



**MAYO 2015**

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONTRIBUIÇÃO SOCIAL DO USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Arnaldo Barreiros Gutierrez**

Universidade da Amazônia

Graduado em Administração pela Universidade da Amazônia - UNAMA

**Fabricio Quadros Borges**

Universidade da Amazônia

Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade da Amazônia

Pós-Doutor pelo IPEN/USP e Doutor em Desenvolvimento Socioambiental pela UFPA.

**Resumo:** Este artigo tem o objetivo de analisar a contribuição social do uso de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica. A investigação do ambiente social inserido nos indicadores de sustentabilidade de eletricidade está vinculada ao aumento da capacidade de orientação do processo decisório no setor elétrico de maneira a favorecer a melhoria da qualidade de vida de populações. A metodologia utilizada baseou-se inicialmente em um levantamento bibliográfico sobre os modelos de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica disponíveis na literatura especializada. Em seguida, realizou-se uma análise comparativa entre estes modelos de maneira a possibilitar reflexões capazes de levantar subsídios para a construção de modelos de indicadores mais completos e dinâmicos. A investigação concluiu que a utilização de um número maior de variáveis sociais na composição dos indicadores de sustentabilidade de energia elétrica tende a fortalecer a participação social no processo de tomada de decisão; porém, a ausência de uma unificação da relação destas variáveis colabora para sua dispersão e atenuação de sua importância no processo de construção de indicadores.

**Palavras-chaves:** Indicadores, Desenvolvimento sustentável, Energia elétrica.

## **CONSIDERATIONS SOCIAL CONTRIBUTION OF SUSTAINABILITY INDICATORS FOR USE ELECTRICITY**

**Abstract:** This article aims to analyze the social contribution of the use of electricity of sustainability indicators. The investigation of the social environment inserted in electricity sustainability indicators are linked to the expansion of career management skills of decision making in the energy sector so as to help improve the quality of life of populations. The methodology was initially based on a literature review on the models of electric energy sustainability indicators available in the literature. Then we carried out a comparative analysis of these models in order to enable reflections able to lift assistance for the construction of more complete indicators, dynamic models. The investigation concluded that the use of a greater number of social variables in the composition of electricity sustainability indicators tend to strengthen social participation in the decision-making process; however, the absence of a unification of the relationship of these variables contributes to their dispersion and attenuation of its importance in the indicators of the construction process.

**Keywords:** Indicators. Sustainable development. Electricity.

## 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica compreende a capacidade de propiciar o funcionamento de máquinas e equipamentos a partir de uma corrente de deslocamento de cargas elétricas dentro de um condutor. Obtida através de propriedades físico-químicas e eletromagnéticas da matéria, a energia elétrica alcança seus usos finais a partir de turbinas e geradores. O papel da energia elétrica é de fundamental importância dentro de um país, pois movimenta todos os setores de atividade dentro da sociedade. A garantia do suprimento de energia elétrica e da qualidade e confiabilidade de seu fornecimento é uma questão diretamente vinculada ao desenvolvimento e à competitividade do país, na medida em que qualquer defasagem nos programas de expansão expõe o país a cortes e racionamentos restritivos a expansão da atividade econômica. Em vista disso, este insumo tem sido tratado como um bem de natureza estratégica que envolve dimensões econômicas, sociais, ambientais, políticas e tecnológicas (EIA, 2015). As condições de disponibilidade de energia elétrica em quantidade, qualidade e custos determinam a capacidade das sociedades de assegurarem determinado padrão de vida através de investimentos direcionados. Porém estes investimentos devem ser assertivos de uma maneira planejada com fontes renováveis e sustentáveis, sem comprometer a geração futura no aspecto ambiental e socioeconômico, porém esta aferição deve vir através de indicadores de sustentabilidade.

Os indicadores compreendem ferramentas estratégicas utilizadas por organizações nacionais e internacionais para avaliar o nível de desenvolvimento em setores, regiões e comunidades. A sustentabilidade energética também faz parte deste panorama onde estudos sobre modelos de indicadores contribuem ao processo de tomada de decisão. O ambiente da administração pública do setor elétrico 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 (BORGES, 2012, p. 737-751). No Brasil o setor de energia elétrica também foi desenvolvido através de políticas públicas que propiciaram a construção de usinas Hidrelétricas em quase sua totalidade, devido o Brasil possuir a maior bacia hidrográfica do mundo e que até hoje ainda geram polêmicas entre entidades nacionais e internacionais em relação a sua implantação, pois do ponto de vista que sua geração é alimentada pelo movimento mecânico de suas turbinas, geradoras de eletricidade, através do deslocamento das águas do rio, esta fonte que não se esgota, logo são renováveis, tornando um ciclo contínuo, ou seja, são perfeitamente sustentáveis.

Por outro lado sua implantação e a magnitude da construção da hidrelétrica, no desvio do curso do rio, da construção do lago e da barragem, ocasionam grandes impactos socioambientais, causando reflexos econômicos e sociais desfavoráveis ao projeto, mas segundo políticas públicas estas iniciativas são essenciais, devido ao crescimento econômico da população e a melhoria da qualidade de vida, e como justifica Borges (2009, p. 119-150), “o processo de desenvolvimento, por seu turno, está diretamente vinculado à evolução do setor elétrico, na medida em que a eletricidade é o insumo básico para o melhoramento de outros fatores essenciais como saúde, educação, alimentação, água e saneamento”.

