentes demandas de eletricidade, potencial de geração de empregos, valores agregados, necessidades de investimentos, níveis de eficiência, entre outros elementos que atuam diante de características específicas. Neste sentido, é possível compreender, por meio de indicadores, como o cenário de crescimento dos investimentos no setor de energia elétrica poderia ser considerado um fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico paraense. O setor elétrico do Pará será revisto a partir de uma abordagem que envolva dimensões econômicas, sociais, ambientais e políticas por meio dos setores da economia do Estado e que possua a capacidade de mensurar relações de sustentabilidade, de modo a fornecer referências ao processo de tomada de decisão.

Na maior parte dos modelos de construção de índices e indicadores de sustentabilidade energética, vários autores destacam que ainda não foi considerada uma representação da evolução energética que possibilitasse uma avaliação, de modo quantitativo e qualitativo, dos resultados de estratégias e políticas direcionadas ao setor elétrico. Portanto, este estudo se justifica por duas razões: pela oportunidade de analisar o papel do setor de energia elétrica no desenvolvimento socioeconômico do Pará, por meio



da construção de indicadores que forneçam subsídios para futuras políticas públicas direcionadas a um setor estratégico e impulsor do desenvolvimento socioeconômico; e pela possibilidade de pensar o desenvolvimento socioeconômico do Estado do Pará de modo vinculado ao setor elétrico, na medida em que o insumo energético pode ser compreendido como um recurso para a garantia de um relativo padrão de qualidade de vida da população em alicerces democráticos.

Nesta perspectiva, este artigo tem o objetivo de construir indicadores de sustentabilidade para a energia elétrica no intuito de orientar as estratégias das políticas de investimento no setor elétrico paraense. Os indicadores foram estruturados a partir dos setores de atividade: agropecuário, industrial, comercial e residencial, de modo a considerar as dimensões de análise: econômica, social, ambiental e política, em cada um destes setores.

Na realização destes propósitos o presente artigo está dividido em quatro partes: Na primeira, abordam-se as concepções teóricas de referência para a sustentabilidade e o papel dos indicadores de sustentabilidade no processo de desenvolvimento. A segunda parte trata os indicadores de sustentabilidade especificamente no campo energético. Posteriormente, realiza-se um esforço de construção de indicadores de sustentabilidade energética a partir das particularidades do Estado do Pará. E por fim, discurrem-se as considerações finais.

2. A SUSTENTABILIDADE E O PAPEL DOS INDICADORES

O conceito de desenvolvimento sustentável 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 idéia 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; SPANGENBERG², 2000).

2 Spangenberg coordenou um projeto com o objetivo de desenvolvimento e teste de um novo sistema de indicadores a ser apresentado à ONU. Tratava-se de um indicador em nível macrorregional implantado na Ásia Central.



O fato de os interesses econômicos não se subjulgarem aos princípios éticos que acolhem valores ecológicos e espirituais comprometem a essência da idéia 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 idéia deste tipo de desenvolvimento está profundamente vinculada a idéia de crescimento econômico. Dito isso, constata-se que a idéia 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 idéia 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 meio da ampliação do acesso das populações à satisfação de necessidades básicas como saúde, educação, energia, água e saneamento.

Em meio a esta reflexão contraditória, a discussão sobre esta temática está intimamente relacionada ao debate a respeito de metodologias para a medição do nível do desenvolvimento de sociedades e da sustentabilidade de seus sistemas de produção (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005). Segundo Bruyn e Drunden (1999), os parâmetros forneceriam informações sobre um determinado fenômeno que é importante para o desenvolvimento e seriam demonstrados por meio de indicadores.

O *World Resources Institute* (WRI) realizou um estudo no início da década de 1990 para identificar o estado-da-arte a respeito de indicadores de sustentabilidade por meio de pesquisas que foram ou estavam sendo efetuadas até então (HAMMOND *et al.*, 1995). Conforme Marzall (1999), estas pesquisas analisaram programas elaborados por vários organismos nacionais e internacionais, onde se constatou que o marco de referência foi a Conferência Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento, a Rio-92, com a construção de seu documento final, a Agenda 21. Na Conferência é conhecido o que foi chamado de *Estratégia Global para a Biodiversidade*, apresentado pelo WRI, dos Estados Unidos da América, e pela União Mundial para a Natureza, da Suíça. O documento foi constituído por algumas sugestões no intuito de conservar a diversidade biológica da Terra e apresentava um plano para a utilização de recursos biológicos de forma sustentável.



Os mecanismos de avaliação desenvolvidos pela CDS constituíram-se em indicadores que deveriam ser: pautados em critérios científicos amplamente reconhecidos; relevantes para o desenvolvimento sustentável; transparentes na sua seleção, no seu cálculo e compreensão fora do mundo acadêmico; quantitativos, sempre que possível; e limitados, conforme os seus propósitos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1995). A noção de sustentabilidade proposta pela CDS refere-se a uma concepção socioambiental, que trabalha com uma sequência de temas e subtemas do desenvolvimento (SPANGENBERG, 2000). Os indicadores apontados pela CDS dividem-se em aspectos de natureza: econômica, social, ambiental e institucional. No aspecto econômico as temáticas são: a cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento e políticas correlatas; mudanças nos padrões de consumo; recursos e mecanismo de financiamento; e transferência de tecnologia ambiental saudável, cooperação e fortalecimento institucional. Quanto ao aspecto social a CDS utiliza como temáticas: o combate à pobreza; dinâmica demográfica e sustentabilidade; promoção do ensino, da conscientização e do treinamento; proteção e promoção das condições de saúde humana; e promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1995).

Todavia, como destacam Reis, Fadigas e Carvalho (2005), esses indicadores são muito importantes na avaliação da sociedade e economia como um todo, mas são numerosos quando o objeto de avaliação compreende um setor específico como, por exemplo, o de energia elétrica. Em relação aos indicadores da CDS, Rechatin (1997) em concordância com Reis, Fadigas e Carvalho (2005) destacam que o número de indicadores de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas é excessivo e demonstra a ausência de uma metodologia que integre as dimensões econômica, social e ambiental.

O debate em relação à sustentabilidade precisa sair do âmbito teórico e se tornar operacional. De acordo com Ribeiro (2001), para que isso seja exequível, necessita-se refletir a respeito da mensuração desta sustentabilidade, acrescentando ainda, que essa questão é tão densa e complexa quanto a própria discussão sobre o conceito de desenvolvimento sustentável. Begossi (1993) expõe a necessidade de se compreender e considerar abordagens científicas direcionadas a uma melhor dinâmica de entendimento das relações sociedade e meio ambiente. Muller (1995) oportunamente alerta que considerando a amplitude dos elementos socioambientais, os indicadores serão igualmente mensurados seja nos aspec-



tos biofísicos, seja nos aspectos antrópicos e/ou combinações entre estas categorias.

