



## ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO MATRIZ ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL EM ORGANIZAÇÕES

Carlos Alberto Barp <sup>1</sup>

Simone Sehnem <sup>2</sup>

Fernando Fantoni Bencke <sup>3</sup>

### RESUMO

O estudo tem como objetivo principal investigar a evolução da inserção da matriz energética fotovoltaica na empresa NORD Eletric S/A. Justifica-se pela relevância da temática sustentabilidade e geração de energias limpas, aproveitando uma alternativa emergente e inovadora a nível regional, atendendo os pilares econômico e ambiental. O estudo de caso utilizou uma abordagem qualitativa e quantitativa. Foi realizada uma entrevista estruturada de ordem não probabilística por acessibilidade com o responsável pela empresa NORD Eletric S/A e foram pesquisados dados secundários do setor. As técnicas de análise utilizadas foram descritivas e de conteúdo. Os resultados revelam que é possível e viável a exploração da energia fotovoltaica, fortalecendo e diversificando a matriz energética, caracterizada por uma energia com geração local sem redes de transmissão. No entanto, falta uma política que esclareça e incentive a busca por essa fonte. Percebe-se que a partir de uma gestão com visão focada em novas tecnologias sustentáveis, é possível ampliar a matriz energética brasileira via caminhos alternativos. Portanto, conclui-se que a empresa busca investimentos em tecnologia aplicada às energias alternativas, como estratégia competitiva dos negócios.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Energia Fotovoltaica. Energia Renovável.

<sup>1</sup> Mestrando em: Mestrado Profissional em Administração, área de concentração em sustentabilidade Professor de Administração e Ciências Contábeis. UNOESC Campus - Xanxerê. E –mail: carlos.barp@unoesc.edu.br

<sup>2</sup> Doutora em Administração e Turismo pela Univali/SC (2011). Mestre em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (2007). Professora e Pesquisadora do Mestrado em Administração da Universidade do Sul de E –mail: simone.sehnem@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Doutorando em Administração pela UCS/PUC-RS, Mestre em Educação UPF (2008). Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc Chapecó. E –mail: fernando.bencke@unoesc.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da economia brasileira tem sido consequência de um acelerado processo de industrialização e urbanização, causado, entre outros fatores, pelos investimentos de grande porte, tais como incentivos de expansão à indústria, modernização da tecnologia de produção do campo e crescimento dos setores de serviços. Os recursos muitas vezes, são provenientes de empresas estatais e privadas. Essa intensificação dos investimentos também está associada a disposição no país de recursos naturais, na oferta de mão de obra, e na expansão do consumo no mercado interno e externo. A viabilização desse crescimento econômico está diretamente ligada à capacidade de planejamento do Estado, no sentido de equipar o território com obras de infraestrutura, em especial nos setores logístico e de energia. (FERNANDES, 2010).

As inovações tecnológicas permitem que a cada ano sejam efetuados novos lançamentos de produtos de consumo duráveis que facilitam e beneficiam a população. Entretanto, para operacionalizá-los, demanda energia, contribuindo para o aumento do consumo da mesma. Para atender esse consumo, o Brasil tem uma composição da capacidade instalada na matriz de energia elétrica conforme segue: hidro (63,53%), gás (10,47%), petróleo (5,58%), biomassa (8,37%), nuclear (1,46%), carvão mineral (2,48%), eólica (2,11%), fotovoltaica (0,01%), sendo que a produção perfaz 94,01% do consumo brasileiro, os restantes 5,99% são importadas do Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai, sendo o Paraguai o maior fornecedor representando 5,46%. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA [ANEEL], 2013).

Dentro dessa perspectiva, o estudo tem como objetivo principal investigar a evolução da inserção da matriz energética fotovoltaica na empresa NORD Eletric S/A, localizada no Município de Chapecó-SC. A NORD atua nas diversas áreas de engenharia elétrica, venda de produtos e serviços, no ramo se destaca pela inovação e sustentabilidade. Em 2012 recebeu diversos prêmios, entre eles: Reconhecimento de Inovação e Sustentabilidade na Cadeia de Valor (FGV – Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP), Certificado de Responsabilidade Social (Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina), Reconhecimento Fundação Abrinq – Empresa Amiga da Criança (Fundação Abrinq), em 2010 foi reconhecida no

18º prêmio Expressão de Ecologia, 1º lugar na categoria Tecnologias Socioambientais, com o Projeto Edifício Industrial Ecoeficiente (Editora Expressão).