A implantação de um projeto que gere energia sustentável, que não cause impactos ambientais, com energia limpa e renovável, de preferência contínua e perpétua, seria a resposta para proporcionar um desenvolvimento sustentável perfeito, pois a energia possui papel estratégico fundamental na medida em que alicerçam outros setores básicos, de forma integrada em um cenário mais amplo, o da infraestrutura, abrangendo o transporte, a água e saneamento, o tratamento do lixo e as telecomunicações, com vistas a criar uma base sólida para alavancar o desenvolvimento.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel, nos últimos 10 anos, o Brasil dobrou sua produção de energia elétrica. A maior parte da energia gerada no país vem das usinas hidrelétricas com quase 71% de toda a capacidade, aproximadamente 115 mil megawatts (MW), o consumo residencial representa 26%; comércio, serviços públicos e áreas rurais respondem por 31%, mas a indústria ainda é o setor que mais consome com quase 43% e conforme o balanço energético de 2013 da Empresa de Pesquisa Energética-EPE do Ministério de Minas e Energia- MME com base em 2012, apesar do crescimento de 1835 MW no potencial do parque instalado de hidrelétrica, a oferta de energia hidráulica reduziu em 1,9 % devido às condições hidrológicas e por outro lado o consumo de energia cresceu em 3,9% puxado pelas famílias e o setor de serviços, este número pode até não parecer significativo, mas torna-se imenso se for comparado com o PIB de 2012, que foi de apenas 0,9% (IBGE).

Diante deste panorama de reflexão no ambiente dos modelos de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica esta investigação pretende questionar: qual a contribuição social do uso de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica através do processo decisório no setor elétrico? Nesta perspectiva, o objetivo deste estudo é o de analisar a contribuição social do uso de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica. Assim esta contribuição constitui-se basicamente como em uma revisão de literatura que desenvolveu

uma tentativa de produzir subsídios de reflexão contribuintes ao processo decisório no setor elétrico brasileiro, atribuindo atenção particular aos indicadores sociais. Além desta introdução, este artigo é composto de outras quatro partes: indicadores de sustentabilidade de energia elétrica, estratégia metodológica, análise e interpretação de resultados e as conclusões.

## 2. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A ELETRICIDADE

O Relatório *Brundtland*, “Nosso Futuro Comum”, e foi amplamente adotado no contexto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento a Rio 92. Segundo a Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, o desenvolvimento sustentável visa suprir as necessidades da população mundial atual sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Os indicadores baseados nos princípios do referencial normativo do desenvolvimento sustentável são denominados indicadores de sustentabilidade. Estes indicadores mostram variações de valores ou estados de determinada variável, que se apresentando distintos no tempo, sinalizam aspectos fundamentais ou prioritários no processo de desenvolvimento, particularmente em relação às variáveis que afetam a sustentabilidade destas dinâmicas (CAMARGO *et al.*, 2004). Para Lira (2008) diante da preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade estão sendo estruturadas e testadas formas para medição e mensuração do desenvolvimento sustentável, de países, empresas e sistemas de gestão em várias partes do mundo. Diversos estudos foram realizados com o intuito de avaliar a sustentabilidade, dentre eles citam-se: OECD (1998); DPCSD (1999); Hardi (1999) e IBGE (2002).

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 (BORGES, 2007).

A abordagem dos indicadores de sustentabilidade energética a ser estudado é a PER (Pressão-Estado-Resposta) desenvolvido pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), favorece sua utilização uma vez 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 partir deste modelo são especificados três tipos de indicadores ambientais, que são apresentados a seguir no Quadro 1.

**Quadro 1: Tipos de indicadores ambientais a partir da abordagem PER.**

| TIPOS DE INDICADORES AMBIENTAIS                   | DESCRIÇÃO   |
|---|---|
| INDICADORES DE PRESSÃO AMBIENTAL                  | Descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais.  |
| INDICADORES DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS OU DE ESTADO | Referem-se à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele.   |
| INDICADORES DAS RESPOSTAS SOCIAIS                 | São medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais. |

**Fonte:** Elaborado pelo autor a partir de Lira (2008).

Nesse modelo as pressões sobre o ambiente são reduzidas àquelas causadas pela ação do homem, desconsiderando as provenientes da ação da natureza com objetivo de melhor integrar os aspectos ambientais às políticas setoriais (LIRA, 2008, p-35), a OECD (1998) procurou agrupar os indicadores por temas e por setores. A classificação por temas é dividida em: mudança climática, diminuição da camada de ozônio, eutrofização, acidificação, contaminação tóxica, qualidade ambiental urbana, biodiversidade, paisagens culturais, resíduos, recursos hídricos, recursos florestais, recursos pesqueiros, degradação do solo (desertificação e erosão) e indicadores gerais. Os setores são classificados em transportes, energia e agricultura.

A seguir analisam-se os modelos de indicadores de energia desenvolvidos por especialistas na área energética que são a Helio Internacional (França), a Aneel (1999), Camargo (2004) e Borges (2007) que podem servir de base para as reflexões propostas nesta investigação. Como bem destaca Marzall e Almeida (1998), os indicadores apresentam modelos de interpretação da realidade social e o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade ainda está em seu início.

