

# UMA ANÁLISE SUSTENTÁVEL DA ENERGIA ELÉTRICA NOS DOMICÍLIOS PARAENSES

Fabricio Quadros Borges

## RESUMO

O objetivo deste artigo é o de construir e analisar um modelo de indicador de sustentabilidade de energia elétrica para o setor residencial paraense capaz de orientar os investimentos do setor elétrico no Estado. A concepção da construção e a análise de indicadores de sustentabilidade energética partem da necessidade de formular novos instrumentos que subsidiem a gestão das políticas públicas para o desenvolvimento sustentável. O setor residencial é composto pelos consumidores domiciliares conectados a rede de distribuição de eletricidade e compreende ambiente fundamental para que se examine a realidade da satisfação das necessidades energéticas básicas. O procedimento metodológico desta proposta de pesquisa está pautado na estrutura difundida pela *Commission Sustainable Development - CSD/ONU* na medida em que trabalha com uma sequência de temas e subtemas do desenvolvimento que envolve aspectos econômicos, sociais, ambientais e políticos. Os resultados demonstram que o ambiente econômico é o que melhor reflete o insumo elétrico nos domicílios paraenses, enquanto o ambiente político, que caracteriza a satisfação dos consumidores é onde os resultados são menos expressivos.

**Palavras-chave:** desenvolvimento sustentável, eletricidade, indicadores, qualidade de vida

## ABSTRACT

**Indicators of energy sustainability: an analysis in the residential sector in the state of Pará.** The purpose of this paper is to build and to analyze a model of sustainability indicator of electricity for the residential sector in Pará able to guide the investments of the electricity sector in the state. The conception of the construction and analysis of indicators of energy sustainability starts from the need to formulate new tools that support the management of public policies for the sustainable development. The residential sector is made by household consumers connected to the

---

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Depto. de Infraestrutura e Recursos Naturais. E-mail para correspondência: doctorborges@bol.com.br

electricity distribution network and consists the fundamental environment in order to examine the reality of satisfaction of the basic energy needs. The methodological procedure of this proposed of research is guided by the structure diffused by the Commission Sustainable Development – CSD/ONU as it works with a sequence of themes and subthemes of development that involve economic, social, environmental and political aspects. The results show that the economic environment is the one that best reflects the electrical input in the households of Pará, while the political environment, that characterizes the satisfaction of the consumers is where the results are less impressive.

**Key words:** sustainable development, electricity, indicators, quality of life

## INTRODUÇÃO

O setor de energia elétrica, composto basicamente pelos subsistemas de geração, transformação, transmissão, armazenamento, distribuição e consumo final, é desenvolvido através de políticas públicas que geralmente pretendem demonstrar que os investimentos objetivam o crescimento econômico e a melhoria das condições de vida da população. O desenvolvimento socioeconômico de um país está diretamente vinculado à evolução de seu setor energético na medida em que a energia é o insumo básico para o melhoramento de vários outros fatores essenciais como saúde, educação, alimentação e saneamento.

O processo de expansão econômica de um país vincula-se a um aumento na oferta de eletricidade gerada por investimentos aplicados no setor energético e que, por conseguinte, aumento do consumo. Analisando a história da relação entre energia e desenvolvimento, Reis *et al.* (2005) mostram que políticas centralizadoras pautadas exclusivamente na oferta de energia são inadequadas às demandas básicas e causam prejuízos ao meio ambiente e proporcionam o crescimento autônomo de alguns setores em detrimento de outros, ocasionando disparidades sociais dentro de uma mesma região.

No Brasil, a utilização do potencial energético fundamentou-se no estabelecimento de políticas de desenvolvimento da hidroeletricidade a partir de 1950. O potencial hidrelétrico brasileiro está dentre os maiores do mundo, o que permitiu ao país enveredar pela implantação de grandes projetos de geração de energia elétrica através do aproveitamento de vales fluviais inteiros. Entretanto, todo esse potencial a serviço do país apresenta dimensões econômicas, sociais e ambientais, que interagem a partir de um panorama político.

Na Amazônia, ao procurar discutir as realidades das conexões entre a expansão da hidroeletricidade e o desenvolvimento socioeconômico, constata-se que quase a metade da energia gerada na região através do maior empreendimento hidrelétrico inteiramente nacional, a UHE de Tucuruí, está voltada às chamadas indústrias energo-intensivas. A manutenção e a ampliação de processos produtivos que consomem muita energia geram poucos empregos e agregam baixos valores, demonstrando que a dinâmica do processo de expansão econômica da Amazônia e todo o seu discurso de desenvolvimento através da hidroeletricidade estão comprometidos mais com uma visão imediata de geração de PIB em curto prazo para o país, do que com a melhoria da qualidade de vida da população amazônica. As dimensões social e ambiental, também, despertam preocupações na região. A social preocupa na medida em que as condições de acesso à energia elétrica vinculam-se às possibilidades de satisfação de demandas sociais básicas da população, que quando não atendidas, tendem a favorecer um processo de exclusão. A ambiental pode ser objeto de impactos negativos na medida em que implica em significativas alterações nos ecossistemas. A base de geração de energia elétrica, pautada em empreendimentos hidrelétricos de grande porte, e a transmissão dessa energia, através dos linhões que desmatam milhares de quilômetros na floresta, caracterizam alguns desses impactos negativos.