Fenzl (1997) situa o leitor ao destacar que a identificação da informação relevante, capaz de potencialmente esclarecer a existência de quaisquer processos não-sustentáveis de desenvolvimento na relação entre sociedade e meio ambiente, é algo somente possível para uma sociedade, se ela dispuser de instrumentos científicos, técnicos e políticos construídos com esse objetivo. Neste sentido, indicadores representam parâmetros ou valores derivados de parâmetros, que fornecem informações a respeito da situação de determinado fenômeno, meio ou área com uma importância estendida maior que a alcançada diretamente pela observação das propriedades (WETERINGS, 1994). Entretanto, é com Marzall (1999) que se observa uma abordagem mais crítica. O autor alerta para a idéia de que um indicador é somente uma medida, não um instrumento de previsão ou uma medida estatística absoluta, ou mesmo uma evidência de causalidade; ele apenas comprova uma determinada realidade. No que se refere às razões e decorrências que podem ser construídas, seriam para o autor, um esforço de abstração do observador a partir de seu conhecimento e experiência.

Marzall e Almeida (1998) observam que os indicadores apresentam modelos de interpretação da realidade social. O resultado desses modelos demonstra a importância de se analisar modalidades de percepção subjetivas do ambiente. A avaliação de uma determinada realidade e a consequente definição dos rumos a serem adotados devem utilizar um amplo sistema de informações e considerar a reação da população frente à dada realidade. É importante registrar, todavia, que a construção de sistemas de indicadores demanda dados de fontes confiáveis e os sistemas de informações locais ainda são frágeis. A maioria dos estados que forma a Amazônia não conseguiu desenvolver uma sistematização de dados consistente (RIBEIRO, 2001). Porém, de acordo com Marzall e Almeida (1998), o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade ainda está em seu início. Para os autores ainda se busca uma compreensão da sustentabilidade e de sua caracterização. As propostas de indicadores devem ainda ser testadas, corrigidas, adaptadas à novas realidades. Paralelamente, há a necessidade de estudos da realidade em si, buscando entender as interações que ocorrem nos diferentes sistemas, com e sem a intervenção humana, determinando também os aspectos efetivamente relevantes para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade possibilitando a elaboração de indicadores eficientes em vários campos estratégicos, dentre eles, o energético.



3. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

O setor energético caracteriza-se como um segmento estratégico e impulsor ao processo de desenvolvimento, uma vez que possibilita a promoção de várias necessidades básicas da população. Destarte, busca-se identificar no cenário do setor elétrico, elementos que possam expressar relações de sustentabilidade envolvendo os aspectos: econômico, social, ambiental e político.

O capítulo 9 da Agenda 21 ressalta que a energia é essencial para o desenvolvimento socioeconômico e para uma melhor qualidade de vida. Segundo Suárez (1995) a energia possui uma missão importante em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). A diferença entre sociedades de economias desenvolvidas e em desenvolvimento, conforme Foley (1992) foi promovida em maior parte pela disponibilidade relativa de energia nestas duas realidades. Entretanto, a energia, por si só, não é capaz de promover o desenvolvimento socioeconômico; neste sentido, o propósito seria o de melhor conhecer seu papel para melhor orientar sua utilização.

De acordo com Reis, Fadigas e Carvalho (2005), os indicadores energéticos podem ser classificados como descritivos e estruturais. Os descritivos demonstram a utilização da energia e suas modificações por setor e, em um nível mais preciso, por meio de subsetores de atividade. Já os estruturais, demonstram de que maneira as atividades ou produtos se relacionam com a utilização do insumo energético.

Na tentativa de realizar uma discussão mais específica a respeito de indicadores de sustentabilidade energética, Bermann (2003) considera esses indicadores como ferramentas necessárias para operacionalização dos propósitos na perspectiva do desenvolvimento sustentável e fundamentais referências no processo decisório. Assim, o autor elabora indicadores que tratam as dimensões: energia e equidade, energia e meio ambiente, energia e emprego, energia e eficiência, e energia e democracia.

No indicador energético de equidade as variáveis propostas por Bermann (2003) são: participação da dendroenergia (lenha e carvão vegetal) no consumo energético do setor residencial; taxa de eletrificação dos domicílios (trata-se de uma avaliação quantitativa e qualitativa da forma com que os domicílios urbanos e rurais alcançam suas demandas de energia elétrica conforme os tipos de uso final); posse de equipamentos ele-



trodomésticos básicos; carência energética (para a definição de uma cesta básica energética); forma de energia elétrica utilizada; e gastos energéticos em função da renda familiar (esta variável possui o propósito de avaliar o nível de comprometimento da renda familiar com gastos no atendimento das demandas energéticas).

Em relação ao indicador energético de meio ambiente as variáveis são: emissões de CO₂ por fonte energética (importante não apenas pela relevância da questão em si, mas pelo problema do aquecimento global decorrente das emissões de gases de efeito estufa) e a participação das fontes renováveis na oferta energética.

No indicador energético de emprego o autor demonstra o potencial de geração de empregos por meio dos setores de atividade econômica. No que se refere ao indicador energético de eficiência, é abordado o rendimento energético médio. E no indicador energético da democracia, o autor trata da publicização, que compreende o acesso da população às informações pertinentes ao setor elétrico por meio dos meios de comunicação, enquanto instrumentos políticos (BERMANN, 2003). Observa-se por meio do Tabela 1, a seguir, os indicadores de sustentabilidade energética elaborados por Célio Bermann.

Tabela 1 - Indicadores de sustentabilidade energética

DIMENSÃO	INDICADORES
Energia e equidade	<ul style="list-style-type: none"> • Participação da dendroenergia no consumo energético do setor residencial; • Taxa de eletrificação dos domicílios • Posse de equipamentos eletrodomésticos básicos carência energética (para a definição de uma cesta básica energética); • Forma de energia elétrica utilizada; • Gastos energéticos em função da renda familiar.
Energia e meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Emissões de CO₂ por fonte energética • Participação das fontes renováveis na oferta energética.
Energia e emprego	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de geração de empregos por meio dos setores de atividade econômica.
Energia e eficiência	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimento energético médio
Energia e democracia	<ul style="list-style-type: none"> • Publicização



Bermann (2003) admite ter encontrado dificuldades para a elaboração dos indicadores, sobretudo quanto à natureza de atualização de dados. Porém, os maiores limites deste esforço de construção de indicadores de sustentabilidade energética estão na estrutura destes instrumentos de mensuração, que mais analisam dados e estimativas do que formulam propriamente um arcabouço consistente.