A Helio International compreende uma rede não governamental com sede em Paris e criada em 1997, formada por um conjunto de oito indicadores, divididos em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e tecnológica. A seguir, verificam-se através do Quadro 2, os indicadores de sustentabilidade energética elaborados pela Helio Internacional:

**Quadro 2: Indicadores de sustentabilidade energética elaborados pela Helio Internacional**

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

**Fonte:** Borges (2007) baseado na Helio Internacional (2005).

A Aneel foi criada com a função de melhorar a governança regulatória, sinalizando o compromisso dos legisladores de não interferir no processo regulatório e tranquilizando os investidores potenciais e efetivos quanto ao risco, por parte do poder concedente, de não cumprimento dos contratos administrativos, além de reduzir o risco regulatório e os ágios sobre os mercados financeiros (PIRES e GOLDSTEIN, 2001). Porém, verifica-se que na prática não ocorre exatamente desta maneira, quando vislumbramos em grande parte ao enorme controle por parte do executivo, na política interna e as empresas concessionárias manifestando a preocupação na lucratividade econômica. Motivo pelo qual o indicador de desenvolvimento sustentável passa a ser primordial para a regulação e controle destas empresas públicas privatizadas como um *feedback* para a sociedade.

Os indicadores de sustentabilidade de energia elétrica da Aneel (1999) foram desenvolvidos a partir da Organização Latino-Americano de Energia (OLADE, 1996), levando em consideração os aspectos políticos, econômicos, ecológicos e tecnológicos, conforme verificamos no Quadro 3 abaixo:

**Quadro 3: Indicadores de sustentabilidade energética da Aneel (1999).**

| DIMENSÃO    | INDICADORES   |
|-------------|---|
| POLÍTICA    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Segurança no abastecimento</li> <li>• Desconcentração de poder público</li> </ul>  |
| ECOLÓGICO   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimização de impactos sobre o meio ambiente físico e biótico</li> <li>• Máxima valorização de recursos energéticos renováveis</li> </ul> |
| SOCIAL      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de empregos</li> <li>• Redução de desigualdades regionais</li> </ul>   |
| ECONÔMICA   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilíbrio no balanço de pagamentos</li> <li>• Apropriação de renda e geração de receitas físicas</li> </ul>                               |
| TECNOLÓGICA | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade e confiabilidade adequada</li> <li>• Minimização de riscos de acidentes</li> </ul>   |

**Fonte:** Borges (2009).

A proposta de indicadores aplicáveis ao setor elétrico brasileiro apresentado por Camargo *et al.* (2005), foram baseados pelos conjuntos de indicadores ambientais, sociais e econômicos adotados pelas empresas Petrobras (Brasil), TVA - Tennessee Valley Authority (USA) e a Hydro Québec (Canadá), conforme mostra os Quadros 4, 5 e 7a seguir dos indicadores adotados:

**Quadro 4: Indicadores sociais de sustentabilidade energética de Camargo *et al.* (2004).**

| INDICADORES SOCIAIS  |  |
|--|--|
| • Alimentação (1)  | • Encargos sociais (1)   |
| • Valor pago à previdência privada (1)                     | • Assistência médica e social aos empregados (1)   |
| • Número de acidentes de trabalho (1)                      | • Número de doenças ocupacionais (1)   |
| • Investimento em educação dos empregados (1)              | • Investimento em projetos culturais para os empregados (1)  |
| • Capacitação e desenvolvimento profissional (1)           | • Número de mulheres que trabalham na empresa (1)  |
| • Creche/ auxílio creche (1)                               | • Participação nos resultados da empresa (1)   |
| • Transparência e comunicação das informações (1)          | • Número de empregados portadores de deficiência (1)   |
| • Percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres (1) | • Eficácia das contribuições para a sociedade (educação, cultura, saúde, esporte, lazer, alimentação, creches e outros) (1). |
| • Ações judiciais relativas a problemas ambientais (3)     | • Empregados treinados ISO 14.004 (3)  |
| • Investimento em educação para a comunidade (3)           | • Investimento em projetos sociais (culturais) a comunidade (2,3)  |
| • Investimentos em pesquisa em universidades (3)           |  |

**Fonte:** Camargo (2004). Os números entre parênteses referem-se à empresa na qual foi identificado o indicador. (1) Petrobras; (2) TVA e (3) Hydro-Québec.

**Quadro 5: Indicadores econômicos de sustentabilidade energética de Camargo *et al.* (2004).**

| INDICADORES ECONÔMICOS                                       |
|--|
| • Despesas com salários e benefícios. (1)                    |
| • Impostos e taxas em geral (1)                              |
| • Investimento em Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) (1) |
| • Investimento em pesquisa e desenvolvimento (1,3)           |
| • Investimento em desenvolvimento comunitário (1,3)          |
| • Investimento em tecnologia nacional (1)                    |
| • Patrocínio de projetos ambientais (1)                      |

**Fonte:** (CAMARGO *et al.*, 2004). Os números entre parênteses referem-se à empresa na qual foram identificados o indicador. (1) Petrobras; (2) TVA e (3) Hydro-Québec.