A relação entre quantidade de eletricidade utilizada e a quantidade efetivamente embutida no produto final desejado compreende outro ponto a ser destacado. A eletricidade é usada em diversos setores como o agropecuário, o industrial, o comercial e o residencial, em cada um deles a energia é transformada de acordo com os propósitos dessas atividades, processo chamado de metabolismo energético-material, que no caso das sociedades industrializadas apresenta um intensivo consumo de matéria e energia (Smil, 1993; Kaltenegger, 1995). Nesse sentido, o fluxo energético-material deve ser regulamentado através dos setores sociais e econômicos de modo com que os recursos energéticos e materiais (renováveis e não-renováveis) não sejam usados de forma predatória e possam garantir a sustentabilidade do metabolismo em longo prazo.

Todo esse panorama coloca em evidência não somente a temática energética, mas a exploração dos recursos hídricos da Amazônia como vetor complementar ao desenvolvimento socioeconômico brasileiro e da própria região. De acordo com Bermann (2003), de todo o potencial hidrelétrico remanescente no país, aproximadamente 60% se encontram na Amazônia. Possuindo a maior rede hidrográfica do mundo, a região é a maior produtora potencial de energia hídrica brasileira, e o Pará, concentrando o maior número de quedas d'água ainda não exploradas, apresenta-se como o Estado de maior potencial exportador de energia

hídrica no Brasil. Entretanto, toda essa potencialidade deve estar associada à formulação de políticas públicas para o setor elétrico na intenção de impulsionar o desenvolvimento humano de sua população. É nessa perspectiva que o estado Paraense carece da construção de indicadores baseados em dados empíricos e objetivos. Os indicadores buscam avaliar as condições de desenvolvimento, atribuindo ordens de grandeza ao estado de sustentabilidade de um determinado setor de atividade econômica de forma a orientar o processo decisório.

A sustentabilidade, por seu turno, é cercada de contradições. Conforme Kitamura (1994), a sustentabilidade 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 dessa 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 (Redclif, 1987; Spangenberg, 2000). O fato de os interesses econômicos não se subjugarem aos princípios éticos, que acolhem valores ecológicos e espirituais, compromete 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, representam na prática a impossibilidade de implantação desse 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 à conclusão de que a ideia desse tipo de desenvolvimento está profundamente vinculada a ideia de crescimento econômico.

Dito isso, constata-se que a ideia mais aceitável para a construção do entendimento de sustentabilidade, de forma a iniciar uma contribuição ao termo a partir de uma dimensão mais categórica, alicerça-se na noção 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 através 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 nesse 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.

A discussão sobre a relação entre desenvolvimento sustentável e energia vem sendo promovida por vários organismos internacionais, que direcionam seus esforços na definição e na quantificação da sustentabilidade. Trata-se de indicadores de desenvolvimento, particularmente vinculados à questão da energia, que possuam a capacidade de demonstrar a condição de um país ou região no que se refere à sustentabilidade energética (Camargo *et al*, 2004). Em contexto regional, tal discussão destaca dois aspectos: a importância em desenvolver instrumentos científicos capazes de medir a relação entre o potencial hidrelétrico no Estado do Pará e o aproveitamento do mesmo para um desenvolvimento socioeconômico da população a partir de ações públicas; e a possibilidade de pensar o desenvolvimento do Estado do Pará, vinculando o desenvolvimento do setor energético à melhoria da qualidade de vida da população paraense.

Todo esse contexto, porém, deve considerar o ambiente setorial de atividade na medida em que o insumo elétrico reflete o desenvolvimento de modo diferenciado em cada setor. O setor residencial, formado por consumidores domiciliares, representa um ambiente fundamental para que se avalie a realidade do desenvolvimento da população através da satisfação de suas necessidades energéticas básicas.

Nesse sentido, o presente projeto de pesquisa propõe o seguinte questionamento: como construir um modelo de indicadores de sustentabilidade energética no ambiente do setor residencial capaz de orientar os investimentos no setor de energia elétrica no Pará em direção a um processo de desenvolvimento socioeconômico do Estado?

Diante desse desafio, este artigo é composto, além desta introdução, de quatro partes: procedimentos metodológicos; descrição das variáveis utilizadas na construção dos indicadores de sustentabilidade energética no setor residencial; análise das variáveis compostas dos indicadores de sustentabilidade energética no setor residencial paraense e considerações finais.

## MATERIAL E MÉTODOS

A concepção de construção de indicadores de sustentabilidade energética parte da necessidade de formular novos instrumentos que subsidiem a gestão das políticas públicas para o desenvolvimento sustentável, planejando sistemas e modelos operacionais para diversos segmentos estratégicos como o setor de energia elétrica. A construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade compreende um trabalho interdisciplinar em virtude de não haver um esquema padronizado de cálculo e interpretação. Esta seção está dividida em três partes. A caracterização do objeto de estudo desta investigação e as técnicas de pesquisa aplicadas.



