



## **SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DAS EMPRESAS DE ENERGIA LISTADAS IBrX-100 DA BM&FBOVESPA**

**Sharlene Regina de Souza**

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB  
Rua Antonio da Veiga, 140 – Blumenau/SC  
sharlene.rh@gmail.com

**Adriana Kroenke**

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB  
Rua Antonio da Veiga, 140 – Blumenau/SC  
[akroenke@furb.br](mailto:akroenke@furb.br)

**Sheila Patricia Ramos**

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB  
Rua Antonio da Veiga, 140 – Blumenau/SC  
spr80sc@gmail.com

### **RESUMO**

Este estudo tem como objetivo avaliar por meio de análise estatística a sustentabilidade ambiental das empresas energia elétrica. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental, descritiva e com abordagem quantitativa. A amostra foi composta por 12 empresas de energia pertencentes ao índice IBrX-100 da BM&FBovespa no ano de 2014. O modelo aplicado para avaliar a sustentabilidade ambiental das empresas foi o AHP [*Analytic Hierarchy Process*]. Os indicadores utilizados no estudo foram de água, energia, emissões, resíduos e gastos com proteção ambiental, dispostos no relatório de sustentabilidade ambiental da GRI. Como resultados, verificou-se que as empresas Eletrobras, Tractebel e Energias BR apresentam melhores resultados em relação aos indicadores de Sustentabilidade Ambiental analisados, enquanto que as empresas Cemig, Cesp e AES Tiete ficaram com as últimas colocações. Destaca-se que embora tenha se estabelecido um *ranking* a partir dos critérios analisados, as empresas apresentam ações e práticas ambientais distintas não analisadas no estudo.

**PALAVRAS-CHAVE: AHP, empresas de energia, sustentabilidade ambiental.**

**Tópicos: ADM - Apoio à Decisão Multicritério.**

### **ABSTRACT**

This study aims to evaluate, through statistical analysis, the environmental sustainability of electric power companies. The study is characterized as documentary research, descriptive and with a quantitative approach. The sample was composed of 12 energy companies belonging to the BM&FBovespa IBrX-100 index in the year 2014. The AHP [*Analytic Hierarchy Process*] was used to evaluate the environmental sustainability of companies. The indicators used in the study were water, energy, emissions, waste and environmental protection expenditures, as set out in GRI's G4 environmental sustainability report. As a result, Eletrobras, Tractebel and Energias BR presented better results compared to the Environmental Sustainability indicators analyzed, while Cemig, Cesp and AES Tiete were the last ones. It is noteworthy that although a ranking was established based on the analyzed criteria, the companies present different environmental actions and practices not analyzed in the study.

**KEYWORDS. AHP, energy companies, environmental sustainability.**

**Paper topics: ADM - Support for the Multicriteria Decision.**



## 1. Introdução

De acordo com Oliveira *et al.* [2016] as transformações socioeconômicas das últimas décadas estão levando as organizações a mudarem o seu comportamento e a desenvolverem novas atitudes, inclusive no sentido de considerar os impactos sociais e ambientais gerados por suas atividades. Essas mudanças devem-se ao aumento das discussões sobre nosso modelo atual de produção e consumo, cuja interferência na dinâmica do ambiente natural passa a ser considerada também como uma responsabilidade das empresas.

Segundo Maceno [2015] as indústrias são pressionadas a controlar seus impactos ambientais e melhorar seu desempenho ambiental. Esta pressão ocorre, pois este tipo de empresas normalmente são caracterizadas com alto potencial de poluição. Assim, o desenvolvimento sustentável tornou-se uma parte importante de muitas agendas governamentais e de responsabilidade social corporativa.

Clarkson *et al.* [2013] ressaltam que as divulgações ambientais voluntárias podem revelar o compromisso que a empresa possui com o meio ambiente, sistemas de gestão, visão e estratégias ambientais. A publicação de balanços sociais ou relatórios de sustentabilidade empresariais tem servido como forma de apresentar os desempenhos das empresas [iniciativas, resultados, atitudes e investimentos], por meio do uso de vários indicadores ou parâmetros, em prol do desenvolvimento sustentável [MARIMON *et al.*, 2012].

Carneiro *et al.* [2012] ressaltam que os custos pelo uso da natureza [emissão de gases, poluição de rio etc.], principalmente os de grave impacto negativo, precisam ser identificados na atividade operacional das entidades para que possam ser acompanhados, minimizados e/ou eliminados devido aos reflexos negativos no patrimônio e no ambiente.

Para Souza [2016], a identificação, quantificação, monitoramento e análise dos aspectos ambientais, podem suscitar as empresas melhorias de planejamento, aumento da produção e de competitividade, além da qualidade ambiental, fazendo com que as mesmas assumam compromisso com o meio ambiente e caminhem rumo ao desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, as companhias de energia do país apresentam grande complexidade devido aos impactos ambientais nos processos de geração, transmissão e distribuição de energia. Apesar da demanda de energia ser um indicador de desenvolvimento econômico, torna-se necessário que aspectos sociais e ambientais sejam identificados, quantificados e monitorados, destacando-se a importância de avaliar a sustentabilidade ambiental destas, visto que é uma preocupação da sociedade e que reflete impactos significativos ao meio ambiente.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a Sustentabilidade Ambiental das empresas por meio dos indicadores ambientais descritos no relatório da GRI.