Os indicadores ambientais apresentados no Quadro 7 também foram obtidos pela combinação dos indicadores usados pelas empresas Petrobras, TVA e Hydro-Québec. Os parâmetros apresentados são aqueles considerados de maior aplicabilidade no contexto

brasileiro sendo que na mesma tabela foi inserida uma coluna na qual foi identificada a relevância dos mesmos para a geração hidrelétrica (H), termelétrica (T) ou para a empresa em geral (G):

**Quadro 6: Indicadores ambientais de sustentabilidade energética de Camargo *et al.* (2004).**

| INDICADORES                     | FATORES  | EMPRESA | APLICAÇÃO |
|---------------------------------|--|---------|-----------|
| QUALIDADE DO AR                 | • Emissões de CO <sub>2</sub> (4)                                  | 1,2,3   | T         |
|                                 | • Emissões de SO <sub>2</sub> (4)                                  | 1,2,3   | T         |
|                                 | • Emissões de NO <sub>x</sub> (4)                                  | 1,2,3   | T         |
|                                 | • Emissões de CO <sub>2</sub> (4)                                  | 1,2     | H,T,E     |
|                                 | • Emissões de SO <sub>2</sub> evitadas (4)                         | 1,2     | H,T,E     |
|                                 | • Emissões de NO <sub>x</sub> evitadas (4)                         | 1,2     | H,T,E     |
|                                 | • Redução de gases efeito estufa <sup>1</sup>                      | 1,2     | T         |
| EFICIÊNCIA ENERGÉTICA           | • Área utilizada <sup>2</sup> (km <sup>2</sup> )                   | 2       | H,T       |
|                                 | • Uso Eficiente de Energia (UEE) – economia setor residencial (1)  | 2       | G         |
|                                 | • UEE – economia setor comercial (1)                               | 2       | G         |
|                                 | • UEE – economia setor industrial (1)                              | 2       | G         |
|                                 | • Eficiência energética (EE) de edifícios:                         | 2,3     | G         |
|                                 | • EE de equipamentos: economia (1)                                 | 2       | G         |
|                                 | • Eficiência no consumo da frota de veículos (Km)                  | 2       | G         |
|                                 | • Redução do Pico de Demanda (1)                                   | 2,3     | G         |
|                                 | • Instalações de energia eficiente em residências <sup>3</sup> (2) | 2,3     | G         |
| UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS | • Reutilização de postes (2)                                       | 2       |           |
|                                 | • Reutilização de óleo isolante de transformadores (3)             | 2       | G         |
|                                 | • Recuperação/ reciclagem de computadores e impressoras (2)        | 2       | G         |
|                                 | • Recuperação/ reciclagem de equipamentos elétricos (2)            | 2       | G         |
|                                 | • Resíduos e efluentes tratados, reciclados ou utilizados (3)      | 2       | T         |
|                                 | • Resíduos perigosos recuperados ou devidamente destinados (3)     | 2       | T         |
|                                 | • Utilização de subprodutos da combustão do carvão (3)             | 2       | T         |
|                                 | • Compra de produtos reciclados (2)                                | 2       | G         |
| QUALIDADE AMBIENTAL             | • Produção de resíduo perigoso (3)                                 | 1,3     | T         |
|                                 | • Derramamento de óleo isolante (2)                                | 2       | G         |
|                                 | • Material derramado recolhido (3)                                 | 2       | G         |
|                                 | • Tratamento do solo contaminado com óleo (\$)                     | 2       | G         |
|                                 | • Resíduos sólidos enviados para aterros (3)                       | 1,3     | G         |
|                                 | • Inventário de efluentes tóxicos (3)                              | 3       | G         |
|                                 | • Melhoramento de costas prejudicadas - Investimento (\$)          | 3       | H,T       |
| QUALIDADE DA ÁGUA               | • Saúde ecológica dos rios <sup>4</sup>                            | 2       | H,T       |
|                                 | • Saúde ecológica dos reservatórios <sup>4</sup>                   | 2,3     | H         |



|                            |   |     |   |
|----------------------------|---|-----|---|
| RESPONSABILIDADE AMBIENTAL | • Unidades geradoras com certificação ISO 14.000 (2)        | 2   | G |
|                            | • Empregados treinados ISO 14.004 (SGA) (2)                 | 2   | G |
|                            | • Investimento anual em programas ambientais (\$)           | 2   | G |
|                            | • Não conformidades em relação a um ano base (Baseline) (%) | 2,3 | G |
|                            | • Ações judiciais relativas a problemas ambientais (2).     | 2   | G |

**Fonte:** (CAMARGO *et al.*, 2004). Quanto aos números entre parênteses na coluna “Fatores”, obedecem a mensuração prevista na Resolução CONAMA 020/ 86: (1) - kWh ; (2) - Número; (3) - Volume; (4) - ton/ano. Os números na coluna “Empresa” referem-se à empresa a qual foram observados os indicadores. (1) Petrobras; (2) TVA e (3) Hydro-Québec. No tocante a coluna “Aplicação” a nomenclatura é: H - Hidroeletricidade, T - Termoeletricidade, E - Energia Eólica, G – Para qualquer tipo de fonte energia ou para a empresa em geral.

O modelo de indicadores aplicáveis ao setor elétrico brasileiro proposto por Borges (2007) foram baseados na análise do conjunto de indicadores de sustentabilidade energética ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos adotados pelas organizações internacionais Hydro Québec (Canadá), da TVA - Tennessee Valley Authority (EUA) e da Hélios Internacional (França) no qual foi feito um levantamento bibliográfico do desenvolvimento sustentável e uma análise dos indicadores destes três modelos, tendo como objetivo índices de indicadores de sustentabilidade energética com a intenção de avaliar de modo quantitativo e qualitativo a evolução destes indicadores energéticos, de tal modo que possa conhecer os resultados de estratégias e políticas de investimentos direcionados ao setor de energia, podendo ser o fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico no Brasil.