Apresenta como objetivos específicos, fazer um diagnóstico das práticas que foram incorporadas na empresa para gerar energia fotovoltaica e minimizar o consumo de energia, identificar as limitações e fragilidades do sistema, avaliar os aspectos positivos, potencialidades do sistema de geração de energia fotovoltaica e benefícios legais (isenção de impostos ou outros); relatar indicadores de desempenho do sistema (quanta energia gerou, quanto foi economizado e outros); analisar o caso pesquisado à luz da teoria dos sistemas; propor um plano de ação baseado na ferramenta 5W2H para incorporar a matriz energética fotovoltaica na UNOESC de Xanxerê - SC.

A justificativa prática para a realização deste estudo consiste em entender e verificar o processo de implantação em uma empresa com características ecológicas e sua gestão sobre as energias renováveis, em prol da preservação do meio ambiente, com foco na energia fotovoltaica e, concomitantemente, ver a viabilidade de implantação no Colégio Expressivo da UNOESC de Xanxerê - SC.

A justificativa teórica para a realização deste estudo está associada aos autores Haley e Shuler (2011), os quais salientam que a energia fotovoltaica é uma geração de energia limpa e desponta como um farol para um futuro mais próspero. No entanto, faltam diretrizes e incentivos governamentais para exploração em escala desta fonte de energia.

Esta pesquisa proporcionou verificar na prática as potencialidades da geração de energia solar e suas características, por ser limpa, descentralizada e favorecer a distribuição local. Permitiu também diagnosticar a composição da geração da matriz energética mundial, formando um novo mapa, observando-se o avanço da energia fotovoltaica nos gráficos 01 e 02, e a nível nacional também houve crescimento, com uma capacidade instalada de 9.369 KW, conforme ANEEL (2013).

Entende-se que um olhar sistêmico sobre o processo de geração de energia deve evidenciar uma relação de equilíbrio entre o meio ambiente e a sociedade e contribuir para uma sinergia entre os três pilares: econômico, social e ambiental, em busca do desenvolvimento sustentável com o uso de energias alternativas.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

A abordagem incide sobre a importância de um desenvolvimento sustentável, explorando a geração de energias renováveis, como fator de preservação ambiental e conseqüentemente a redução da poluição causada por características de determinadas fontes de energia. Conforme Beserra et al.(2014), o desenvolvimento sustentável busca a garantia de qualidade dos produtos sem comprometer o ambiente ao entorno da organização.

### 2.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS: ENERGIA FOTOVOLTAICA

Para tornar mais claro as definições sobre energias renováveis os autores Reis, Fadigas e Carvalho (2005) definem, fontes renováveis são as que o poder de recuperação é maior que seu emprego como energia, exemplo, água dos rios, marés, sol e ventos, ou a forma de exploração pode ser combinada com a necessidade do uso da energia, exemplo da biomassa, originadas da cana de açúcar, restos de madeiras, resíduo de animais e lixos urbanos e industriais.

O Portal Brasileiro de Energias Renováveis (2014) descreve que, “as fontes de energia renovável são aquelas em que os recursos naturais utilizados são capazes de se regenerar, ou seja, são consideradas inesgotáveis, diferente de fontes não renováveis como o petróleo”.

Seguem definições de algumas fontes geradoras de energia. Energia gerada através da Biomassa, definido por Reis, Fadigas e Carvalho (2005) como sendo aquela que se origina a partir do aproveitamento de resíduos resultantes nos processos agrícolas, industriais e lixos urbanos. Exemplos de matéria-prima na geração por esta atividade: lenha, restos de cana-de-açúcar, casca de arroz, dejetos de animais e outras matérias orgânicas, considerada como uma fonte primária na geração de energia elétrica.

Energia hidráulica, é obtida pela exploração dos recursos hídricos na geração da energia elétrica (ANEEL, 2008). O Brasil é o maior produtor mundial a partir desta fonte considerada energia limpa, representando, aproximadamente 70% no ano de 2012 da capacidade instalada brasileira, caracterizado por hidrelétricas (grande porte), PCH's (Pequenas centrais hidrelétricas) e CGH (Central geradora hidrelétrica). (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE], 2013).