## Técnicas de Pesquisa

O procedimento metodológico desta proposta de pesquisa está pautado na estrutura difundida pela *Commission Sustainable Development - CSD/ONU* na medida em que trabalha com uma sequência de temas e subtemas do desenvolvimento. A metodologia tem como suporte teórico o modelo PER (Pressão-Estado-Resposta) desenvolvido pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, em 1993. O suporte favorece sua utilização na medida em que possui uma visão de causalidade das pressões que as atividades humanas exercem sobre o ambiente, modificando a qualidade e a quantidade dos recursos naturais (Mendes, 2005).

A construção de indicadores, entretanto, não pode ser realizada a partir de variáveis escolhidas aleatoriamente. Devem ser verificadas questões como a disponibilidade de dados, a coerência na associação de categorias a serem analisadas para a identificação do comportamento das relações, a identificação das possibilidades de constatação prática e de viabilidade de utilização das informações selecionadas para que os indicadores possam realmente ser úteis à tomada de decisão no setor elétrico. Nesse sentido, apresentam-se a seguir os índices, os indicadores e as variáveis que compõem os indicadores desta proposta metodológica para o setor residencial.

## Índices Indicadores e as Variáveis nos Setores de Atividade

O setor residencial é composto pelos consumidores domiciliares conectados regularmente às redes de distribuição de energia elétrica. Esse setor compreende ambiente fundamental para que se examine a realidade da satisfação das necessidades energéticas básicas. Na medida em que se identifica o perfil socioeconômico dos domicílios de uma determinada população e suas condições de acesso ao insumo energético, criam-se condições de avaliação do nível de qualidade de vida daquela população.

- a) Índice: o índice é único nesta análise e retrata o ambiente do setor residencial.
- b) Indicadores: os indicadores no setor residencial fazem menção a áreas temáticas pertinentes ao desenvolvimento sustentável. Assim, os indicadores podem ser: econômicos, sociais, ambientais e políticos.
- c) Variáveis: as variáveis ou elementos de composição dos indicadores foram assim listados.
  - Indicador econômico: consumo de eletricidade, tarifa de eletricidade, renda média e investimento em energia elétrica.
  - Indicador social: concentração de renda na camada mais pobre da população, investimento em eletricidade e consumo de eletricidade.

- Indicador ambiental: rendimento energético, emissão de gases e consumo de eletricidade.
- Indicador político: satisfação do consumidor quanto ao acesso às informações e quanto à confiabilidade nos serviços de eletricidade, além da tarifa de eletricidade.

A seguir, demonstra-se, através do quadro 1, a formatação de construção dos índices e dos indicadores de sustentabilidade energética.

Quadro 1. Modelo para construção de índices e de indicadores de sustentabilidade energética no setor residencial.

Índices	Indicadores	Variáveis compostas
$\text{Índice} = \frac{E + S + A + P}{4}$	Econômico (E) $\text{Indicador} = \frac{1+2+3}{3}$	1. Relação entre a quantidade de eletricidade consumida em GW no setor e o valor investido pela distribuidora paraense em eletricidade no Estado 2. Relação entre a variação da tarifa média da eletricidade cobrada por kWh no setor residencial. Estado do Pará e o valor investido em eletricidade. 3. Relação entre a renda média do trabalhador paraense e a quantidade de GWh consumida no setor residencial
	Social (S) $\text{Indicador} = \frac{1+2}{2}$	1. Relação entre o percentual de renda dos 50% mais pobres da população paraense e o valor investido em eletricidade no Pará 2. Relação quantidade consumida de eletricidade e o percentual de renda dos 50% mais pobres da população paraense
	Ambiental (A) $\text{Indicador} = \frac{1+2}{2}$	1. Relação entre a variação do rendimento energético verificado neste setor e a quantidade de GWh consumida no setor 2. Relação entre a variação da emissão acumulada de gás dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) derivado de hidroelétricas no Estado do Pará e a quantidade de GWh consumida no setor residencial
	Político (P) $\text{Indicador} = \frac{1+2}{2}$	1. Relação entre a variação do IASC (frequência de interrupções no fornecimento de energia) e a variação da tarifa cobrada pela energia elétrica. 2. Relação entre a variação do IASC (duração das interrupções no fornecimento de energia) e a variação da tarifa cobrada pela energia elétrica.

### Cálculos dos Indicadores e das Variáveis Compostas

a) Índices: foram calculados a partir de uma média ponderada composta pelo resultado dos indicadores: econômico, social, ambiental e político.

b) Indicadores: foram calculados a partir de uma média ponderada composta pelo resultado do cálculo das variáveis compostas.

c) Variáveis compostas: foram calculadas através da divisão entre duas variáveis. Uma referente ao processo de desenvolvimento e a outra referente ao ambiente energético. Considerando que as variáveis compostas resultam da relação de variáveis de naturezas diferentes (unidades energéticas, valores em reais, toneladas e percentuais), adotou-se uma escala em quatro níveis para cada variável composta, como se pode observar a seguir.