A seguir o Quadro 7 demonstra os indicadores de sustentabilidade de energia elétrica com os indicadores ambientais, sociais, econômico e tecnológicos:

**Quadro 7: Indicadores de sustentabilidade de energia elétrica propostos por Borges (2007).**

| DIMENSÃO  | INDICADORES   |
|-----------|---|
| AMBIENTAL | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos globais e locais</li> <li>• Qualidade do ar</li> <li>• Eficiência energética</li> <li>• Utilização de recursos naturais</li> <li>• Qualidade ambiental e da água</li> <li>• Responsabilidade ambiental</li> </ul> |

|             |   |
|-------------|---|
| SOCIAL      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domicílios com acesso à eletricidade</li> <li>• Investimentos em energia limpa como um incentivo à criação de empregos</li> <li>• Valor pago à previdência privada e encargos sociais</li> <li>• Assistência médica, social e alimentação aos empregados</li> <li>• Número de acidentes de trabalho, de doenças ocupacionais e de empregados portadores de deficiência</li> <li>• Investimento em educação dos empregados e em projetos culturais para os empregados</li> <li>• Capacidade de desenvolvimento profissional</li> <li>• Número de mulheres que trabalham na empresa</li> <li>• Auxílio creche; participação nos resultados da empresa</li> <li>• Transparência e comunicação das informações</li> <li>• Percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres</li> <li>• Eficácia das contribuições para a sociedade</li> <li>• Ações judiciais relativas a problemas ambientais</li> <li>• Empregados treinados ISO 14.004</li> <li>• Investimentos em educação para a comunidade, em projetos sociais e em pesquisas em universidades.</li> </ul> |
| ECONÔMICA   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposição a impactos externos</li> <li>• Despesas com salários e benefícios</li> <li>• Impostos e taxas em geral</li> <li>• Investimentos em segurança, meio ambiente, saúde, pesquisa e desenvolvimento, desenvolvimento comunitário, em energia no setor público e em tecnologia nacional</li> <li>• Patrocínio de projetos ambientais.</li> </ul>   |
| TECNOLÓGICA | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidade energética</li> <li>• Participação de fontes renováveis na oferta primária de energia.</li> </ul>  |

**Fonte:** Borges (2007).

### 3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

As investigações podem ser classificadas, de um modo geral, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos (GIL, 2008). Quanto aos objetivos esta investigação é descritiva na medida em que procura descrever modelos de indicadores de sustentabilidade de eletricidade. A pesquisa descritiva possui como uma de suas peculiaridades a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados como a observação sistemática das dimensões de composição dos indicadores. Quanto aos procedimentos técnicos a investigação é bibliográfica, pois foi desenvolvida a partir do levantamento de artigos, livros e sites especializados. Nesta perspectiva, destaca-se que o artigo constitui-se basicamente em uma revisão de literatura que desenvolveu uma tentativa de produzir subsídios de reflexão contribuintes ao processo decisório no setor elétrico brasileiro.

As técnicas de pesquisa possuíram três etapas. Inicialmente alicerçou-se em um levantamento bibliográfico. Foram verificados livros, anais, periódicos e sites vinculados ao uso das categorias fundamentais desta investigação: desenvolvimento sustentável, indicadores

e energia elétrica. Em seguida, realizou-se uma análise comparativa entre estes modelos de maneira a possibilitar reflexões capazes de levantar subsídios para a construção de modelos de indicadores mais completos e dinâmicos. Por fim, efetuou-se uma reflexão sobre a contribuição social em novos modelos de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica.

#### **4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS.**

Esta Seção será dividida em duas partes distintas, primeiro será feito uma análise comparativa dos modelos de indicadores de sustentabilidade energética apresentados pela Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel. Os modelos são comparados através das dimensões Ambientais, Sociais, Econômicos, Tecnológicas e Políticas, utilizando-se de tabelas e em seguida uma tabela resultante destes pontos comuns. Na segunda parte serão apresentadas as reflexões sobre as propostas de indicadores através do levantamento de subsídios para sugestões de aperfeiçoamentos a novos modelos a serem construídos.

Na sugestão de um novo modelo de indicadores, levando em consideração os modelos apresentados, porém serão utilizados na construção desta proposta, os indicadores na dimensão Política, visando uma resposta à participação da sociedade na segurança do abastecimento e a atual política reguladora do Brasil.

#### **4.1. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO COMPARATIVA DE INDICADORES**

##### **A) DIMENSÃO AMBIENTAL**

Conforme se demonstra a seguir no Quadro 8, verifica-se que a colaboração feita pela Helio internacional dos indicadores ambientais para o setor de energia, preocupa-se com produção de energia, nos impactos globais e locais de uma forma genérica, enquanto o modelo Camargo, preocupa-se na qualidade, eficiência e preservação do solo, água e ar como fatores predominantes da manutenção e preservação do meio ambiente e responsabilidade ambiental. Borges e Aneel demonstram seus modelos de indicadores de uma forma mais completa, sintetizando todos os outros indicadores.

**Quadro 8: Comparação entre os indicadores ambientais de sustentabilidade de energia elétrica da Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.**

| INDICADORES AMBIENTAIS | VARIÁVEIS   |
|------------------------|---|
| HELIO INTERNACIONAL    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos globais</li> <li>• Impactos locais</li> </ul>   |
| CAMARGO                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade do ar</li> <li>• Eficiência energética</li> <li>• Utilização de Recursos Naturais</li> <li>• Qualidade ambiental</li> <li>• Qualidade da água</li> <li>• Responsabilidade ambiental</li> </ul>                   |
| BORGES                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos globais e locais</li> <li>• Qualidade do ar</li> <li>• Eficiência energética</li> <li>• Utilização de recursos naturais</li> <li>• Qualidade ambiental e da água</li> <li>• Responsabilidade ambiental</li> </ul> |
| ANEEL                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos globais e locais</li> <li>• Qualidade do ar</li> <li>• Eficiência energética</li> <li>• Utilização de recursos naturais</li> <li>• Qualidade ambiental e da água</li> <li>• Responsabilidade ambiental</li> </ul> |