Denomina-se energia eólica conforme ANEEL (2008), a energia contida nas massas de ar em movimento (vento). É fator importante o local de instalação e, como depende dos ventos, estes devem ter uma velocidade média e constante.

De acordo com ANEEL (2008, p. 81),

A energia eólica é, basicamente, aquela obtida da energia cinética (do movimento) gerada pela migração das massas de ar provocada pelas diferenças de temperatura existentes na superfície do planeta. Não existem informações precisas sobre o período em que ela começou a ser aplicada, visto que desde a Antiguidade dá origem à energia mecânica utilizada na movimentação dos barcos e em atividades econômicas básicas.

A energia eólica teve grande expansão nos últimos anos a nível nacional e mundial. Os países com maior capacidade instalada são: China, Estados Unidos e Alemanha. (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL [GWEC], 2013).

A energia Solar, de acordo com Goldemberg e Lucon (2008) é gerada a partir da radiação emitida pelo sol. É classificada em sistemas térmicos para aquecimento de água, termelétricas solares e painéis fotovoltaicos, sendo este último objeto deste trabalho.

O quadro 01 caracteriza a composição da capacidade instalada em 2013 de geração da energia elétrica brasileira.

Quadro 01 – Composição da capacidade instalada brasileira de energias renováveis em 2013

Usinas em Operação					
Tipo		Capacidade Instalada		Total	
		N.º de Usinas	(KW)	N.º de Usinas	(KW)
<u>Hidro</u>		1.107	86.698.414	1.107	86.698.414
<u>Biomassa</u>	Bagaço de Cana	378	9.339.426		
	Licor Negro	16	1.530.182		
	Madeira	51	432.635		
	Biogás	24	84.937		
	Casca de Arroz	9	36.433	478	11.423.613
<u>Eólica</u>		135	2.876.576	135	2.876.576
<u>Fotovoltaica</u>		101	9.369	101	9.369

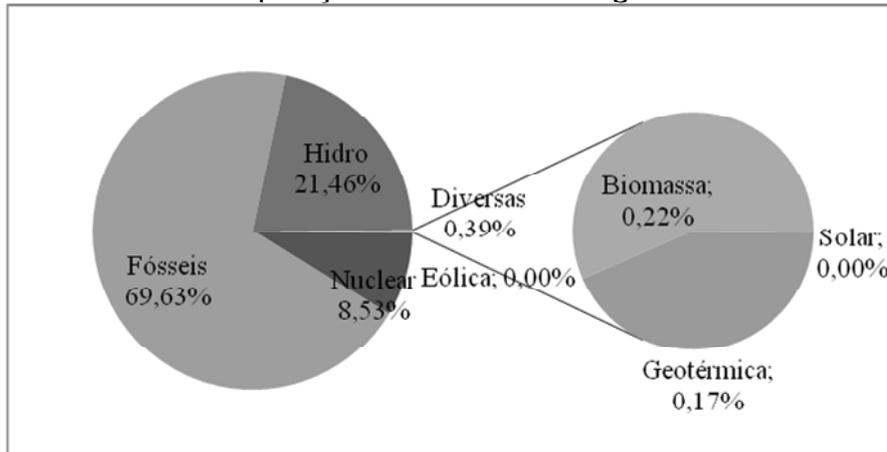
Fonte: Elaborado pelo autor com base na ANEEL (2013).

Conforme expõe o Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2012), o recurso solar é praticamente inesgotável, e que está disponível e capaz de ser utilizado em todos os países e regiões do mundo. Mas para planejar o sistema de conversão de energia apropriada, tecnólogos de energia solar devem saber o quanto de irradiação cairá sobre seus colecionadores.

No cenário mundial através dos gráficos 01 e 02, observa-se ainda uma dependência enorme dos combustíveis fósseis na geração de energia. Também

demonstram a evolução da composição mundial de energia elétrica de 1980 (Gráfico 01) em comparação a 2011 (gráfico 02). Porém, as energias alternativas mostram um crescimento ao longo dos períodos, formando um novo mapa na composição das energias.