Um dos métodos que podem ser utilizados para avaliar a sustentabilidade ambiental das empresas é o AHP [Análise Hierárquica de Processos]. O método AHP verifica a importância relativa de atributos que são transformados em um denominador comum por meio do processo de comparação dos pares, proporcionando assim a avaliação da importância dos critérios e das alternativas para alcançar objetivo desejado [MULLER E RAFAELI 2007].

O estudo se justifica por sua contribuição teórica, visto que confere a originalidade científica no contexto nacional e internacional, observando que não se identificaram estudos que analisassem o a sustentabilidade ambiental de empresas de energia. Pela contribuição prática, visto que os *stakeholders* poderão analisar a sustentabilidade ambiental das mesmas, fornecendo um panorama sobre a situação, possibilitando uma reflexão adequada quanto ao alinhamento do desempenho ambiental às estratégias de gestão das empresas. E por sua contribuição social que reside na busca por uma análise crítica sobre os conteúdos publicados por meio dos indicadores, esta análise poderá motivar as organizações a desenvolver, prosperar e até mesmo fortalecer a sustentabilidade ambiental, impulsionando as mesmas para um maior alinhamento com as diretrizes da GRI [Global Reporting Initiative], de modo que as informações divulgadas sejam padronizadas, transparentes e de acordo com a realidade.

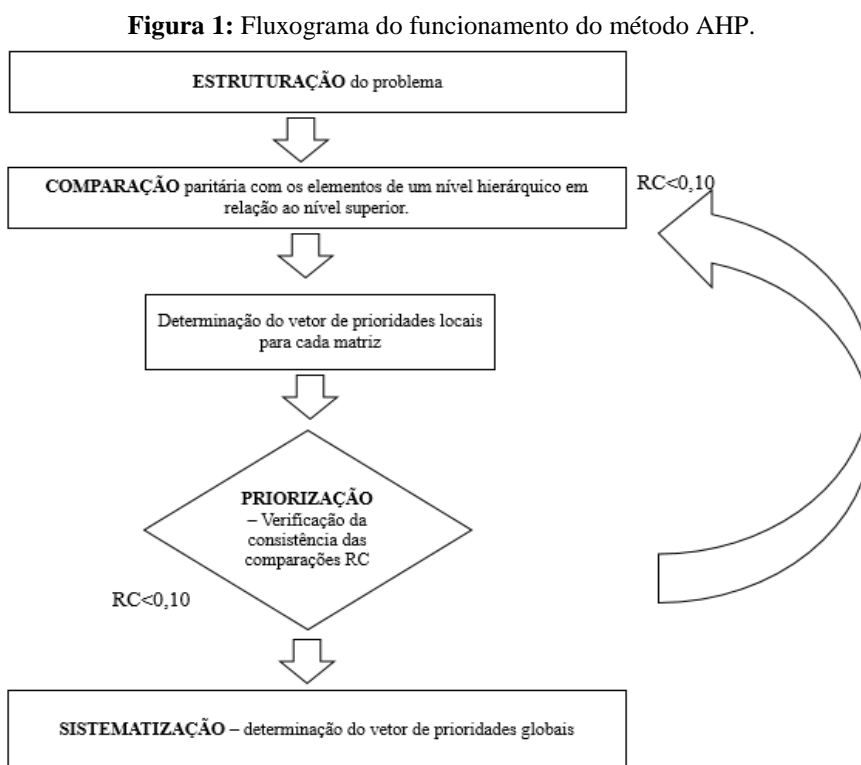


## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 Método de Análise Hierárquica de Processo [AHP]

O método clássico de análise multicritério *Analytic Hierarchy Process* [AHP] foi um dos primeiros métodos desenvolvidos no ambiente das decisões multicritérios, proposto por Thomas L. Saaty [1980]. É um método subjetivo, onde o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, facilitando, assim, sua compreensão e avaliação. Esta metodologia consiste em organizar uma estrutura hierárquica mostrando os relacionamentos existentes, partindo de um objetivo geral até chegar a diversas alternativas.

Segundo Lucena [1999], essa metodologia segue quatro etapas básicas: estruturação hierárquica, comparações paritárias dos elementos em cada nível do sistema, princípio da priorização e sintetização das prioridades. A Figura 1 apresenta o fluxograma de funcionamento do método AHP.



Fonte: Adaptado de Lucena [1999].

Lucena [1999] afirma que a estruturação possibilita a visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema. A hierarquia é composta dos eventos e suas respectivas relações, podendo a mesma ser simples ou composta. A hierarquia simples é formada por três níveis, o primeiro nível compõe-se de apenas um elemento [meta ou objetivo geral], o segundo nível representa os critérios e o terceiro as alternativas, podendo estes dois últimos possuir vários elementos. A hierarquia complexa inclui: objetivo geral; fatores ambientais de ordem física, biológica, química e outros; critério geral incluindo fatores econômicos, sociais, políticos, tecnológicos e ideológicos; subcritérios relativos a cada critério; grupos que controlam os critérios e subcritérios; objetivos dos grupos envolvidos; políticas ou fatores que exercem influência na tomada de decisão e planos alternativos [LUCENA 1999, p. 4,5].