**Fonte:** Elaborado pelo autor baseado em Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.

## B) DIMENSÃO SOCIAL

Apresenta-se a seguir, uma comparação entre os modelos de indicadores sociais energéticos (Quadro 9). O modelo do grupo de especialista na área energética, Helio Internacional, baseia-se em percentuais de domicílios com acesso à eletricidade e investimento em energia limpa, como um incentivo a geração de empregos, enquanto o modelo Camargo é baseado em indicadores empresariais e corporativos, a partir da geração elétrica, como enfatiza Borges (2009). A proposta de Camargo *et al.* (2004) possui um enfoque voltado a indicadores empresariais ou corporativos aplicáveis ao setor elétrico brasileiro. Os indicadores visam o pagamento de encargos, a melhoria social e equidade entre os colaboradores, investimento sociais para comunidade e pesquisa. O modelo de indicadores de Borges é a resultante da Helio Internacional e Camargo, enquanto a Aneel visa à geração

de empregos e a desigualdade regional, como instrumento de comunicação entre os tomadores de decisão e o público.

**Quadro 9: Comparação entre os indicadores sociais de sustentabilidade de energia elétrica da Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.**

| INDICADORES SOCIAIS | VARIÁVEIS   |
|---------------------|---|
| HELIO INTERNACIONAL | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domicílios com acesso à eletricidade</li> <li>• Investimentos em energia limpa como um incentivo à criação de empregos</li> </ul>  |
| CAMARGO             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentação</li> <li>• Assistência médica e social aos empregados</li> <li>• Encargos sociais</li> <li>• Valor pago à previdência privada</li> <li>• Número de acidentes de trabalho</li> <li>• Número de doenças ocupacionais</li> <li>• Número de empregados portadores de deficiência</li> <li>• Número de empregados portadores de deficiência</li> <li>• Investimento em educação dos empregados</li> <li>• Investimento em projetos culturais para os empregados</li> <li>• Capacitação e desenvolvimento profissional</li> <li>• Número de mulheres que trabalham na empresa</li> <li>• Creche/auxílio creche</li> <li>• Participação nos resultados da empresa.</li> <li>• Transparência e comunicação das informações.</li> <li>• Percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres</li> <li>• Eficácia das contribuições para a sociedade</li> <li>• Ações judiciais relativas a problemas ambientais</li> <li>• Empregados treinados ISO 14.004</li> <li>• Investimento em projetos sociais (culturais) a comunidade</li> <li>• Investimentos em pesquisa em universidades.</li> </ul> |
| BORGES              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domicílios com acesso à eletricidade</li> <li>• Investimentos em energia limpa como um incentivo à criação de empregos</li> <li>• Valor pago à previdência privada e encargos sociais</li> <li>• Assistência médica, social e alimentação aos empregados</li> <li>• Número de acidentes de trabalho, de doenças ocupacionais e de empregados portadores de deficiência</li> <li>• Investimento em educação dos empregados e em projetos culturais para os empregados</li> <li>• Capacidade de desenvolvimento profissional</li> <li>• Número de mulheres que trabalham na empresa</li> <li>• Auxílio creche; participação nos resultados da empresa</li> <li>• Transparência e comunicação das informações</li> <li>• Percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres</li> <li>• Eficácia das contribuições para a sociedade</li> <li>• Ações judiciais relativas a problemas ambientais</li> <li>• Empregados treinados ISO 14.004</li> <li>• Investimentos em educação para a comunidade, em projetos sociais e em pesquisas em universidades.</li> </ul>                                     |

|       |  |
|-------|--|
| ANEEL | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de empregos</li> <li>• Redução de desigualdades regionais.</li> </ul> |
|-------|--|

**Fonte:** Elaborado pelo autor baseado em Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel

### C) DIMENSÃO ECONÔMICA

Conforme se apresenta a seguir o Quadro 10 que traz a comparação entre os indicadores econômicos, da Helio Internacional, Borges e Camargo *et al.* e Aneel. Observa-se uma maior quantidade de variáveis em Camargo e Borges.

**Quadro 10: Comparação entre os indicadores econômicos de sustentabilidade de energia elétrica da Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.**

| INDICADORES ECONÔMICOS | VARIÁVEIS  |
|------------------------|--|
| HELIO INTERNACIONAL    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposição a impactos externos</li> <li>• Carga de investimentos em energia no setor público.</li> </ul>   |
| CAMARGO                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Despesas com salários e benefícios</li> <li>• Impostos e taxas em geral</li> <li>• Investimento em Segurança, Meio Ambiente e Saúde</li> <li>• Investimento em pesquisa e desenvolvimento</li> <li>• Investimento em desenvolvimento comunitário</li> <li>• Investimento em tecnologia nacional</li> <li>• Patrocínio de projetos ambientais</li> </ul> |
| BORGES                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposição a impactos externos</li> <li>• Despesas com salários e benefícios</li> <li>• Impostos e taxas em geral</li> <li>• Investimentos em segurança, meio ambiente, saúde, pesquisa e desenvolvimento, desenvolvimento comunitário, em energia no setor público e em tecnologia nacional</li> <li>• Patrocínio de projetos ambientais.</li> </ul>    |
| ANEEL                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilíbrio no balanço de pagamentos</li> <li>• Apropriação de renda e geração de receitas físicas</li> </ul>  |

**Fonte:** Elaborado pelo autor baseado em Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.

### D) DIMENSÃO TECNOLÓGICA

O modelo proposto por Camargo não apresenta uma dimensão tecnológica enquanto que a de Borges baseou-se no modelo Helio Internacional, conforme descrito abaixo no Quadro 11, da tabela comparativa entre os indicadores tecnológicos, visando à intensidade de energia e a participação de fontes de energia renováveis na oferta primária, enquanto que a Aneel, prioriza-se na continuidade e eficiência da energia elétrica, visando à qualidade e a

confiabilidade do fornecimento da energia elétrica ao público, além de minimização de riscos de acidentes.