Quadro 2. Escala de composição das variáveis do indicador econômico do setor residencial.

Variável	Composição	Faixa	Nível
<b>Quantidade de eletricidade em GW consumida / valor investido em eletricidade</b> <i>(Quantos GW são consumidos a cada milhão de reais investidos em eletricidade)</i>	Acima de 25 GW por milhão investido em eletricidade	4	Alto
	Entre 25 e 16 GW por milhão investido em eletricidade	3	Bom
	Entre 15 e 6 GW por milhão investido em eletricidade	2	Médio
	Até 5 GW por milhão investido em eletricidade	1	Baixo
<b>Variação na tarifa de eletricidade / valor investido em eletricidade</b> <i>(Quanto cada milhão de reais investidos em eletricidade corresponde na variação tarifária de eletricidade).</i>	Acima de 0,20 %	4	Alto
	Entre 0,20 % e 0,16 %	3	Bom
	Entre 0,15 % e 0,06 %	2	Médio
	Até 0,05 %	1	Baixo
<b>Renda média / Quantidade de GW consumida</b> <i>(Quanto cada GW gera de Renda média no setor).</i>	Acima de R\$ 0,35 de renda média por GW consumido	4	Alto
	Entre R\$ 0,35 e R\$ 0,31 de renda média por GW consumido	3	Bom
	Entre R\$ 0,30 e R\$ 0,21 de renda média por GW consumido	2	Médio
	Até R\$ 0,20 de renda média por GW consumido	1	Baixo

Quadro 3. Escala de composição das variáveis do indicador social do setor residencial.

Variável	Composição	Faixa	Nível
<b>Percentual de renda da população entre os 50% mais pobres / valor investido em eletricidade</b> <i>(Quanto cada milhão de reais investidos em eletricidade corresponde na variação percentual de renda da população entre os 50% mais pobres)</i>	Acima de 0,25 %	4	Alto
	Entre 0,25% e 0,21 %	3	Bom
	Entre 0,20 % e 0,11 %	2	Médio
	Até 0,10%	1	Baixo
<b>Variação do consumo de GWh / Percentual de renda da população entre os 50% mais pobres</b> <i>(Quanto cada ponto percentual de variação no consumo de GW corresponde na variação percentual de renda da população entre os 50% mais pobres)</i>	Acima de 0,50 %	4	Alto
	Entre 0,50 % e 0,36 %	3	Bom
	Entre 0,35 % e 0,21 %	2	Médio
	Até 0,20 %	1	Baixo

Quadro 4. Escala de composição das variáveis do indicador ambiental do setor residencial.

Variável	Composição	Faixa	Nível
<b>Variação do rendimento energético no setor / Quantidade de GWh consumida</b> <i>(Quanto cada ponto percentual de aumento na quantidade consumida de eletricidade corresponde no aumento do rendimento energético verificado no setor)</i>	Acima de 1,20 %	4	Alto
	Entre 1,20 % e 0,71 %	3	Bom
	Entre 0,70 % e 0,21 %	2	Médio
	Até 0,20 %	1	Baixo
<b>Variação da emissão de gases poluentes derivados de geração de eletricidade / Quantidade de GWh consumida</b> <i>(Quanto cada ponto percentual de aumento na quantidade consumida de eletricidade corresponde no aumento da emissão de gases poluentes derivados de geração de eletricidade)</i>	Acima de 0,85 %	4	Alto
	Entre 0,85 % e 0,81 %	3	Bom
	Entre 0,80 % e 0,71 %	2	Médio
	Até 0,70 %	1	Baixo

Quadro 5. Escala de composição das variáveis do indicador político do setor residencial.

Variável	Composição	Faixa	Nível
<b>Variação do IASC / variação da tarifa cobrada pela eletricidade</b> <i>(Quanto cada ponto percentual de aumento na tarifa de eletricidade corresponde na diminuição percentual da Freq. equivalente de interrupção por unidade consumidora)</i>	Acima de 0,70 %	4	Alto
	Entre 0,70 % e 0,41 %	3	Bom
	Entre 0,40 % e 0,11 %	2	Médio
	Até 0,10 %	1	Baixo
<b>Variação do IASC / variação da tarifa cobrada pela eletricidade</b> <i>(Quanto cada ponto percentual de aumento na tarifa de eletricidade corresponde na diminuição percentual da duração das interrupções por unidade consumidora)</i>	Acima de 2,50 %	4	Alto
	Entre 2,50 % e 1,21 %	3	Bom
	Entre 1,20 % e 0,11 %	2	Médio
	Até 0,10 %	1	Baixo

**NOTA:** A referência para determinação das faixas em cada variável composta obedeceu a uma dinâmica que respeitou uma observação histórica de todas as variáveis utilizadas durante um período entre 2000 a 2008 no Estado do Pará. A opção por essa referência se deu por considerar-se que é aquela que melhor mensura a relação entre o setor elétrico e o processo de desenvolvimento com base na realidade local, de modo a respeitar suas especificidades econômicas, tecnológicas, culturais e sociais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, será brevemente caracterizado o setor residencial, seguido das respectivas análises dos resultados dos indicadores de sustentabilidade energética observados no Pará entre os anos de 2000 e 2008.