A HELIO INTERNATIONAL, uma rede não-governamental com sede em Paris e criada em 1997, é formada por um grupo de especialistas na área energética. Em sua análise da sustentabilidade, utiliza-se de um conjunto de oito indicadores, divididos em quatro dimensões: ambiental, que apresenta como indicadores os impactos globais (emissões per capita de carbono no setor energético) e locais (nível de poluentes locais mais significantes relacionados à energia); social, apontando como indicadores os domicílios com acesso à eletricidade (percentual de domicílios com acesso à eletricidade) e os investimentos em energia limpa, como um incentivo à criação de empregos (investimentos em energia renovável e eficiência energética em usos finais, como um percentual do total de investimentos no setor energético).

No tocante à dimensão econômica, a HELIO INTERNACIONAL (2005) propõe indicadores como a exposição a impactos externos (exportação de energia não-renovável como um percentual do valor total de exportação e importação de energia não-renovável como um percentual da oferta total primária de energia); carga de investimento em energia no setor público (investimento público em energia não-renovável como percentual do PIB); e por fim a dimensão tecnológica, que trabalha como indicadores a intensidade energética (consumo de energia primária por unidade do PIB) e a participação de fontes renováveis na oferta primária de energia (HELIO INTERNACIONAL, 2005). A seguir, verifica-se por meio do Tabela 2, os indicadores de sustentabilidade energética elaborados pela HELIO INTERNACIONAL.



Tabela 2 - Indicadores de sustentabilidade energética

DIMENSÃO	INDICADORES
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos globais • Impactos locais
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Domicílios com acesso à eletricidade • Investimentos em energia limpa, como um incentivo à criação de empregos.
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição a impactos externos • Carga de investimentos em energia no setor público
Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidade energética • Participação de fontes renováveis na oferta primária de energia

O grupo de especialistas da HELIO INTERNACIONAL (2005) destaca ainda a necessidade de comparação entre situações anteriores e situações futuras no esforço de avaliar o grau do processo de desenvolvimento socio-econômico, de forma a possibilitar orientações ao processo de tomada de decisão no setor elétrico.

A Aneel (1999), por seu turno, destaca que os indicadores energéticos são instrumentos: de comunicação entre tomadores de decisão e o grande público; de informações quantitativas sobre a sustentabilidade de sistemas energéticos; de integração do uso e redução de desperdícios. Os indicadores apresentados pela Aneel, foram desenvolvidos a partir das diretrizes da Organização Latino-Americana de Energia (Olade, 1996) e dividem-se em aspectos políticos: segurança no abastecimento e desconcentração de poder público; econômicos: equilíbrio no balanço de pagamentos e apropriação de renda e geração de receitas físicas; sociais: geração de empregos e redução de desigualdades regionais; ecológicos: minimização de impactos sobre o meio ambiente físico e biótico e máxima valorização de recursos energéticos renováveis; e tecnológicos: qualidade e confiabilidade adequadas e minimização de riscos de acidentes. A relação de indicadores da Aneel pode ser verificada por meio do Tabela 3.



Tabela 3 - Indicadores de sustentabilidade energética

DIMENSÃO	INDICADORES
Política	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança no abastecimento • Desconcentração de poder público
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Equilíbrio no balanço de pagamentos • Apropriação de renda e geração de receitas físicas
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de empregos • Redução de desigualdades regionais
Ecológica	<ul style="list-style-type: none"> • Minimização de impactos sobre o meio ambiente físico e biótico • Máxima valorização de recursos energéticos renováveis
Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e confiabilidade adequadas • Minimização de riscos de acidentes

Em âmbito mais específico, Camargo, Ugaya e Agudelo (2004) desenvolvem estudos a respeito dos indicadores de sustentabilidade energética a partir de um dos componentes do sistema elétrico, a geração de energia. Segundo os autores, os impactos causados pela geração são normalmente permanentes e contínuos, por isso devem ser mensurados e acompanhados mais cuidadosamente. A proposta de Camargo, Ugaya e Agudelo (2004) possui um enfoque voltado a indicadores empresariais ou corporativos aplicáveis ao setor elétrico brasileiro. Estes indicadores podem ser: sociais, econômicos e ambientais.

Os indicadores sociais são: alimentação; encargos sociais; valor pago à previdência privada; assistência médica e social aos empregados; número de acidentes de trabalho; investimento em educação dos empregados; número de doenças ocupacionais; investimentos em projetos culturais para os empregados; capacidade de desenvolvimento profissional; número de mulheres que trabalham na empresa; auxílio creche; participação nos resultados da empresa; transparência e comunicação das informações; número de empregados portadores de deficiência; percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres; eficácia das contribuições para a sociedade; ações judiciais relativas a problemas ambientais; empregados treinados ISO 14.004; investimentos em educação para a comunidade; investimentos em projetos sociais; investimentos em pesquisa universitária (CAMARGO; UGAYA; AGUDELO, 2004).



Os indicadores econômicos são: despesas com salários e benefícios; impostos e taxas em geral; investimento em segurança, meio ambiente e saúde; investimento em pesquisa e desenvolvimento; investimento em desenvolvimento comunitário; investimento em tecnologia nacional; e patrocínio de projetos ambientais.

Por fim, os indicadores ambientais são: qualidade do ar; eficiência energética; utilização de recursos naturais; qualidade ambiental; qualidade da água; e responsabilidade ambiental. Observa-se por meio do Tabela 4, a seguir, os Indicadores de sustentabilidade energética elaborados por Carmargo, Ugaya e Agudelo (2004):

Tabela 4 - Indicadores de sustentabilidade energética

DIMENSÃO	INDICADORES
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentação • Encargos sociais • Valor pago à previdência privada • Assistência médica e social aos empregados • Número de acidentes de trabalho • Investimento em educação dos empregados • Número de doenças ocupacionais • Investimentos em projetos culturais para os empregados • Capacidade de desenvolvimento profissional • Número de mulheres que trabalham na empresa • Auxílio creche; participação nos resultados da empresa • Transparência e comunicação das informações • Número de empregados portadores de deficiência • Percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres • Eficácia das contribuições para a sociedade • Ações judiciais relativas a problemas ambientais • Empregados treinados ISO 14.004 • Investimentos em educação para a comunidade • Investimentos em projetos sociais • Investimentos em pesquisa em universidades

continua na próxima página



DIMENSÃO	INDICADORES
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Despesas com salários e benefícios • Impostos e taxas em geral • Investimento em segurança, meio ambiente e saúde • Investimento em pesquisa e desenvolvimento • Investimento em desenvolvimento comunitário • Investimento em tecnologia nacional • Patrocínio de projetos ambientais
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Qualidade do ar Eficiência energética Utilização de recursos naturais Qualidade ambiental Qualidade da água Responsabilidade ambiental