Algumas vantagens em relação às hierarquias são destacadas por [Saaty 1991, p. 17-18]:



[1] A representação hierárquica de um sistema pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos.

[2] Eles dão grandes detalhes de informação sobre a estrutura e as funções de um sistema nos níveis mais baixos, permitindo uma visão geral de atores e de seus propósitos nos níveis mais altos. Limitações nos elementos de um nível são representadas melhor no nível mais alto seguinte para assegurar que eles sejam satisfeitos. [...]

[3] Os sistemas naturais montados hierarquicamente, isto é, através de construção modular e montagem final de módulos, desenvolvem-se muito mais eficientemente do que aqueles montados de um modo geral.

[4] Eles são estáveis e flexíveis: estáveis porque pequenas modificações têm efeitos pequenos; e flexíveis porque adições a uma hierarquia bem estruturada não perturbam o desempenho.

Saaty [1991] define preferências que auxiliam no processo de definir a importância de cada critério. Para hierarquizar ou definir as preferências é preciso definir a importância de cada critério em relação a cada um dos outros e dentro de cada critério a importância de cada alternativa em relação a cada uma das outras, isso é feito através de uma matriz quadrada de decisão onde os critérios e as alternativas são comparadas aos pares, seguido pela escala de comparação de Saaty [SAATY 1991].

De acordo com Bastos [2011] o método AHP busca agregar valores de cada alternativa em cada critério. Prioriza-se a importância relativa de  $n$  elementos em relação a um objetivo, onde são feitas avaliações parciais dos elementos facilitando a análise, e através de um índice de consistência de julgamento é possível confrontar se os valores atribuídos a cada par de critérios são coerentes.

## 2.2 Sustentabilidade Ambiental

De acordo com Iatridis [2013], a sustentabilidade ambiental é uma questão central para negócios e sociedade. A escassez e os custos dos recursos naturais são essenciais para a atividade empresarial, porém, mais importante é a proteção do meio ambiente. Ao reconhecer a importância da sustentabilidade ambiental e tomando a iniciativa de procurar fazê-lo, os lucros da empresa vão crescer com um efeito positivo dessas políticas [HARIK *et al* 2015].

Para Lopes [2013], as empresas necessitam de um modelo de gestão que contemple mais a preservação do meio ambiente, uma vez que são parte fundamental neste processo e possuem a responsabilidade de inserir em seus processos produtivos critérios ambientais. Para a autora a relação entre lucro e preservação do meio ambiente só pode ser definida quando se estabelece vínculo entre estratégias ambientais e continuidade do negócio. Para tanto, a empresa deve definir conforme sua política ambiental, quais são os impactos ambientais relacionados à suas atividades e produtos e qual é a respectiva influência na gestão do negócio, por meio de metodologias para identificar as oportunidades de melhoria da produtividade e imagem da empresa.

Portanto, o desempenho ambiental torna-se um processo preocupante para as empresas, pois apesar das normas e legislações e das fiscalizações dos órgãos regulamentadores é necessário ainda um esforço para implementar e manter as ações ambientais dentro das empresas [SAVITZ 2007].

Luz *et al* [2006] definem desempenho ambiental como a informação analítica oferecida por um conjunto de indicadores que permitem comparar vários setores em uma mesma empresa, ou várias empresas de uma indústria, com respeito a certos requisitos ambientais. Os indicadores representam os dados concretos sobre o desempenho da empresa em relação à sustentabilidade e, portanto, devem ser considerados de suma importância [DAUB, 2007].

A avaliação do desempenho ambiental de uma empresa pode orientar a elaboração de estratégias que tenham por objetivo atingir a sustentabilidade produtiva e trazer subsídios para comparação de informações entre as organizações [KOHL e SELBITTO 2009].



O desempenho ambiental das empresas é medido por meio indicadores, que têm por objetivo apontar os causadores significativos dos seus impactos ambientais mediante insumos e saídas geradas. Estes indicadores são estruturados por meio de relatórios os quais devem conter todas as informações pertinentes sobre a atuação da organização frente à problemática da sustentabilidade de modo que possibilite a organização a visualizar e medir suas ações traçando novos desafios, novos objetivos e também as mudanças necessárias [SOUZA, 2016].

Dessa forma, a divulgação dos resultados do desempenho ambiental das empresas podem contribuir não só para o seu desenvolvimento estratégico e conhecimento do setor, mas para todos os grupos de interesse, visto que é necessário o conhecimento das informações de desempenho das mesmas para auxiliar na tomada de decisão ou simplesmente ter conhecimento sobre as ações da empresa.

### 2.3 Indicadores Ambientais

A GRI surgiu em 1997 e possui a mais ampla e abrangente estrutura de relatório de sustentabilidade, criada com a missão de “tornar os relatórios de sustentabilidade tão comuns quanto os relatórios financeiros”, de modo que fornecesse às empresas uma “linguagem comum” e pudesse ser aplicada por todos os tipos de organizações, sendo preparada usando como referência um grande número de acordos e normas internacionais [GRI, 2010].