O setor residencial é composto pelos consumidores domiciliares conectados regularmente às redes de distribuição de energia elétrica. A demanda mensal padrão por domicílio brasileiro a ser considerada como base de cálculo no país é de 220 kWh/mês. Com base nessa média e considerando o número de unidades consumidoras de energia elétrica do Estado em 2005, o Pará deveria ter anotado, aproximadamente, um consumo anual no setor de 3.060 GW. Entretanto, o consumo de energia elétrica do setor residencial foi de 1.055 GW, o que correspondeu a uma média mensal de 75,83 kWh por mês, isto é, abaixo da média brasileira.

Tal setor compreende ambiente fundamental para que se examine a realidade da satisfação das necessidades energéticas básicas. Na medida em que se identifica o perfil socioeconômico dos domicílios de uma determinada população a partir das condições de acesso ao insumo energético, criam-se condições de avaliação do nível

de qualidade de vida daquela população. A seguir, apresentam-se os resultados dos indicadores, do índice de sustentabilidade energética no setor residencial paraense através dos quadros 6 e 7 e a análise dos mesmos.

Quadro 6. Pontuação das faixas para cálculo de indicadores de sustentabilidade energética no setor residencial paraense (2000-2008).

INDICADOR	VARIÁVEL	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>ECONÔMICO</b>	Quantidade de eletricidade em GW consumida / valor investido em eletricidade	4	3	3	3	2	2	1	1	1
	Variação na tarifa de eletricidade / valor investido em eletricidade	3	2	3	3	2	2	1	1	1
	Renda média / Quantidade de GW consumida	1	2	2	1	1	3	4	4	—
<b>SOCIAL</b>	Percentual de renda da população entre os 50% mais pobres / valor investido em eletricidade	4	3	3	3	2	1	1	1	—
	Variação do consumo de GWh/Percentual de renda da população entre os 50% mais pobres	4	4	1	3	2	3	1	3	—
<b>AMBIENTAL</b>	Variação do rendimento energético no setor / Quantidade de GW consumida	2	1	4	2	3	2	4	2	2

	Variação da emissão de gases poluentes derivados de geração de eletricidade / Quantidade de GW consumida	3	4	4	3	2	2	2	1	1
<b>POLÍTICO</b>	Variação do IASC (Freq. Equiv. Inter.) / variação da tarifa cobrada pela eletricidade	-	1	4	1	3	1	4	1	1
	Variação do IASC (dur. Inter.) / variação da tarifa cobrada pela eletricidade	-	1	2	1	2	1	3	4	1

Quadro 7. Indicadores de sustentabilidade energética no setor residencial paraense (2000-2008).

INDICADOR	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Econômico	Bom	Médio	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	—
Social	Alto	Bom	Médio	Bom	Médio	Médio	Baixo	Médio	—
Ambiental	Médio	Médio	Alto	Médio	Médio	Médio	Bom	Baixo	Baixo
Político	-	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Baixo	Bom	Médio	Baixo

### Indicador Econômico

O indicador econômico do setor residencial é composto pelas relações de quantidade de eletricidade em GW consumida no setor residencial x valor investido em eletricidade no Pará; de variação na tarifa de eletricidade cobrada no setor x valor investido em eletricidade no Estado; e de renda média do paraense x quantidade de GW consumida no setor.

Quanto à variável composta que analisa a relação entre a quantidade de eletricidade em GW consumida no setor e o valor investido em eletricidade, verificou-se que os valores foram decrescendo. O quadro justifica-se em virtude de os investimentos em energia elétrica terem crescido em percentuais mais elevados que o

aumento do consumo de energia elétrica no setor. O programa de universalização da eletricidade avançou bastante durante o período estudado, porém os grandes centros de consumo de eletricidade já haviam sido atendidos em sua quase totalidade.

Ao se observar a relação entre a variação na tarifa de eletricidade no setor residencial e o valor investido em eletricidade no Estado, registrou-se uma tendência decrescente. O resultado é explicado pelo aumento percentual do investimento em eletricidade no Estado que se deu em maior proporção que o aumento percentual da tarifa cobrada pela eletricidade no setor residencial.

A relação entre a renda média do paraense e a quantidade de GW consumida no setor residencial apresentou valores com tendência global crescente. O cenário justifica-se pelo aumento da renda média do paraense, que se apresentou em maiores proporções percentuais que o aumento da quantidade de eletricidade consumida nos domicílios.

Todo esse contexto pontuou o indicador econômico do setor residencial durante o período analisado como de desempenho predominantemente “Médio”, com registros de “Bons” desempenhos para os anos de 2000 e 2002.