O conjunto destes indicadores foi obtido a partir da combinação de indicadores das empresas: Hydro Québec (Canadá), Petrobras (Brasil) e Tennessee Valley Authority (EUA). Os autores acreditam que o produto desta combinação é perfeitamente aplicável ao setor elétrico brasileiro. Entretanto, em virtude de especificidades do sistema elétrico nacional, fica registrada a necessidade de se continuar os estudos a respeito desse assunto (CAMARGO; UGAYA; AGUDELO, 2004).

No cômputo geral, todas as propostas de construção de indicadores de sustentabilidade energética, aqui discutidas, procuraram utilizar dimensões que atendessem aos propósitos que lhe fundamentaram. Neste sentido, acredita-se que o propósito de analisar o papel do setor elétrico na melhoria concreta da qualidade de vida da população indica a necessidade de se considerar as dimensões: econômica, social, ambiental e política; conforme a estrutura recomendada pela CDS em análises com perspectiva ao desenvolvimento sustentável. Como destaca Reis, Fadigas e Carvalho (2005), a desconsideração dessas dimensões-chave dificultaria o gerenciamento de políticas públicas comprometidas com a sustentabilidade.

A dimensão econômica está alicerçada no papel da mercadoria energética no mercado por meio dos termos de troca que procuram promover um processo de acumulação de capital. Como observa Bermann (2003), o valor da mercadoria energética no mercado determina diretamente a taxa de lucro da atividade produtiva. A dimensão social, por sua vez, é verificada pela identificação de níveis básicos de necessidades, ou



seja, é caracterizada pela possibilidade de utilizar o insumo energético em condições mínimas. A dimensão social detém o caráter mais desafiador (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

Já a dimensão ambiental é identificada pelo nível de deterioração que a utilização da energia pode causar ao meio ambiente. A eletricidade é usada em diversos setores como o agropecuário, industrial, comercial e residencial; em cada um deles a energia é transformada de acordo com os propósitos destas atividades, processo chamado de metabolismo energético-material, que no caso das sociedades industrializadas apresenta um intensivo consumo de matéria e energia (FISCHER-KOWALSKI et al., 1997, KALTENEGGER, 1995; SMIL, 1993). Neste sentido, os fluxos energético-materiais devem ser regulamentados por meio dos setores sociais e econômicos, de modo que as fontes energéticas e materiais (recursos renováveis e não-renováveis) não sejam usadas de forma predatória e possam garantir a sustentabilidade do metabolismo em longo prazo.

Por fim, a dimensão política é caracterizada pela dinâmica que pauta as relações entre o setor de energia elétrica e a sociedade. O planejamento público e o grau de participação da sociedade neste processo vêm representar o caráter político do insumo energético. A dinâmica deste processo deve ser orientada de modo a não favorecer interesses individuais, assim como, deve estar comprometida com o bem-estar comum.

Entretanto, o maior desafio para a construção de indicadores de sustentabilidade energética reside na escolha de metodologias apropriadas que identifiquem, por meio da seleção e combinação de variáveis, os efeitos dos investimentos em energia elétrica na dinâmica do desenvolvimento socioeconômico por meio dos meandros dos setores de uma economia.

4. CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NO ESTADO DO PARÁ

A construção de indicadores de sustentabilidade energética no Estado do Pará foi subsidiada neste artigo a partir de uma metodologia de *análise multivariada* que procurou identificar variáveis com correlações lineares. O resultado de tal análise é um coeficiente que mensura o grau de dependência entre grandezas relacionadas, um valor que quantifica um nível de correlação denominado coeficiente de Pearson (p).



Para que se possa começar a desenvolver o processo de construção dos indicadores de sustentabilidade energética se faz necessário relacionar a lista de variáveis e componentes observados que identificaram correlações lineares, de acordo com a natureza de suas dimensões: econômicas, sociais, ambientais e políticas; e a partir dos setores de atividade: agropecuário, industrial, comercial e residencial. São elas: consumo de energia elétrica; Produto Interno Bruto; unidade de consumo; valor investido em energia elétrica; tarifa média de energia elétrica; renda média do trabalhador; número de empregos gerados; coeficiente de Gini; rendimento energético; quantidade de emissões de dióxido de carbono (CO_2); quantidade de emissões de metano (CH_4); Frequência equivalente de interrupção no consumo (FEC); Duração equivalente de interrupção no consumo (DEC); taxa de eletrificação dos domicílios; parcela de renda entre os 5% mais ricos; parcela de renda entre os 50% mais pobres; índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação à confiabilidade nos serviços prestados pela distribuidora local; índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação ao acesso à empresa de energia elétrica local; e quantidade de energia exportada pelo Estado do Pará. A seguir, apresentam-se cada uma delas.

a) Quantidade consumida de energia elétrica

O consumo de energia elétrica é um relevante indicador de desenvolvimento socioeconômico. Altas taxas de mortalidade infantil, analfabetismo e baixa qualidade de vida geralmente são indiretamente ligados a um baixo consumo de energia elétrica per capita. Por outro lado, a expansão do consumo de energia per capita não equivale necessariamente a uma melhoria na qualidade de vida da população, já que existem populações que apresentam diferentes níveis de consumo de eletricidade e semelhantes níveis de qualidade de vida. Neste sentido, avaliar o comportamento desta variável e seus reflexos causados junto ao processo de desenvolvimento socioeconômico do Estado representa ponto indispensável. A variável consumo de energia elétrica é medida em GWh^3 por ano.

b) Produto Interno Bruto

O Produto Interno Bruto representa o valor agregado de todos os bens e serviços finais produzidos dentro da economia de um determinado país ou região. Sob a ótica da produção, o PIB corresponde à somatória dos

3 1 GWh equivale a 1.000.000.000 Wats; 1MW compreende 1.000.000 Wats e 1 kW representa 1.000 Wats.