Em maio de 2013 durante a Conferência Global em Amsterdã, a GRI apresentou ao público sua última versão das diretrizes para a elaboração de relatórios de sustentabilidade, a G4. O objetivo das diretrizes G4 é auxiliar os relatores a elaborar relatórios de sustentabilidade relevantes, assim como tornar o processo de divulgação sobre questões de sustentabilidade uma prática padrão entre as entidades [GRI, 2015].

As diretrizes organizam e identificam duas categorias de conteúdo relevante aos *stakeholders* sendo a primeira de conteúdo padrão geral da empresa e a segunda de conteúdo padrão específico. A segunda categoria do relatório apresenta 91 indicadores, divididas em 46 aspectos e está dividida em três categorias: econômica, ambiental e social.

A categoria ambiental abrange 34 indicadores divididos em 12 aspectos: materiais, energia, água, biodiversidade, emissões, efluentes e resíduos, produtos e serviços, conformidade, transportes, fatores gerais, avaliação ambiental de fornecedores, mecanismos de queixas e reclamações relacionadas às práticas trabalhistas. Cada um destes aspectos é composto por uma série de indicadores.

De acordo com a GRI [2015] os indicadores ambientais dizem respeito aos impactos da organização sobre ecossistemas, incluindo aspectos bióticos e abióticos [ex: solo, ar e água] e abrangem impactos relacionados a insumos [energia e água] e saídas [emissões, efluentes, resíduos], impactos relacionados à biodiversidade, aos transportes e a produtos e serviços, bem como a conformidade com leis e regulamentos ambientais e gastos e investimentos na área ambiental.

Os indicadores fornecem informações sobre o desempenho e/ou impactos ambientais da organização relacionados a cada um de seus aspectos. A sua utilização tem por objetivo avaliar um determinado sistema dentro de uma realidade conceitual e, dessa forma, permitir a quantificação de fenômenos complexos [CLARO e CLARO, 2004].

Para Souza [2016] os indicadores ambientais são uma ferramenta de medição dos impactos e da gestão ambiental da empresa. Por meio deles é possível avaliar o desempenho da empresa, fazer comparações de uma empresa para outra, verificar se os objetivos sustentáveis estão ou não sendo atendidos, identificar e elaborar estratégias de gestão que considerem os fatores essenciais para ao desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, as diretrizes apresentadas na estrutura de relatório da GRI buscam por meio de seus indicadores específicos, padronizar as informações publicadas pelas empresas em cada dimensão (ambiental, social e econômica), de modo que possam ser avaliadas e quantificadas.



### 3. Metodologia

Para avaliar a sustentabilidade ambiental das empresas geradoras de energia elétrica o estudo caracteriza-se como descritivo, documental com abordagem quantitativa. De acordo com Richardson [2014, p. 66] a pesquisa descritiva tem por objetivo “descrever as características de um fenômeno”.

Considerando que se utilizam os dados dos Relatórios Anuais e de Sustentabilidade disponibilizados nos sites das empresas, classifica-se a pesquisa como documental. Para Marconi e Lakatos [2003, p. 174] a principal característica da pesquisa documental é que a fonte da coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não.

A análise foi feita por meio de método estatístico, sendo assim em relação à abordagem, esta investigação classifica-se como quantitativo. De acordo com Richardson [2014] a pesquisa quantitativa “caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas mediante técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas”.

A população da pesquisa compreende 14 empresas geradoras de energia pertencentes ao Índice Brasil 100 [IBrX-100] listadas na BM&FBovespa na carteira de maio de 2016. Duas empresas foram excluídas por não apresentarem o Relatório de Sustentabilidade. Sendo assim, a amostra é composta pelas 12 empresas que apresentaram os dados necessários para a investigação durante todo o período de análise, consistindo em uma amostra não probabilística, ou seja, selecionada por conveniência. As empresas que compõem a amostra são apresentadas no Quadro 01.

**Quadro 1** – Amostra da pesquisa.

Empresa	Denominação	Empresa	Denominação
E1	AES TIETE E	E7	ELETROPAULO
E2	CEMIG	E8	ENERGIAS BR [EDP]
E3	CESP	E9	EQUATORIAL – Cemar
E4	COPEL	E10	LIGHT S/A
E5	CPFL ENERGIA	E11	TRACTEBEL
E6	ELETOBRAS	E12	TRAN PAULIST [CTEEP]

Fonte: Dados da pesquisa.

Para avaliar a sustentabilidade ambiental das 12 empresas de energia foram analisados os indicadores quantificáveis presentes nos critérios de energia, água, emissões, resíduos e gastos ambientais por meio dos indicadores EN3, EN8, EN15, EN16, EN17, EN23 e EN31 da categoria ambiental do relatório G4 da GRI no ano de 2014. Quadro 02.

**Quadro 2** – Indicadores utilizados na análise

Aspecto	Indicador
Energia	EN3 – CONSUMO DE ENERGIA
Água	EN8 – TOTAL DE RETIRADA DE ÁGUA POR FONTE
Emissões	EN15 - EMISSÕES DIRETAS EN16 - EMISSÕES INDIRETAS EN17 - OUTRAS EMISSÕES
Resíduos	EN23 - PESO TOTAL DE RESÍDUOS
Geral	EN31 – TOTAL DE GASTOS E INVESTIMENTOS COM PROTEÇÃO AMBIENTAL.