### **Indicador Social**

O indicador social do setor residencial é formado pelas seguintes variáveis compostas: percentual de renda da população paraense entre os 50% mais pobres x valor investido em eletricidade no Estado; e variação do consumo de GWh no setor residencial x percentual de renda da população paraense entre os 50% mais pobres.

No tocante à relação entre o percentual de renda da população entre os 50% mais pobres e o valor investido em eletricidade foi constatada uma tendência decrescente. Esse quadro se deu em virtude de o crescimento do investimento em eletricidade ter sido verificado em proporções superiores que as do aumento percentual da renda da população paraense entre os 50% mais pobres. Isso não equivale a dizer que os investimentos em eletricidade no Pará não estejam contribuindo para a desconcentração de renda no Estado, apenas ocorreram investimentos significativos e necessários ao avanço dos programas de universalização da eletricidade no Estado, enquanto a desconcentração de renda não representa resultado apenas do processo de eletrificação.

Quanto à variável composta que apura a variação do consumo de GWh no setor residencial e o percentual de renda da população entre os 50% mais pobres, observaram-se várias oscilações durante o período estudado. Ambas as variáveis apresentaram no período analisado comportamentos inconstantes, que redundaram em

resultados oscilantes quando do seu cruzamento. Porém, tal variável composta indica relações diretas quando se observam os anos de 2000 e 2001, por exemplo. O ano de 2000, que pontuou alto consumo de energia elétrica no setor residencial no período observado, foi seguido de um aumento do percentual de renda da população paraense entre os 50% mais pobres em 2001, o que revela um indicativo de desconcentração de renda.

Esse quadro pontuou ao indicador social do setor residencial desempenhos “Médios”, “Bons” e “Alto”. O registro negativo ficou a cargo do ano de 2006 com “Baixo” desempenho registrado.

### **Indicador Ambiental**

O indicador ambiental do setor residencial é formado pelas variáveis compostas: variação do rendimento energético no setor residencial x quantidade de GW consumida no setor; variação da emissão de gases poluentes derivados de geração de eletricidade no Pará x quantidade de GW consumida no setor residencial.

No que se refere à variação do rendimento energético no setor residencial e a quantidade de GW consumida no setor, destaca-se um comportamento oscilante haja vista que ambas as variáveis apresentam-se inconstantes no comportamento. Entretanto, chama-se a atenção que a variação da quantidade de GW consumida é mais determinante nesse cenário na medida em que o rendimento energético apresenta historicamente alterações discretas por referir-se a melhorias técnicas de luminárias e equipamentos que possam utilizar o insumo elétrico com maior eficiência.

Quanto à relação entre variação da emissão de gases poluentes derivados de geração de eletricidade e a quantidade de GW consumida no setor, registrou-se uma tendência de decréscimo em virtude do contraste entre a estabilidade das emissões de gases e o aumento constante da quantidade consumida de eletricidade no setor.

Diante desse quadro, o indicador ambiental do setor residencial apresentou desempenhos predominantemente “Médios”, porém registrando “Baixos” desempenhos nos dois últimos anos na medida em que os níveis de satisfação do paraense quanto aos serviços de eletricidade oferecidos pela distribuidora diminuíram bastante.

### **Indicador Político**

O indicador político do setor residencial é constituído pelas seguintes relações: variação do IASC quanto à informação ao cliente da CELPA x variação da tarifa cobrada pela eletricidade no setor residencial; variação do IASC quanto à confiabilidade nos serviços e a variação da tarifa cobrada pela eletricidade no setor.

No que se referem às variáveis compostas mencionadas acima, observaram-se características semelhantes ao comportamento verificado em outros setores, isto é, uma tendência a oscilações alternadas no período estudado. Na metade dos anos verificados, inclusive, os valores apresentaram-se negativos. A análise desse indicador tem se revelado complexa na medida em que as distribuidoras não conseguem promover serviços merecedores de avaliações positivas constantes.

Nessa perspectiva, o indicador político do setor residencial apresentou desempenhos “Médios” e “Baixos”, com exceção do ano de 2006, que registrou um “Bom” desempenho. O setor residencial paraense como um todo registrou desempenhos predominantemente “Médios” no período analisado. A exceção foi o ano de 2002, onde foi pontuado “Bom” desempenho quanto à sustentabilidade energética.

## CONCLUSÕES

O registro de progressos no processo de desenvolvimento socioeconômico do Estado do Pará a partir dos investimentos em energia elétrica desde a década de 80, é inquestionável. O Pará apresentou uma modificação em suas características econômicas que compreende o resultado de uma política energética, que tem fornecido relativo suporte à modernização do perfil tecnológico nos arranjos produtivos e na dinamização de cadeias produtivas locais. O processo de modernização da Administração Pública e o fortalecimento global de investimentos infraestruturais contribuíram para esses avanços. Entretanto, acredita-se que a tendência de crescimento dos investimentos em energia elétrica e o aumento constante do consumo desse insumo em todos os setores de atividade no Pará poderiam ser vinculados estrategicamente ao processo de melhoria concreta das condições de vida dos paraenses de forma sustentável.