valores agregados líquidos dos setores primário, secundário e terciário da economia, adicionando os impostos indiretos, mais a depreciação do capital, menos os subsídios do Governo (SANDRONI, 2003). O PIB do Pará é calculado pela Secretaria Executiva de Estado de Planejamento Orçamento e Finanças (Sepof), com a colaboração do IBGE, por meio do Departamento de Contas Nacional (DECNA-RJ). A variável é medida em bilhões de reais⁴.

c) Unidade de consumo

As unidades consumidoras representam os aparelhos de registro de consumo instalados pela distribuidora de energia elétrica local junto aos domicílios, organizações agropecuárias, industriais, comerciais e públicas. Por meio desta variável, é possível avaliar individualmente a intensidade no consumo de energia elétrica por meio dos setores de atividade no Estado.

d) Valor investido em energia elétrica

Esta variável registra a aplicação de recursos no setor elétrico para expandir o sistema de eletrificação rural e urbano, além de reduzir as perdas de energia elétrica. A importância da análise do investimento está pautada em sua relação com a capacidade produtiva. Assim, o investimento significa a aplicação de capital em meios que levam ao crescimento desta capacidade. Em princípio, se o investimento em energia elétrica for realizado, a capacidade produtiva se expandirá. A expansão da capacidade produtiva, por sua vez, permite a expansão do insumo energético. O crescimento do insumo energético promoverá o aumento da procura, o que se traduziria em melhoria das condições de vida da população por meio da satisfação das necessidades de energia elétrica. Daí a relevância em avaliar o comportamento desta variável, que é valorada nesta análise em milhões de dólares.

e) Tarifa média de energia elétrica

Compreendem tarifas pagas pela prestação de serviços públicos de energia elétrica. As tarifas são cobradas por meio da unidade de medida kWh. Quando analisadas por meio dos setores de atividade econômica indicam diferentes preços que podem ser confrontados com o retorno socioeconômico de cada setor para a sociedade. A variável é mensurada em R\$/kWh.

⁴ Os valores em reais utilizados para informar o PIB durante o período analisado neste estudo foram corrigidos monetariamente pela própria fonte fornecedora, a SEPOF (2006).



f) Renda média do trabalhador

Equivale ao que o trabalhador paraense recebe a título de rendimento mensal. Em face ao extremo cenário nacional de desigualdade na distribuição de renda, esta variável procura identificar a capacidade de satisfação das necessidades básicas por parte dos trabalhadores no Estado do Pará. A variável é quantificada anualmente em reais⁵.

g) Número de empregos gerados

A capacidade de geração de empregos representa um elemento estratégico na orientação de políticas públicas. A necessidade de priorizar atividades com maior potencial de fomento de postos de trabalho e geração de renda colabora estrategicamente ao desenvolvimento socioeconômico. Os elementos de tomada de decisão nas políticas públicas devem obedecer a critérios de oportunidades de emprego e geração de renda (BERMANN, 2003). Assim, associar o potencial de criação de empregos ao consumo de energia elétrica por meio dos setores de atividade econômica, por exemplo, pode indicar possibilidades de redirecionamento de políticas e melhoria de qualidade de vida. A variável é analisada em números absolutos por meio dos saldos entre os anos em análise.

h) Coeficiente de Gini

Consiste em um fator numérico de mensuração da concentração de renda. O coeficiente de Gini foi uma contribuição do italiano Corrado Gini. De acordo com este fator, quanto mais o coeficiente se aproximar de 1 (um), maior a concentração de renda, assim como menor será esta concentração se este aproximar-se de 0 (zero).

i) Rendimento energético

O rendimento energético da eletricidade é produto da relação entre a quantidade de energia final, que é consumida segundo diferentes usos finais, e a energia útil efetivamente consumida para a produção de bens e/ou serviços. Conforme Bermann (2003), a energia útil é alcançada a partir de dados empíricos que procuram determinar a eficiência típica dos

5 Os valores referentes à renda média do paraense durante o período analisado nesse estudo foram corrigidos monetariamente pela própria fonte fornecedora, o IBGE (2005).



diversos equipamentos e mensurar as perdas que ocorrem nos processos de conversão energética. Alguns autores consideram esta variável como de relevância na análise da dimensão ambiental na medida em que a quase totalidade desta eletricidade, no país, é oriunda de recursos hídricos, portanto o rendimento energético representaria a eficiência da própria natureza que, por sua vez, sofre impactos quando da implantação e manutenção de barragens. A variável é quantificada em valores percentuais e baseia-se em informações do Balanço de Energia Útil (BEU).

j) Quantidade de emissões de dióxido de carbono oriundo da geração de eletricidade (CO₂)

Este componente detém relevância de análise pelas proporções de quantidade emitidas e pelos impactos causados na atmosfera. O aquecimento global representa uma realidade, em que a emissão de gases, como o dióxido de carbono (CO₂), vem comprometendo a camada de ozônio do planeta. A geração de energia elétrica também contribui neste contexto, pois o fechamento de um rio por uma barragem provoca uma alteração estrutural onde as águas passam de um sistema corrente, para um sistema de água parada, com taxas de emissões diferentes. O componente observado é estimado em toneladas.

k) Quantidade de emissões de metano oriundo da geração de eletricidade (CH₄)

O gás metano (CH₄) também possui papel de comprometimento da camada de ozônio por meio da construção de hidrelétricas. O metano é produzido quando a decomposição de matéria orgânica ocorre no fundo do reservatório. O componente observado é estimado em toneladas.

l) Frequência equivalente de interrupção no consumo (FEC)

A FEC é um indicador utilizado pela Aneel para acompanhar o desempenho específico das concessionárias de energia elétrica, entre elas a Celpa, e registra o número de interrupções nas unidades consumidoras. A variável é medida em termos percentuais⁶.

⁶ Tomando como base o ano de início de apuração da FEC (1995), é estabelecida uma escala de números máximos e mínimos de interrupções durante o período de 1 ano. Assim, para se apurar a FEC



m) Duração equivalente de interrupção no consumo (DEC)

A DEC mede o número de horas que o consumidor ficou sem energia elétrica durante um determinado período. A variável é medida em termos percentuais⁷.

n) Taxa de eletrificação em domicílios (%)

A taxa de eletrificação indica o percentual de acesso da população à energia elétrica. Esta variável pode ser considerada um bom indicador de equidade.

o) Parcela de renda entre os 5% mais ricos

Esta variável é um indicador (em %) de concentração de renda. Quanto maior o percentual de renda da população situado entre os 5% mais ricos, maior a detenção de renda na mão de poucos.

p) Parcela de renda entre os 50% mais pobres

Compreende uma variável de identificação da disposição global da renda em uma determinada região. Quanto maior o percentual da renda de uma determinada população estiver alocado dentre os 50% mais pobres, menor será sua concentração de renda. A variável é quantificada em termos percentuais.

deve-se comparar o número de interrupções em um determinado período analisado com os números máximos e mínimos do ano base. O resultado se expressa por meio de valores percentuais.