Fonte: Dados da pesquisa

O IBrX-100 foi escolhido pois é um dos índices da BM&FBovespa que avalia o retorno de uma carteira teoricamente composta pelas cem ações mais negociadas na Bolsa. O segmento de energia foi escolhido devido ao grande porte e a complexidade das empresas além dos impactos ambientais gerados pelas mesmas. Kroenke e Hein [2010] salientam que é possível reconhecer a situação de determinadas empresas ao analisar os dados de seu segmento específico, porém é



necessária a realização de uma análise comparativa de todos os dados somente de empresas do mesmo ramo para que seja possível o estabelecimento de classificações.

Os dados foram coletados e após, elaborada uma planilha. Em seguida foi aplicado o método AHP para estabelecer o *ranking* das empresas considerando cada critério analisado. “É comum utilizar os escores das componentes para condução da análise estatística de dados ou para a simples ordenação [*ranking*] dos elementos amostrais observados, com o intuito de identificar aqueles que estão com maiores, ou menores, valores globais das componentes”. [MINGOTI, 2007].

Ressalta-se que o indicador foi calculado e convertido de modo que seja interpretado como “quanto menor, melhor”.

#### 4. Apresentação e Análise dos Resultados

##### 4.2 Aplicação e Análise método AHP

Primeiramente os dados foram coletados e estruturados em planilha, conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Dados coletados [2014]**

Empresa	EN3	EN8	EN15	EN16	EN17	EN23	EN31
E1	69.161	46.260	231	1.642	118	605	15
E2	8.350.242	1.424.540	617.717	858.014	11.333	52.641	53
E3	31.603	4.961.805	3.016	791	1.935	436.511	38
E4	28.678.452	143.716	175.306	482.309	1.404.888	4.394	63
E5	8.324.926	126.000	678.399	535.377	1.404.888	364	89
E6	61.949.555.806	40.461.468	9.358.352	2.632.734	1.897.528	1.800.000	296.076
E7	146.520	84.563	6.741	628.469	5.624.762	146.798	96
E8	20.469.033	5.898.195	1.836.108	501.479	3.584.988	983.616	25
E9	23.167	23.555	2.191	606.076	1.404.888	2.858	27.279
E10	39.424	168.995	37.994	401.234	86.590	309	38
E11	180.000	6.163.417	6.363.385	18.711	31.853	1.810.017	17
E12	122.016	39.145	1.154	606.076	1.404.888	16	3.563
<b>Média</b>	5.167.999.196	4.961.805	1.590.050	606.076	1.404.888	436.511	27.279

Fonte: Dados da Pesquisa

Após coletados e tabulados os dados, verificou-se que estes são muito distintos entre si, por este motivo os dados foram padronizados, para padronização primeiramente foi extraído o logaritmo natural de cada um dos valores. Posteriormente cada elemento foi dividido pelo máximo da respectiva coluna, obtendo-se assim a padronização dos mesmos. Os dados padronizados podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Dados padronizados**

Empresa	EN3	EN8	EN15	EN16	EN17	EN23	EN31
E1	0,448	0,613	0,339	0,501	0,307	0,444	0,214
E2	0,641	0,809	0,831	0,924	0,601	0,754	0,315
E3	0,417	0,880	0,499	0,451	0,487	0,901	0,289
E4	0,691	0,678	0,752	0,885	0,911	0,582	0,329
E5	0,641	0,670	0,837	0,892	0,911	0,409	0,356
E6	1,000	1,000	1,000	1,000	0,930	1,000	1,000
E7	0,479	0,648	0,549	0,903	1,000	0,826	0,362
E8	0,677	0,890	0,899	0,888	0,971	0,958	0,256



E9	0,404	0,575	0,479	0,901	0,911	0,552	0,811
E10	0,426	0,687	0,657	0,873	0,731	0,398	0,289
E11	0,487	0,893	0,976	0,665	0,667	1,000	0,225
E12	0,471	0,604	0,439	0,901	0,911	0,192	0,649

Fonte: Dados da Pesquisa

Em seguida esses dados foram colocados na escala de Saaty cuja valoração vai de 1 à 9 considerando os valores intermediários, conforme apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Escala de Saaty**

Empresa	EN3	EN8	EN15	EN16	EN17	EN23	EN31
E1	5,412	4,094	6,287	4,994	6,544	5,444	7,292
E2	3,869	2,528	2,355	1,607	4,195	2,964	6,481
E3	5,664	1,958	5,007	5,389	5,105	1,790	6,690
E4	3,472	3,576	2,982	1,918	1,714	4,343	6,371
E5	3,870	3,636	2,308	1,862	1,714	5,725	6,150
E6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,559	1,003	1,000
E7	5,171	3,818	4,606	1,775	1,000	2,395	6,102
E8	3,580	1,880	1,812	1,897	1,232	1,339	6,954
E9	5,764	4,402	5,166	1,795	1,714	4,582	2,514
E10	5,593	3,502	3,744	2,018	3,148	5,817	6,690
E11	5,104	1,859	1,192	3,677	3,663	1,000	7,201
E12	5,230	4,170	5,486	1,795	1,714	7,461	3,807

Fonte: Dados da Pesquisa

Após a obtenção destes dados foi possível iniciar a comparação paritária de cada indicador. As empresas foram comparadas entre si por meio de divisão dos seus indicadores, sendo que estes sofreram arredondamentos. Cada empresa é comparada com todas as demais empresas do grupo. No Quadro 3 pode-se observar a matriz comparação usando-se como exemplo o primeiro indicador analisado [EN3].