Verifica-se que a energia elétrica é gerada no Estado do Pará em função de elites e do interesse nacional representado por regiões mais desenvolvidas economicamente. A melhoria do perfil socioeconômico do Estado, verificado nos últimos dez anos, representa apenas uma pequena fatia das possibilidades que poderiam ter sido desenhadas junto à realidade local, enquanto os impactos ambientais representam o legado de uma energia elétrica gerada localmente e que não se utiliza, em maior parte, no Estado. Essa dinâmica, através de um processo dialético, faz com que o favorecimento dessas elites, na figura de grandes grupos econômicos, implique, necessária e contraditoriamente, o fortalecimento dos vários grupos atingidos pelos impactos dessa geração através de um amplo processo de exclusão social.

O Estado do Pará continua servindo ao país apenas como fonte de insumos a baixo custo, o que impõe a sua população uma condição excludente articulada pelo capital. As características dos grandes projetos hidroelétricos não têm favorecido estrategicamente o desenvolvimento socioeconômico do Estado em longo prazo. O Pará continua apenas a fornecer matéria-prima energética para as regiões geograficamente centrais, que possuem economias mais dinâmicas. A ELETRONORTE sustenta tais empreendimentos por considerar a necessidade de utilização do potencial hídrico que o país dispõe. Nessa perspectiva, o Estado Paraense, ao deter uma restrita capacidade de consumo, serve somente como base geradora de insumos baratos à sustentação dessa condição de exclusão. Esse panorama, além de tornar sua população detentora dos amplos impactos sociais e ambientais provenientes da construção desses grandes projetos, coloca o Estado em uma condição de submissão à lógica do capital na medida em que exclui suas comunidades de benefícios sociais comprometidos com a equidade.

A análise da relação entre energia elétrica e desenvolvimento sustentável no Pará constitui-se em um campo complexo de estudo. Tal complexidade aumenta ainda mais quando se sabe que a energia elétrica não é a única responsável por um processo de desenvolvimento socioeconômico. Porém, a possibilidade de contribuição para a modificação do quadro paraense reside na construção de indicadores de sustentabilidade energética para o Estado na intenção de melhor mensurar esse cenário e subsidiar mais precisamente o processo de tomada de decisão no setor elétrico paraense.

Os resultados dos indicadores no setor residencial de sustentabilidade de energia elétrica no Estado do Pará, durante o período entre 2000 e 2008, revelaram desempenhos predominantemente “médios”. Mas precisamente os resultados demonstram que o ambiente econômico é o que melhor reflete o insumo elétrico nos domicílios paraenses. O aumento gradativo da renda média, reflexo da disponibilidade de eletricidade e do aumento do consumo, teve papel importante nesse resultado, que registrou ainda, em 2000 e 2002, bons desempenhos.

O ambiente político, que caracteriza a satisfação dos consumidores, é onde os resultados são menos expressivos, demonstrando que os avanços por parte da distribuidora de eletricidade junto ao consumidor quanto à informação e à confiabilidade nos serviços de eletricidade foram relativamente modestos. O aspecto socioambiental apresentou indicadores médios com sensível tendência decrescente. Este quadro revela um alerta ao Estado Paraense na medida em que o aspecto social tem o papel de contribuir para a desconcentração de renda, e o aspecto ambiental revela os impactos da utilização do insumo elétrico no ecossistema.

Por fim, o Estado do Pará apresenta um grande desafio que é a necessidade de melhorar a relação produção e consumo de energia elétrica *per capita*, isto é, alternativas que incrementem a renda do paraense e conseqüentemente o consumo de energia doméstica e, finalmente, a promoção da qualidade de vida. Nesse sentido, dois pontos devem ser destacados.

O primeiro é a necessidade direta do uso do modelo de indicadores propostos neste estudo. Conforme o resultado apresentado por esses indicadores, o governo do Pará pode incentivar determinado setor de atividade pela contribuição agregada ao processo de desenvolvimento do Estado através da geração de renda. O Estado possui atividades que detêm um potencial competitivo a partir das características naturais; a base produtiva paraense encontra-se pautada em dois pilares: na agroindústria e na produção mineral. A agroindústria possui alicerces em atividades como: a pecuária, a cultura da soja, a industrialização de polpas de frutas e óleo de palmas. A produção mineral, por sua vez, busca possibilitar maior agregação de valor à produção do Estado, que detêm a maior província mineral do país.

No entanto, talvez a maior possibilidade de incremento de renda do paraense de maneira atrelada à melhoria da relação entre produção e consumo de eletricidade esteja no segundo ponto que deve ser destacado. A diversificação da matriz elétrica paraense em bases sustentáveis.