7 Tomando como referência o ano de início de apuração da DEC (1995), é estabelecida uma escala de números máximos e mínimos de horas que o consumidor ficou sem energia elétrica durante o período de 1 ano. Neste sentido, para se calcular a DEC deve-se comparar o número total de horas destas interrupções em um determinado período analisado com os números máximos e mínimos de horas do ano base. O resultado se expressa por meio de valores percentuais.



q) Índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação à confiabilidade nos serviços prestados pela distribuidora local (%)

A variável avalia o nível de satisfação de consumidores residenciais no tocante à confiabilidade nos serviços oferecidos pelas concessionárias.

r) Índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação ao acesso à empresa de energia elétrica local (%)

Esta variável é calculada pela Aneel para determinar a proximidade dos clientes à empresa, assim como a qualidade da comunicação com o consumidor (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2005).

s) Quantidade de energia exportada pelo Estado do Pará

A energia exportada merece relevância na medida em que, ao mesmo tempo em que o Pará vende energia elétrica em grandes proporções, se caracterizando como um Estado exportador de insumo primário, ele também arca com os impactos ambientais desta produção de energia a partir da hidroeletricidade. Os custos econômicos, sociais e ambientais deste potencial exportado devem ser considerados na presente análise. A variável é mensurada em GWh. Após conhecer as variáveis e os componentes pertinentes ao ambiente do setor elétrico e ao processo de desenvolvimento socioeconômico no Estado do Pará; assim como suas respectivas correlações lineares, apresenta-se a estrutura para a construção de indicadores e índices de sustentabilidade energética (Tabelas 5 e 6).



Tabela 5 - Estrutura para a construção de indicadores e índices de sustentabilidade energética nos setores econômicos

Índices	Indicadores	Composição das variáveis
Agropecuário	Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o valor do Produto Interno Bruto no setor agropecuário e a quantidade de Gwh consumida no setor. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e o valor do Produto Interno Bruto, por unidade de consumo, no setor agropecuário. • Relação entre a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor agropecuário e o Produto Interno Bruto, por unidade de consumo, neste setor. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e o número de unidades de consumo no setor agropecuário.
	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor agropecuário e a renda média dos trabalhadores paraenses. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor agropecuário e o coeficiente de Gini registrado no Estado do Pará.
	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor agropecuário e o rendimento energético verificado neste setor. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor agropecuário e a emissão acumulada gás metano (CH₄) e gás carbono (CO₂) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará.
	Político	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor agropecuário e a Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado. • Relação entre a quantidade de Gwh consumida no setor agropecuário e a Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado.



Índices	Indicadores	Composição das variáveis
Industrial	Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o valor do Produto Interno Bruto no setor industrial e a quantidade de Gwh consumida no setor. • Relação entre o valor do Produto Interno Bruto no setor industrial e o número de unidades de consumo no setor. • Relação entre a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor industrial e o Produto Interno Bruto neste setor. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e o número de unidades de consumo no setor.
	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e o número de empregos gerados no setor industrial. • Relação entre a quantidade de kW consumida no setor industrial e o Coeficiente de Gini registrado no Pará. • Relação o número de unidades de consumo no setor industrial e o Coeficiente de Gini registrado no Pará.
	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor industrial e o rendimento energético verificado neste setor. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor industrial e a emissão acumulada gás metano (CO₂) e gás carbono (CO₂) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará.
	Político	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor industrial e a Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado. • Relação entre o número de unidades consumidoras no setor industrial e a frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado.



continuação Tabela 5

Índices	Indicadores	Composição das variáveis
Comercial	Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o valor do Produto Interno Bruto no setor comercial e a quantidade de GWh consumida no setor. • Relação entre o valor do Produto Interno Bruto no setor comercial e o número de unidades de consumidoras no setor. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e o número de unidades de consumidoras no setor comercial. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e a quantidade de Gwh consumida no setor comercial. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e o número de unidades de consumidoras no setor. • Relação entre a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor comercial e o número de unidades de consumidoras no setor.
	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e o número de empregos gerados neste setor. • Relação entre o número de unidades de consumidoras no setor comercial e o número de empregos gerados neste setor. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e o número de empregos gerados no setor comercial. • Relação entre a quantidade de KW consumida no setor comercial e o coeficiente de Gini registrado no Estado do Pará.
	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e o rendimento energético verificado neste setor. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e a emissão acumulada gás metano (CH₄) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e a emissão acumulada de gás dióxido de carbono (CO₂) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará.
	Político	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor comercial e a Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor comercial e a duração equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado. • Relação entre o número de unidades de consumidoras no setor comercial e a duração equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado. • Relação entre o número de unidades de consumidoras no setor comercial e a duração equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado. • Relação entre o número de unidades de consumidoras no setor comercial e a frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora em todos os setores do Estado.



Tabela 6 - Estrutura para a construção de indicadores e índices de sustentabilidade energética no setor residencial

	Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado e a quantidade de kW consumida no setor residencial. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado do Pará e o valor da tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor residencial. • Relação entre o número de unidades consumidoras e a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor residencial, por unidade de consumo, e a tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor.
Residencial	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a taxa de eletrificação do Estado e a parcela da renda dentre os 50% mais pobres no Pará • Relação entre a tarifa cobrada no setor residencial e a taxa de eletrificação do Estado do Pará. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado do Pará e a taxa de atendimento público de energia elétrica em domicílio. • Relação entre o consumo de energia elétrica no setor residencial e o coeficiente de Gini no Pará. • Relação entre o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado do Pará e o percentual de renda dos 5% mais ricos da população paraense • Relação entre a tarifa cobrada no setor residencial e o coeficiente de Gini no Pará. • Relação entre o consumo de energia elétrica no setor residencial e a taxa de eletrificação no Pará. • Relação entre o coeficiente de Gini no Estado do Pará e a taxa de eletrificação no Estado do Pará. • Relação entre a quantidade de energia elétrica exportada pelo Estado do Pará e a parcela de renda dos 5% mais ricos da população paraense • Relação entre a tarifa cobrada no setor residencial e a parcela de renda dos 5% mais ricos da população paraense • Relação entre a tarifa cobrada no setor residencial e a parcela da renda dentre os 50% mais pobres no Pará. • Relação entre a quantidade de energia elétrica exportada pelo Estado do Pará e o percentual de renda dos 50% mais pobres da população paraense • Relação entre o número de unidades de consumo no setor residencial e a parcela da renda dentre os 50% mais pobres no Pará • Relação entre o consumo de energia elétrica no setor residencial e a parcela de renda dos 5% mais ricos da população paraense. • Relação entre o consumo de energia elétrica no setor residencial e a parcela da renda dentre os 50% mais pobres no Pará • Relação entre o número de unidades de consumo no setor residencial e o coeficiente de Gini no Pará. • Relação entre a quantidade de energia elétrica exportada pelo Estado do Pará e o coeficiente de Gini no Pará. • Relação entre o número de unidades de consumo no setor residencial e a parcela de renda dos 5% mais ricos da população paraense.