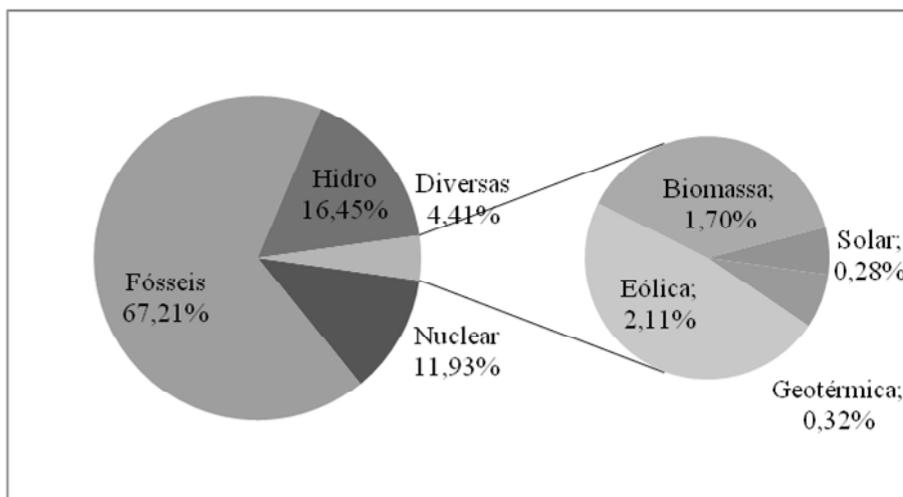
Gráfico 01 – Composição Mundial de Energia Elétrica - 1980



Fonte: Elaborado pelo autor com base no U.S. Energy Information Administration [EIA] (2014).

O gráfico 01, demonstra que nos anos 80, a energia elétrica era proveniente exclusivamente de três fontes, de origem fóssil, hidro e nuclear, praticamente não havia exploração de outras formas de geração energética.

Gráfico 02 – Composição Mundial de Energia Elétrica - 2011



Fonte: Elaborado pelo autor com base no U.S. Energy Information Administration [EIA] (2014).

Estes percentuais de participação revelam ainda uma grande dependência por combustíveis não renováveis, que em 2011 o percentual ficou em 67,21% das

energias produzidas. Por outro lado, percebe-se que as energias alternativas, comparativamente entre 1980 e 2011, tiveram uma evolução de 0,39% para 4,41% da produção mundial, caracterizado pela evolução da energia eólica e solar principalmente.

Conforme Tolmasquim (2003), as fontes alternativas de energia contribuem para minimizar os efeitos socioambientais negativos associados à poluição, em comparação ao uso de combustíveis fósseis e não renováveis.

De acordo com Tolmasquim (2003), historicamente a evolução da energia fotovoltaica na forma moderna de geração teve início em 1954, quando foi anunciado o desenvolvimento de uma placa de silício, e a partir desta data essa tecnologia teve um enorme desenvolvimento, onde as principais aplicações foram para fontes de energia espaciais.

Nos anos 60, esta tecnologia foi aplicada em sistemas terrestres, em locais mais distantes, para fins de telecomunicações. Na década de 70 houve a geração em grande escala, necessidade esta em função da crise no segmento petrolífero; na década de 90 a evolução foi significativa, decorrente dos avanços tecnológicos e redução dos custos de implantação, também em consonância com a política ambiental que estava despontando. A partir disso, o uso da energia fotovoltaica teve uma ascensão expressiva em âmbito mundial. (TOLMASQUIM, 2003).

A energia fotovoltaica a nível mundial tem se mantido uma das energias com maior ascensão. A União Europeia responde pela maior fatia em capacidade instalada na produção global de energia elétrica baseada em tecnologia fotovoltaica. Itália e Alemanha de acordo com International Energy Agency [IEA] (2014), os maiores atores nesta indústria, decorrente de uma política de incentivo a estas usinas.

Conforme IEA (2014), a tecnologia fotovoltaica hoje se tornou um grande ator no setor elétrico em diversos países. Globalmente, os sistemas fotovoltaicos instalados e comissionados até janeiro de 2014 representavam cerca de 0,85% da demanda de eletricidade do planeta, apesar de alguns países atingirem rapidamente porcentagens maiores. Com o declínio dos preços nos últimos anos das instalações, a energia fotovoltaica apareceu no radar dos decisores políticos responsáveis pela política energética em diversos países e impulsionou a criação de planos para o desenvolvimento em diversos países.