**Quadro 11: Comparação entre os indicadores tecnológicos de sustentabilidade de energia elétrica da Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.**

| INDICADORES TECNOLÓGICOS | VARIÁVEIS  |
|--------------------------|--|
| HELIO INTERNACIONAL      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidade energética</li> <li>• Participação de fontes renováveis na oferta primária de energia.</li> </ul> |
| CAMARGO                  | —  |
| BORGES                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidade energética</li> <li>• Participação de fontes renováveis na oferta primária de energia.</li> </ul> |
| ANEEL                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade e confiabilidade adequada</li> <li>• Minimização de riscos de acidentes</li> </ul>                  |

**Fonte:** Elaborado pelo autor baseado em Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel. Camargo não propõe indicadores de tecnológicos para a sustentabilidade energética.

#### E) DIMENSÃO POLÍTICA

Apenas a Aneel apresenta indicadores no cenário político, Quadro 12, visando dar segurança no abastecimento, desconcentração do poder público, além de equilíbrio econômico, no preço da energia e receitas das concessionárias, e ainda sofre a influência da demanda das indústrias, das residências, das políticas energéticas nacionais e internacionais de energia.

**Quadro 12: Indicadores políticos de sustentabilidade de energia elétrica da Aneel.**

| INDICADORES POLÍTICOS | VARIÁVEIS   |
|-----------------------|---|
| ANEEL                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Segurança no abastecimento</li> <li>• Desconcentração de poder público.</li> </ul> |

**Fonte:** Elaborado pelo autor baseado em Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel

## 4.2. REFLEXÕES SOBRE A CONTRIBUIÇÃO SOCIAL EM ESTRUTURAS DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA.

Esta seção procurou apresentar reflexões que possam subsidiar a construção de novas propostas de modelos de indicadores de sustentabilidade de eletricidade. A seguir no Quadro 13, apresenta-se uma primeira aproximação de sugestão de um modelo de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica, especialmente na dimensão social, baseado na soma da tabela resultante dos indicadores analisados. Esta proposta visa dimensionar todas as opções de indicadores sintetizadas para que possa servir de base para estudos posteriores.

**Quadro 13: Proposta de indicadores sociais de sustentabilidade de energia elétrica.**

| DIMENSÃO | INDICADORES  |
|----------|--|
| SOCIAL   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domicílios com acesso à eletricidade</li> <li>• Investimentos em energia limpa como um incentivo à criação de empregos</li> <li>• Valor pago à previdência privada e encargos sociais</li> <li>• Assistência médica, social e alimentação aos empregados</li> <li>• Número de acidentes de trabalho, de doenças ocupacionais e de empregados portadores de deficiência</li> <li>• Investimento em educação dos empregados e em projetos culturais para os empregados</li> <li>• Capacidade de desenvolvimento profissional</li> <li>• Número de mulheres que trabalham na empresa</li> <li>• Auxílio creche; participação nos resultados da empresa</li> <li>• Transparência e comunicação das informações</li> <li>• Percentual de cargos de chefia ocupados por mulheres</li> <li>• Eficácia das contribuições para a sociedade</li> <li>• Ações judiciais relativas a problemas ambientais</li> <li>• Empregados treinados ISO 14.004</li> <li>• Investimentos em educação para a comunidade, em projetos sociais e em pesquisas em universidades.</li> <li>• Equilíbrio no balanço de pagamentos</li> <li>• Apropriação de renda e geração de receitas físicas</li> </ul> |

**Fonte:** Elaborado pelo autor baseado em Helio Internacional, Camargo *et al.*, Borges e Aneel.

Este esboço adotou uma estrutura de indicadores baseada na percepção analítica de que a utilização de um número maior de dimensões na composição dos modelos de indicadores tende a aumentar o alcance e as possibilidades da sustentabilidade ser praticada através do processo de tomada de decisão. Esta percepção foi inferida, pois os modelos de indicadores que se baseavam em um número restrito de dimensões apontavam lacunas de abrangência dos aspectos conceituais do desenvolvimento sustentável, ou seja, as dimensões políticas e tecnológicas que não faziam parte destes modelos detinham potencialidades importantes no



campo operacional de apoio ao processo decisório. Quando da análise das estruturas dos modelos pesquisados, estas dimensões não foram atendidas a contento pelas outras dimensões.

## 5. CONCLUSÃO

Talvez o maior desafio na construção de indicadores de sustentabilidade energética seja a criação de indicadores que reflitam uma visão atual e ao longo prazo, de uma maneira proativa, vislumbrando as tendências e a participação da sociedade, quer seja nos estudos de casos, em seus aspectos sócios econômicos, ou reflexo de um crescimento operacional, em uma sociedade mais consumista. Os indicadores não são simples acompanhamentos históricos, de dados a serem manipulados, com resultados de sucessos ou insucessos, se ocorreram ou não o desenvolvimento sustentável, mas sim um marco, monitoramento, controle de um curso, podendo influenciar uma decisão política ou econômica na produção de energia, em sua estrutura energética, na geração de empregos, na redução de desigualdades sociais ou até mesmo no preço da energia em uma determinada comunidade.