continuação Tabela 6

Residencial	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor residencial e o rendimento energético verificado neste setor. • Relação entre o número de unidades consumidoras no setor residencial e o rendimento energético verificado neste setor. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor residencial e a emissão acumulada gás metano (CH₄) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará. • Relação entre a quantidade de GWh consumida no setor residencial e a emissão acumulada de gás dióxido de carbono (CO₂) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará. • Relação entre o número de unidades consumidoras no setor residencial e a emissão acumulada gás metano (CH₄) e gás carbono (CO₂) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará.
	Político	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o consumo de energia elétrica no setor residencial e o Índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação ao acesso à empresa por parte do cliente de energia elétrica paraense. • Relação entre o número de unidades consumidoras no setor residencial e o Índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação ao acesso à empresa por parte do cliente de energia elétrica paraense. • Relação entre o consumo de energia elétrica no setor residencial e o Índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação à confiabilidade do cliente de energia elétrica paraense nos serviços prestados pela distribuidora local. • Relação entre o número de unidades consumidoras no setor residencial e o Índice Aneel de satisfação do consumidor residencial em relação à confiabilidade do cliente de energia elétrica paraense nos serviços prestados pela distribuidora local.

O índice de sustentabilidade energética de cada setor baseou-se na agregação dos indicadores: econômico, social, ambiental e político. O índice agregado de sustentabilidade energética do Pará também poderia ser calculado com base na reunião dos índices setoriais de sustentabilidade do Estado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da relação entre energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico no Pará por meio das correlações lineares identificou um campo complexo de estudo. Esta complexidade aumenta ainda mais quando se sabe que a energia elétrica não é a única responsável por um processo de desenvolvimento socioeconômico.

O consumo de energia elétrica é um relevante indicador de desenvolvimento socioeconômico. Altas taxas de mortalidade infantil, analfabetismo e baixa qualidade de vida geralmente são indiretamente ligados a um



baixo consumo de energia elétrica per capita. Por outro lado, a expansão do consumo de energia per capita não equivale necessariamente a uma melhoria na qualidade de vida da população, já que existem populações que apresentam diferentes níveis de consumo de eletricidade e semelhantes níveis de qualidade de vida. Neste sentido, avaliar o comportamento desta variável e seus reflexos causados junto ao processo de desenvolvimento socioeconômico do Estado representa ponto indispensável. A variável consumo de energia elétrica é medida em GWh8 por ano.

No cômputo geral, todas as propostas de construção de indicadores de sustentabilidade energética discutidas no estudo procuraram utilizar dimensões que atendessem aos propósitos que lhe fundamentaram. Todavia, acredita-se que o propósito de analisar o papel do setor elétrico na melhoria concreta da qualidade de vida da população indica a necessidade de se considerar as dimensões: econômica, social, ambiental e política; conforme a estrutura recomendada pela CDS em análises com perspectiva ao desenvolvimento sustentável. Como destaca Reis, Fadigas e Carvalho (2005), a desconsideração dessas dimensões-chave dificulta o gerenciamento de políticas públicas comprometidas com a sustentabilidade.

A construção de indicadores de sustentabilidade energética no Estado do Pará alcançou um resultado bastante razoável quando da utilização da análise multivariada na medida em que foram identificadas variáveis com correlações lineares de acordo com a natureza de suas dimensões: econômicas, sociais, ambientais e políticas; e a partir dos setores de atividade no Estado paraense.

Em suma, o artigo apresenta uma proposta metodológica de indicadores de sustentabilidade para a energia elétrica capaz de subsidiar a tomada de decisão no setor elétrico paraense. Esta estrutura de indicadores possui em sua dinâmica de construção, a observância de elementos locais identificados pelas correlações lineares e reúne condições de percepção das particularidades econômicas, sociais e ambientais do Estado pelo viés da energia elétrica.

8 1 GWh equivale a **1.000.000.000 Wats**; 1MW compreende **1.000.000 Wats** e **1 kW representa 1.000 Wats**.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, M. D.; POSNER E. A. *Rethinking cost-benefit analysis*. Washington: YLJ, 1999.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Proposta de indicadores de sustentabilidade energética da Aneel*. Brasília, 1999.
- ALIER, J. M. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona: Icaria, 1992.
- ALMEIDA, F. *O bom negócio da sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- ARAGÓN, L. E. Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional. In: XIMENES, Tereza (Org.) *Perspectivas do desenvolvimento sustentável*. Belém: NAEA/UFPA, 1997. p. 577-604.
- ARAÚJO, J. L. A questão do investimento no setor elétrico brasileiro: reforma e crise. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 77-96, jul. 2001.
- ARRAES, R.; TELLES, V. K. *Fatores institucionais e crescimento econômico: cenários para o Brasil e países selecionados*. Campinas: ANPEC, 1999.
- BAHIA, R. R. P. *Abundância de hidroeletricidade e carência de eletrificação na região Norte*. Rio de Janeiro: COPPE, 1996.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. *Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento econômico-ecológico pelos estados da Amazônia legal*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, Ministério do Meio Ambiente, 1996.
- BEGOSSI, A. *Ecologia Humana: um enfoque das relações homem-ambiente*. São Paulo: Interciência, 1993.
- BERMANN. C. *Energia no Brasil: para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável*. São Paulo: Livraria da Física, 2003.
- BOSSSEL, H. *Indicators for sustainable development: theory, method, applications*. Canadá: IISD, 1999.
- BOSCH, R.; LIMA, M. R. S. *O Executivo e a construção do Estado no Brasil: do desmonte da Era Vargas ao novo intervencionismo regulatório*. Ensaio. Rio de Janeiro: UFPA/IUPERJ, fev. 2002.



BOUNI, C. *Indicateurs de développement durable: l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour préparer une décision multicritère*. Paris: ASCA, 1996.