De acordo com Borges e Zouain (2010), a energia oriunda da biomassa e a solar são indicadas para complementar a fonte hídrica no Estado do Pará. As empresas envolvidas com a cadeia energética dessas fontes poderiam formar dois importantes setores que juntos movimentariam cerca de R\$ 30 milhões e gerariam aproximadamente 20.000 empregos diretos nos próximos 10 anos. No caso da biomassa, destaca-se que sua produção é intensiva de trabalho, e não de capital, como o petróleo, por exemplo. Essa indústria gera 300 empregos por usina, nestes não estão inclusos os coletores de biomassa e os empregos para quadros qualificados, que são aqueles envolvidos em pesquisa de espécies, processos de transformação industrial e novas utilizações. Nesse sentido, com base no potencial estadual estimado, essa indústria teria capacidade de gerar no decorrer de 10 anos 12.000 empregos diretos e 36.000 indiretos. Quanto à indústria solar, a realidade brasileira demonstra que a cada 32 painéis fotovoltaicos, aproximadamente, um emprego direto é gerado. No caso paraense, o potencial de produção anual poderia ser de 260.000 painéis, o que geraria cerca de 8.000 empregos diretos nos próximos 10 anos.

A participação mais atuante da biomassa e da radiação solar como fontes energéticas, na matriz elétrica paraense, deverá evitar o lançamento de emissões em cerca de 15 milhões de toneladas de gás carbônico em 10 anos (Borges e Zouain,

2010). Esse novo cenário reduziria a contribuição paraense na emissão de gases a partir de fontes de eletricidade e demonstraria uma iniciativa de compensar uma pequena parte dos impactos causados ao aquecimento global pelas imensas áreas alagadas, por ocasião das Usinas de Tucuruí (ELETRONORTE) e de Curuá-Una (CELPA), ambas no Pará.

## REFERÊNCIAS

- BERMANN, C. 2003. **Energia no Brasil: para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável.** São Paulo: Livraria da Física, 139 p.
- BRUYN, S.; DRUNDEN, M. 1999. **Sustainability and indicators in Amazon: conceptual framework for use in Amazon.** Amsterdam: VRIJE, 286 p.
- BORGES, F. Q.; ZOUAIN, D. M. 2010. A matriz elétrica no Estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, (35):187-221.
- CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS. **Estatísticas das bases de dados do MTE.** Disponível em: <<https://www.caged.gov.br/index.html>>. Acesso em: 21 nov. 2005.
- CAMARGO, A. S. G.; UGAYA, C. M. L.; AGUDELO, L. P. P. 2004. Proposta de definição de indicadores de sustentabilidade para geração de energia elétrica. **Revista Educação e Tecnologia**, (7):25-51.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. 2004. **Relatório sobre geração, fornecimento e suprimento de energia elétrica na Região Norte/Nordeste.** Brasília: ELETROBRAS, 362 p.
- CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL. 1999. **Relatório de acompanhamento do mercado de energia elétrica.** Brasília: ELETRONORTE, 98 p.
- \_\_\_\_\_. 2005. **Amazônia: cenários socioeconômicos e de demanda de energia elétrica.** Brasília: ELETRONORTE, 165 p.
- \_\_\_\_\_. 2006. **A empresa.** Disponível em: <<http://www.eln.gov.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2007.
- CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ. 2006. **Relatório da administração: exercício de 2005.** Belém: CELPA, 84 p.
- \_\_\_\_\_. 2005. **Relatório da administração: exercício de 2004.** Belém: CELPA, 86 p.
- \_\_\_\_\_. 2004. **Relatório da administração: exercício de 2003.** Belém: CELPA, 91 p.
- \_\_\_\_\_. 2002. **Relatório da administração: exercício de 2001.** Belém: CELPA, 84 p.
- \_\_\_\_\_. 2001. **Relatório da administração: exercício de 2000.** Belém: CELPA, 97 p.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2009. **População banco de dados**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/redir\\_download.php](http://www.ibge.gov.br/home/redir_download.php)>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- KALTENEGGER, C. H. 1995. **Der Reformproze in der VR China**: aktueller stand der wirtschaftsreformen und aussichten. *CA Quarterly I*, (5):87-102.
- KITAMURA, P. C. 1994. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 121 p.
- MENDES, R. L. R. 2005. **Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico de água**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 221p.
- REDCLIFT, M. 1987. **Sustainable development: exploring the contradictions**. London: Routledge, 225 p.
- REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. 2005. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 415 p.
- SECRETARIA EXECUTIVA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS. 2008. Evolução da economia paraense. Disponível em: <[http://www.sepof.pa.gov.br/seplan/Para\\_em\\_numeros/PDFs/DESENVOLVIMENTO\\_DA\\_INFRAESTRUTURA/EnergiaEletrica/Consumo\\_de\\_Energia\\_Eletrica.pdf](http://www.sepof.pa.gov.br/seplan/Para_em_numeros/PDFs/DESENVOLVIMENTO_DA_INFRAESTRUTURA/EnergiaEletrica/Consumo_de_Energia_Eletrica.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2009.
- SMIL, V. 1993. **China`s Environmental Crisis**: an inquiry into the limits of national development. New York: East Gate, 198 p.
- SPANGENBERG, J. H. 2000. **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, 344 p.