**Quadro 1 – Matriz de comparação do indicador EN3**

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
E1	1,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,17	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	2,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E3	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,17	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00
E4	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E5	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E6	6,00	4,00	6,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
3,58	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5,76	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50
5,59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5,10	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
5,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Soma=	21,00	15,50	21,00	13,50	14,00	8,08	13,00	10,50	14,00	12,00	11,00	11,50

Fonte: Dados da Pesquisa





Após a comparação paritária a matriz dos dados foi normalizada de acordo com a metodologia destacada por Saaty [1994, p. 24], na qual divide-se os elementos de cada coluna pelo somatório da respectiva coluna. Na Tabela 4 apresenta-se a normalização dos dados e ao lado a coluna com o vetor de pesos para casa empresa relativo ao indicador usado no exemplo “EN3”.

**Tabela 4 – Normalização dos dados**

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Vetor
E1	0,048	0,032	0,048	0,037	0,036	0,021	0,077	0,048	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,057</b>
E2	0,095	0,065	0,048	0,037	0,071	0,031	0,077	0,095	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,071</b>
E3	0,048	0,065	0,048	0,037	0,036	0,021	0,077	0,048	0,071	0,083	0,045	0,087	<b>0,055</b>
E4	0,095	0,129	0,095	0,074	0,071	0,031	0,077	0,095	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,083</b>
E5	0,095	0,065	0,095	0,074	0,071	0,031	0,077	0,095	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,078</b>
E6	0,286	0,258	0,286	0,296	0,286	0,124	0,077	0,095	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,170</b>
E7	0,048	0,065	0,048	0,074	0,071	0,124	0,077	0,048	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,074</b>
E8	0,095	0,065	0,095	0,074	0,071	0,124	0,154	0,095	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,092</b>
E9	0,048	0,065	0,048	0,074	0,071	0,124	0,077	0,095	0,071	0,083	0,045	0,043	<b>0,070</b>
E10	0,048	0,065	0,048	0,074	0,071	0,124	0,077	0,095	0,071	0,083	0,091	0,087	<b>0,078</b>
E11	0,048	0,065	0,095	0,074	0,071	0,124	0,077	0,095	0,143	0,083	0,091	0,087	<b>0,088</b>
E12	0,048	0,065	0,048	0,074	0,071	0,124	0,077	0,095	0,143	0,083	0,091	0,087	<b>0,084</b>
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Dados da Pesquisa

Seguindo o mesmo procedimento para o demais indicadores analisados, obteve-se por meio da normalização dos dados, os vetores de prioridades das alternativas em relação a todos os indicadores analisados e apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 – Matriz dos vetores de prioridades**

	Denominação	EN3	EN8	EN15	EN16	EN17	EN23	EN31
E1	AES TIETE E	0,057	0,045	0,027	0,030	0,024	0,035	0,045
E2	CEMIG	0,071	0,064	0,065	0,084	0,034	0,051	0,058
E3	CESP	0,055	0,083	0,046	0,035	0,032	0,070	0,054
E4	COPEL	0,083	0,066	0,063	0,087	0,087	0,050	0,058
E5	CPFL ENERGIA	0,078	0,066	0,076	0,087	0,087	0,042	0,058
E6	ELETROBRAS	0,170	0,138	0,137	0,126	0,091	0,134	0,196
E7	ELETROPAULO	0,074	0,070	0,061	0,092	0,137	0,082	0,067
E8	ENERGIAS BR [EDP]	0,092	0,108	0,110	0,092	0,130	0,121	0,064
E9	EQUATORIAL - CEMAR	0,070	0,070	0,066	0,092	0,097	0,071	0,138
E10	LIGHT S/A	0,078	0,084	0,083	0,087	0,083	0,065	0,071
E11	TRACTEBEL	0,088	0,126	0,186	0,082	0,082	0,203	0,071
E12	TRAN PAULIST [CTEEP]	0,084	0,080	0,080	0,106	0,118	0,077	0,120

Fonte: Dados da Pesquisa

Destaca-se que após a normalização dos dados, foi verificada a consistência das matrizes, onde todas as matrizes ficaram com o índice de consistência abaixo de 0,020, indicando não haver problemas de consistência, ou seja, permitindo resultados confiáveis. De acordo com o teorema, uma matriz hierárquica é consistente se, e somente se, o seu maior autovalor for igual a ordem da matriz. A representação do índice de consistência [I.C.] é dada por [SAATY, 1991, p. 26]:

$$I.C = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$



Em seguida, foi necessário obter a matriz do vetor de prioridade dos critérios. Como não há registros na literatura sobre a importância destes critérios optou-se por aplicar a análise de componentes principais utilizando os pesos da primeira componente. De acordo com Mingoti [2005, p. 64] “a primeira componente principal é sempre a mais representativa em termos de variância total e a *p-ésima* é sempre a de menor representatividade”. Neste contexto, o procedimento foi aplicado e obteve-se o vetor de prioridades dos critérios, Tabela 6. As componentes principais em todo o período analisado foram obtidas por meio da utilização do software STATGRAPHICS.