O desafio apresentado por esta investigação é uma tentativa de reflexão no ambiente dos modelos de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica. Neste sentido, o estudo propôs uma indagação de natureza teórica onde refletiu sobre qual a contribuição social do uso de indicadores de sustentabilidade de energia elétrica através do processo decisório no setor elétrico. A investigação concluiu que a utilização de um número maior de variáveis sociais na composição dos indicadores de sustentabilidade de energia elétrica tende a fortalecer a participação social no processo de tomada de decisão; porém, a ausência de uma unificação da relação destas variáveis colabora para sua dispersão e atenuação de sua importância na estrutura do processo de construção de indicadores.

Assim, em resposta ao problema de pesquisa o estudo não apontou um dos modelos de indicadores de sustentabilidade de eletricidade analisados como o ideal, e sim, apresentou como proposta o agregado destes modelos de maneira a envolver a somatória das dimensões trabalhadas pelas fontes de pesquisa na medida em que as inferências do estudo em campo teórico indicaram pela utilização de todas as dimensões na composição dos modelos de indicadores. Esta postura tende a fortalecer a capacidade de aplicabilidade da sustentabilidade

e de seu acompanhamento avaliativo de maneira mais completa, pois aborda o ambiente dos indicadores de maneira mais diversificada.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Sergio Pinto. *Estabelecimento de indicadores e modelo de relatório de sustentabilidade ambiental, social e econômica: Uma proposta para a indústria de petróleo brasileira*. UFRJ. Rio de Janeiro. 2003. (Tese de Doutorado).

ANEEL – Agência nacional de energia elétrica. *Relatório ANEEL 2012*. Agência Nacional de Energia Elétrica. - Brasília: ANEEL, 2013.

ANEEL. *Atlas de energia Elétrica do Brasil*. 2002 by titulares dos direitos da ANEEL e OMM. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Brasília – DF.

BORGES, Fabricio Quadros. Administração pública do setor elétrico: indicadores de sustentabilidade no ambiente residencial do estado do Pará (2001-10). *Rev. Adm. Pública [online]*. vol.46, n.3. 2012.

BORGES, Fabricio Quadros; ZOUAIN, Désirée Moraes. A matriz elétrica no estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável. *Planejamento e políticas públicas*. n. 35, jul./dez. 2010.

BORGES, Fabricio Quadros. Indicadores de sustentabilidade para a energia elétrica no estado do Pará. *Revista Brasileira de Energia*, Vol. 15, No. 2, 2o Sem. 2009, pp. 119-151.

BORGES, Fabricio Quadros. Interpretações sobre o desenvolvimento sustentável: Uma Análise dos Indicadores de Sustentabilidade energética da Hydro Québec (Canadá), Tennessee Valley Authority (E.U.A.) e da Hélios Internacional (França). *Contribuciones a la Economía*. Noviembre, 2013.

CAMARGO, Arilde Sutil G. de; UGAYA, Cássia Maria Lie; AGUDELO, Líbia Patrícia Peralta. 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, Fernanda Amorim Ribeiro de; SIQUEIRA, José Ricardo Maia de; MACEDO, Marcelo Alvaro da Silva. Análise da utilização dos indicadores essenciais da versão “G3”, da global reporting initiative, nos relatórios de sustentabilidade das empresas do setor de energia elétrica sul americano. In: *SIMPOI 2009 ANAIS*.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDEMBERG, José; VILLANUEVA, Luz Dondero. Energia, Meio Ambiente e desenvolvimento. Disponível em:

[http://callegariarquitetura.com.br/textos/callegari\\_energia\\_meio\\_ambiente%20\\_e\\_desenvolvimento.pdf](http://callegariarquitetura.com.br/textos/callegari_energia_meio_ambiente%20_e_desenvolvimento.pdf). Acesso em: 25 de outubro de 2014.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FEICHAS, Susana Arcangela Quacchia. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*. Campinas v. XII, n. 2 p. 307-323. Julho-dezembro, 2009.

MACHADO, Fernando Vieira. Indicador de sustentabilidade energética – Um modelo de avaliação para a governança regulatória. In: *III Encontro da ANPPAS*, 23 a 26 de maio de 2006. Brasília-DF, 2006.

MME - Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2013: Ano base 2012/ Empresa de Pesquisa Energética*. Rio de Janeiro: EPE, 2013.

MME - Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2013 – Ano base 2012: Relatório Síntese*. Rio de Janeiro: EPE, 2013.

PROCEL. ELETROBRÁS. ANEEL. *Relatório síntese dos programas de combate ao desperdício de energia elétrica ciclo 1998/1999*.

REMPEL, Cristiano. *Análise da eficiência técnica relativa de empresas brasileiras distribuidora de energia elétrica: Uma abordagem DEA*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo-RS, 2013.

WALESKA, Silveira Lira. Análise dos modelos de indicadores no contexto do Desenvolvimento sustentável. *Perspectivas Contemporâneas*. Campo Mourão, v. 3, n. 1, p. 31-45, jan./jul. 2008: Faculdade Integrado Campo Mourão. Paraná. Brasil.

VEIGA, José Eli da. *Como monitorar o desenvolvimento sustentável? A resposta da Comissão Stiglitz-Sen-Fitoussi*. São Paulo: CMEPSP, 2009.