Foi nos anos 80 que esta fonte de energia começava a ser explorada no Brasil, concomitantemente com a atividade científica na produção de materiais direcionados a esta, inicialmente focada principalmente por universidades e órgãos de pesquisa. (TOLMASQUIM, 2003).

Segundo Pereira Jr. et al. (2011), o Brasil possui uma diversificação em seu clima e também de maior biodiversidade do planeta. Essa característica coloca o país em uma posição muito vantajosa em termos de disponibilidade de recursos naturais. Por outro lado, existe um desafio de como gerir e como assegurar que estes recursos sejam explorados de forma sustentável.

Conforme a Associação Brasileira da Indústria Eletro Eletrônica [ABINEE] (2012), o Brasil possui todas as fontes de energia, algumas já estão consolidadas como as que despontam no cenário nacional, a médio e longo prazo. No caso da geração de energia elétrica através de fontes fotovoltaicas, o mercado brasileiro é bastante promissor. O país ainda se destaca pela ótima situação geográfica quando se falada luz solar, fonte essencial nesta geração de energia.

De acordo com Aguilera-Caracuel et al. (2010), as empresas podem se beneficiar do uso do meio ambiente seletivo e aproveitar das vantagens de regiões múltiplas e diferentes e integrá-los dentro de sua organização e traçar estratégia nos locais onde atuam.

Conforme ABINEE (2012), o avanço desta tecnologia no Brasil ainda esbarra em alguns fatores, sendo eles: custo de implantação e políticas governamentais de incentivo na geração desta energia. O primeiro está sendo superado em decorrência do avanço tecnológico e melhoria na eficiência dos painéis fotovoltaicos e, o segundo, depende de uma política onde o poder público venha a criar uma legislação que defina incentivos ao uso da energia de origem solar em escala.

A tabela 01 demonstra uma mudança na expansão das fontes de geração de energias. Evidencia um menor crescimento das geradas por sistemas térmicos convencionais e hidrelétricos, sendo que esta última fonte citada, no Brasil é de grande representatividade, correspondendo a aproximadamente 70%. Em termos relativos, houve um avanço com maior expressão na exploração de energias alternativas, como a eólica e solar (fotovoltaica).

Tabela 01 - Capacidade Instalada de Geração Elétrica no Brasil (MW-Megawatt)

Período	2008	2009	2010	2011	2012	Δ% 2012/11	Part. % 2012
Total	102.949	106.569	113.327	117.135	120.973	3,3%	100,0%
Usinas Hidrelétricas	74.901	75.484	77.090	78.371	79.811	1,8%	66,0%
Usinas Termelétricas	22.999	25.350	29.689	31.244	32.778	4,9%	27,1%
PCH	2.490	2.953	3.428	3.870	4.248	9,8%	3,5%
CGH	154	173	185	216	235	8,8%	0,2%
Usinas Nucleares	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	0,0%	1,7%
Usinas Eólicas	398	602	927	1.425	1.886	32,4%	1,6%
Solar	-	-	1	1	8	597,1%	0,0%

Notas: Usinas Hidrelétricas – Considera-se a parte nacional de Itaipu (6.300 MW até o ano de 2006, 7.000 MW a partir de 2007). PCH: Pequena Central Hidrelétrica; CGH: Central Geradora Hidrelétrica.

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); para o ano de 2012, Balanço Energético Nacional (BEN) 2013;

Elaboração: EPE

Segundo Haley e Shuler (2011), perante a economia mundial, muitos criadores de políticas desafiadoras e gestores apresentaram a matriz de energia limpa, especialmente a energia solar fotovoltaica da indústria, como uma oportunidade para um futuro mais próspero. Porém, há uma incerteza sobre esta tecnologia em decorrência da inexistência de parâmetros regulatórios globais. Isso inibe estratégias antecipadas, incluindo adaptação por meio da integração vertical, flexibilidade por meio de inovações tecnológicas e cooperação com fornecedores e financiadores.