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.

CASTRO, N. J. *Avanços na reestruturação do setor de energia elétrica*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2003.

DALY, H.E., *Sustainable development: from concepts and theory to operational principles*. New York: Oxford University Press, 1991.

DEBEIR, J. C.; DÉLAGE, J. P.; HÉMERY, D. *Uma história da energia*. Brasília: UNB, 1993.

FEARNSIDE, P. M. *Emissões de gases do efeito estufa em reservatórios na Amazônia*. Manaus: INPA, 1997.

FENZL, N. Estudo de parâmetros capazes de dimensionar a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. In: XIMENES, Tereza (Org.) *Perspectivas do desenvolvimento sustentável*. Belém: NAEA/UFPA, 1997. p. 01-31.

FENZL, N.; CANTO, A.; VINÍCIUS, M. A evolução do setor energético e o desenvolvimento socioeconômico da região Norte e no Estado do Pará. In: FENZL N.; COELHO, M. C. N.; SIMONIAN, L. (Org.) *Estado e políticas públicas na Amazônia: gestão de recursos naturais*. Belém: Cesupa; NAEA/UFPA, 2000. p. 245-286.

FERRAZ FILHO, R. L.; MORAES, M. do S. P. *Energia elétrica: suspensão do fornecimento*. São Paulo: LTR, 2002.

FISCHER-KOWALSKI M. et al. *Gesellschaftlicher stoffwechsel und kolonisierung von natur*. Amsterdam: Verlag Fakultas, 1997.

FOLEY, G. *The energy question*. London: Penguin Books, 1992.

FRANCO, O. *Desequilíbrios do setor de energia e condicionantes econômicos e financeiros da política energética nacional*. Rio de Janeiro: IPEA, 1989.



FURTADO, C. *Dialética do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

HAMMOND, A. et al. *Environmental Indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. Washington: WRI, 1995.

HELIO INTERNATIONAL. *Guidelines for observe: reporters*. Disponível em: <http://www.helio-international.org>. Acesso em 20 de outubro de 2005.

HIRSCHMAN, A. O. *Estratégia do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Fundo da Cultura, 1961.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Mapas interativos*. Rio de Janeiro, 2006.

KALTENEGGER, C. H. Der Reformproze in der VR China: aktueller stand der wirtschaftsreformen und aussichten. *CA Quarterly I*. [s/l]: [s/e], 1995.

KIRCHNER, C A. *O novo modelo e o direito à energia elétrica*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

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

LEWIS, A. O desenvolvimento econômico com oferta ilimitada de mão-de-obra. In: AGARWALA, S. (Org.) *A economia do subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Forense, 1962.

LLANO, R. G. *A hidrelétrica do Tocantins e suas repercussões na industrialização dos recursos minerais do Pará*. Brasília: Senado Federal, 1975.

MANTEGA, G. *A economia política brasileira*. Petrópolis: Vozes, 1995.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. *Parâmetros e indicadores de sustentabilidade na agricultura: limites, potencialidades e significado no contexto do desenvolvimento* Porto Alegre: DEAER/CPGER/CCR/UFSM, n. 5, 1998.

MARZALL, K. *Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas*. 1999. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MATHIS, A. Instrumentos para o desenvolvimento sustentável regional. *Revista Adcontar*, Belém, v. 2, n. 1, Unama, 2002.



MENDES, R. L. R. *Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico de água*. 2005. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

MIRANDA NETO. *O dilema da Amazônia*. Petrópolis: Vozes, 1981.

MITCHELL. G. *Problems and fundamentals of sustainable development indicators*. New York: UK, 1997.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

MULLER, A. C. *Hidrelétricas: meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books, 1995.

MYRDAL, G. *Contra a corrente: ensaios críticos em economia*. Rio de Janeiro: Campus, 1977.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Report of the secretary general commission on sustainable development: Work program on indicators of sustainable development*. New York: UN/E/CN, 1995.

ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA. *Sistemas de informaciones energéticas e económicas*. Quito: SIEE, 1996.

PARSONS, T. *Evolutionary universals in society*. Oxford: Butterworth Heinemann, 1964.

PASSOS, R. C. M.; NOGAMI, O. *Princípios de economia*. São Paulo: Pioneira, 1998.

PATUSCO, J. A. M. Análise setorial do consumo de energia, valor agregado e Produto Interno Bruto (1970-2000). *Economia e Energia*, Brasília, n. 35, Mak, 2001.

POOLE, D. A. *Energia para o desenvolvimento da Amazônia*. São Paulo: PNUD/Sudam/Suframa/BASA, 1990.

PREBISCH, R. *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1949.

QUIROGA, R. *Indicadores de sustentabilidade: avanços e desafios para América Latina*. São Paulo: IBGE/MMA, 2003.



RECHATIN, C. *Indicators of sustainable development: notes de methode*, Paris: Institut français de l'environnement, 1997.

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

RELAÇÃO ANUAL DAS INFORMAÇÕES SOCIAIS. *Anuário estatístico RAIS*. Brasília, 2000.

RIBEIRO, A. *Indicadores de sustentabilidade para a Amazônia*. Belém: UFPA/NAEA, 2001. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. (Org.) *Para pensar o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Brasiliense, 1993.

_____. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1986.

SANTANA, A. C. *Modelos intersectoriais de planejamento econômico: matrizes de insumo-produto e contabilidade social*. Belém: BASA/FCAP, 1997.

SANTOS, M. A. *Inventário das emissões de gases de efeito estufa derivados de hidrelétricas*. 2000. 523f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

SILVA, M. V. M. da. *A dinâmica excludente do sistema elétrico paraense*. 2005. Tese (Doutorado em Interunidades em Energia)- EP/FEA/IEE/IF-USP, São Paulo, 2005.

SMIL, V. *China's Environmental Crisis: an inquiry into the limits of national development*. New York: East Gate, 1993.

SOUZA, N. de. *Desenvolvimento econômico*. São Paulo: Atlas, 1999.

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.



SUÁREZ, C. E. Energy needs for sustainable human development. In: GOLDEMBERG, J. e JOHANSSON, T. B. (Org.) *Energy as an instrument for socioeconomic development*. New York, UNDP, 1995.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. *Histórico do setor elétrico na Amazônia*. Belém, 1971.

TURNER, R. K.; PEARCE, D.; BATEMAN, I. *Environmental economics: an elementary introduction*. Grã-Bretanha: Harvester Wheatsheaf, 1994.

WETERINGS, R. *Towards environmental performance indicators based on the notion of environmental space*. Berlin: TNO/STB, 1994.

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