**Tabela 6 – Dados da primeira componente principal de 2014**

Critério	Vetor de Prioridades dos Critérios
EN3	0,172
EN8	0,175
EN15	0,162
EN16	0,157
EN17	0,022
EN23	0,139
EN31	0,172

Fonte: Dados da Pesquisa

O próximo passo foi obter o *ranking* das empresas de acordo com o conjunto de critérios analisados. Nesta etapa, multiplica-se a matriz de prioridade das alternativas pela matriz de prioridade dos critérios.

$$\begin{bmatrix} EN_3 & EN_8 & EN_{15} & EN_{16} & EN_{17} & EN_{23} & EN_{31} \\ 0,057 & 0,045 & 0,027 & 0,030 & 0,024 & 0,035 & 0,045 \\ 0,071 & 0,064 & 0,065 & 0,084 & 0,034 & 0,051 & 0,058 \\ 0,055 & 0,083 & 0,046 & 0,035 & 0,032 & 0,070 & 0,054 \\ 0,083 & 0,066 & 0,063 & 0,087 & 0,087 & 0,050 & 0,058 \\ 0,078 & 0,066 & 0,076 & 0,087 & 0,087 & 0,042 & 0,058 \\ 0,170 & 0,138 & 0,137 & 0,126 & 0,091 & 0,134 & 0,196 \\ 0,074 & 0,070 & 0,061 & 0,092 & 0,137 & 0,082 & 0,067 \\ 0,092 & 0,108 & 0,110 & 0,092 & 0,130 & 0,121 & 0,064 \\ 0,070 & 0,070 & 0,066 & 0,092 & 0,097 & 0,071 & 0,138 \\ 0,078 & 0,084 & 0,083 & 0,087 & 0,083 & 0,065 & 0,071 \\ 0,088 & 0,126 & 0,186 & 0,082 & 0,082 & 0,203 & 0,071 \\ 0,084 & 0,080 & 0,080 & 0,106 & 0,118 & 0,077 & 0,120 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} VPC \\ 0,172 \\ 0,175 \\ 0,162 \\ 0,157 \\ 0,022 \\ 0,139 \\ 0,172 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Ranking \\ 0,040 \\ 0,065 \\ 0,057 \\ 0,069 \\ 0,069 \\ 0,150 \\ 0,075 \\ 0,098 \\ 0,085 \\ 0,078 \\ 0,123 \\ 0,092 \end{bmatrix}$$

De posse dos *rankings* de cada indicador e dos vetores de prioridades dos critérios, foi possível estabelecer a classificação do *ranking* geral das empresas, sendo possível, analisar as empresas que apresentam os melhores resultados em seu desempenho ambiental no ano de 2014. Quadro 4.

**Quadro 4 – Ranking geral de classificação de Sustentabilidade Ambiental**

1	ELETROBRAS	7	ELETROPAULO
2	TRACTEBEL	8	CPFL ENERGIA
3	ENERGIAS BR [EDP]	9	COPEL
4	TRAN PAULIST [CTEEP]	10	CEMIG
5	EQUATORIAL – CEMAR	11	CESP
6	LIGHT S/A	12	AES TIETE E

Fonte: Dados da Pesquisa



Observa-se que a empresa Eletrobras lidera o *ranking* de classificação geral das empresas em, ressalta-se que devido ao porte, esta foi a empresa que apresentou maior complexidade nos dados apresentados. Na segunda posição aparece a empresa Tractebel. Na terceira Energias BR. Em quarta a Tran Paulista [CTEEP], que apresenta capacidade instalada semelhante a empresa Eletrobras. Em quinta posição aparece a empresa Equatorial. Em sexta a empresa Light S/A. Na sétima, oitava e nona posição encontram-se as empresas, Eletropaulo, CPFL Energia, Copel. Na décima colocação aparece a empresa Cemig seguida da empresa Cesp e por último a empresa AES Tiete. Destaca-se que as empresas que apresentam maior capacidade instalada para geração de energia são a Tran Paulista [CTEEP], Eletrobras e Eletropaulo.

## 5. Conclusão

Este estudo objetivou avaliar a sustentabilidade ambiental das empresas de energia listadas no IBrX-100 da Bovespa por meio dos relatórios de sustentabilidade ambiental e com base nos indicadores apresentados presentes no relatório da GRI, utilizando o método AHP.

Os resultados demonstraram que Eletrobras, Tractebel e Energias BR são as melhores colocadas, apresentando melhores resultados em relação às informações publicadas em seus Relatórios, enquanto que as empresas Cemig, Cesp e AES Tiete ficaram com as últimas colocações.

Destaca-se que embora tenha se estabelecido um *ranking* de classificação, algumas empresas apresentam melhores ações e práticas ambientais distintas não analisadas no estudo. Considerando que duas empresas foram excluídas da amostra por não apresentarem relatório é possível observar que as empresas ainda precisam avançar muito no que tange a publicação dos seus resultados.

Observa-se que as empresas apresentam diferentes maneiras de publicar as informações e também discrepância nas informações publicadas. Entende-se que a aplicabilidade dos relatórios precisa evoluir para atingir um nível de padronização que possibilite aos *stakeholders* acesso aos resultados da empresa.

Entende-se que o mercado impõe padrões de uma economia que direcionam a elaboração de estratégias acerca da sustentabilidade ambiental nas empresas. Acredita-se que as empresas necessitam incluir o desempenho e a sustentabilidade ambiental nas estratégias de gestão visando o desenvolvimento econômico e sustentável.

No que diz respeito às recomendações para futuras pesquisas, destaca-se a aplicação do constructo desta pesquisa em outra amostra que contemple outros grupos de empresas listadas no IBrX-100 e também em outros índices como o ISE e até mesmo em índices internacionais como o DJSI. Recomenda-se também que sejam realizadas novas análises baseadas nos Relatórios de Sustentabilidade, na tentativa de aprimorar a qualidade das informações ambientais publicadas. Por fim, recomenda-se a análise por meio de outros métodos estatísticos, tendo em vista que poderia trazer diferentes resultados.

## Referências

Bastos *et al.*, (2011). *Modelo multicritério de apoio a decisão para seleção de fornecedores*. In VII Congresso nacional de excelência em gestão.

Carneiro *et al.* (2012) A divulgação ambiental no setor de energia brasileiro. *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*.

Clarkson *et al.*, (2013). The relevance of environmental disclosures: Are such disclosures incrementally informative? *Journal of Accounting and Public Policy*, 32(5), 410-431.

CLARO, P. B.; CLARO, D. P (2004). Desenvolvimento de indicadores para monitoramento da sustentabilidade: o caso do café orgânico. *Revista de Administração USP*, v. 39, n. 1, p. 18-29.



- Daub, C. H. (2007). Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. *Journal of Cleaner Production*, 15(1), 75-85.
- GRI. (2010) *Relatórios de Sustentabilidade da GRI: Uma linguagem comum para um futuro comum*. Global Reporting Initiative. Amsterdam, p. 44.
- GRI. (2015). Diretrizes para relato de sustentabilidade. *Global Reporting Initiative*. Amsterdam, p. 96.
- Harik *et al.*, (2015). Towards a holistic sustainability index for measuring sustainability of manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 53(13), 4117-4139.
- Iatridis, G. E. (2013). Environmental disclosure quality: Evidence on environmental performance, corporate governance and value relevance. *Emerging Markets Review*, 14, 55-75.
- Kohl, C. A., & Sellitto, M. A. (2009). Avaliação do desempenho ambiental de um operador de serviços logísticos por indicadores categóricos. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 5(3), 284-301.
- Kroenke, A.; Hein, N. (2010). Avaliação de Empresas Utilizando Indicadores de Atividade: Uma Aplicação do Método AHP. *Seminário em Administração: FEA USP*. São Paulo.
- Lopes, F. P. (2013). Indicadores para a avaliação de aspectos de sustentabilidade ambiental, social e econômica. *Dissertação (Mestrado-Engenharia Produção) UFP*, Curitiba.
- Lucena, L. D. F. L. (1999). A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais. *EcoEco - Sociedade Brasileira de Economia Ecológica*, Rio de Janeiro, p. 13.
- Luz *et al.*, (2006). Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. *Gestão & Produção*, 13(3), 557-570.
- Maceno, M. M. C. (2015). *EPIP-Ferramenta Analítica de Desempenho Ambiental em Processos Industriais: desenvolvimento e aplicações*.
- Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed.-São Paulo: Atlas.
- Marimon, F., del Mar Alonso-Almeida, M., del Pilar Rodríguez, M., & Alejandro, K. A. C. (2012). *The worldwide diffusion of the global reporting initiative: what is the point?*. *Journal of Cleaner Production*, 33, 132-144.
- Mingoti, S. A. (2007). *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG.
- Oliveira, N. S., Fernandes, G. B., Maia, P. C. S., & Lima, F. B. (2016). *O desempenho ambiental das companhias brasileiras: uma análise das companhias do ISE*. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 5(1), 352-370.
- Rafaeli, L., & Müller, C. J. (2007). *Estruturação de um índice consolidado de desempenho utilizando o AHP*. *Gestão & Produção*, 14(2), 363-377.
- Richardson, R. J., & Peres, J. A. (2014). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas.
- Saaty, T. L. (1991). Método de análise hierárquica. *Método de análise hierárquica*, 111.
- Savitz, A. W., (2007). *A Empresa Sustentável: o verdadeiro sucesso é lucro com responsabilidade social e ambiental*. Rio de Janeiro. Elsevier.
- Souza, S. R., (2016). *Análise da sustentabilidade ambiental das empresas geradoras de energia elétrica listadas no IBRX-100 da BM&FBovespa* - 101 f.