De acordo com Gaines (2012), as células fotovoltaicas concentradas (SPV), tem vantagens de desenvolvimento sustentável em muitos atributos. Em primeiro lugar, os painéis de SPV podem ser montados em qualquer lugar e em qualquer configuração de tamanho, de modo que o SPV pode fornecer eletricidade para as instalações remotas, tais como estações de bombeamento oleoduto ou assentamentos isolados. Em áreas densamente povoadas, painéis SPV podem ser colocados em telhados para abastecer as necessidades de eletricidade do proprietário do edifício. O excesso de energia pode ser transferido para a rede de transmissão de energia local e ser comercializado junto a interessados. Esta

tecnologia combina muito a geração de energia distribuída com transmissão centralizada.

De acordo com Caamaño-Martin et al. (2008), a energia fotovoltaica distribuída em rede pode gerar diversos benefícios à energia elétrica. Citam-se: de imediato, redução de transportes e as perdas de distribuição, melhorias na qualidade e continuidade do serviço em horas de pico e redução dos impactos ambientais. No médio e longo prazo o deferimento de investimentos futuros para aumentar a capacidade de redes, e redução da geração adicional necessária para atender a demanda de pico-hora. Poderá haver maximização se a geração da energia fotovoltaica estiver localizada perto dos pontos de consumo.

Conforme Gaines (2012), sistemas de energia e a inovação para revolucioná-los são exemplos de questões que demandam vários níveis de governo, para desempenhar papéis diversos no intuito de fomentar a incorporação dessas alternativas nas organizações. A energia fotovoltaica tem potencial de aplicação em todo o mundo, de modo que a tecnologia e a inovação devem ser passíveis de gestão e coordenação internacional.

A energia fotovoltaica conectada à rede pode melhorar substancialmente no fornecimento de energia e, para usufruir desta oportunidade precisa focar o planejamento e desenvolvimento desta tecnologia e revisão nos marcos regulatórios. (CAAMAÑO-MARTIN et al., 2008).

A geração de energias alternativas é uma das possibilidades de exploração pela sociedade, em que a necessidade de adaptação entre o desenvolvimento com o meio ambiente, caracterizam um sistema aberto. Esta interdependência e suas particularidades sistêmicas são abordadas na próxima seção.

## 2.2 TEORIA DOS SISTEMAS

A teoria geral dos sistemas tem suas origens nos trabalhos de Ludwig Von Bertalanffy (1973), publicados na década de 50, onde o autor define que tudo está unido e que cada organismo não é um sistema fechado ao ambiente externo, mas envolve as interdependências com o meio. A teoria geral dos sistemas conforme Bertalanffy (1973, p. 61) tem como objetivo a “formulação de princípios válidos para os sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que compõe e as relações ou forças existentes entre elas”.

De acordo com Machado Neto et al. (2012, p. 02), “sistema é a disposição das partes ou elementos de um todo, coordenados entre si e que funcionam como uma estrutura organizada”.

Bertalanffy (1973) define sistema como conjunto de unidades relacionadas e, surgem dois conceitos: a) objetivo: as relações definem um objetivo a alcançar; e b) totalidade: tem a característica de qualquer mudança em uma unidade do sistema e interfere nas demais. O sistema age de forma global à medida que sofre mudanças, o ajuste é sistêmico e contínuo.

Em função das mudanças sistêmicas ocorrem os fenômenos: entropia, entropia negativa (sintropia) e homeostasia, o primeiro em função do processo, o sistema se desorganizando e dissolvendo até morrer, o segundo é a medida da ordem, energia organizada, comparada com distribuição ao acaso, situação improvável, o terceiro, o sistema vai se autoalimentando em decorrência das mudanças relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, mantendo o equilíbrio. (BERTALANFFY, 1973).

Os sistemas, segundo Bertalanffy (1973), podem ser classificados em fechados e abertos. Sistemas fechados não apresentam relação, ou por estarem isolados não se relacionam com o ambiente externo, não recebem influência e não são influenciados pelo meio. Os sistemas abertos, mantêm um fluxo de entradas e saídas e há uma interação com o ambiente ao seu entorno. Conservam-se mediante a construção e decomposição de componentes. A sobrevivência depende do ajuste na adaptação com o meio.

Conforme Machado Neto et al. (2012), a teoria geral dos sistemas é mais que uma metodologia, é uma estrutura, um modelo de análise do mundo empírico, modelo de como analisar fenômenos complexos enquanto sistema, conjunto em partes relacionadas.

Cabrera, Colosi e Lobdell (2008), destacam os sistemas de pensamento como uma idéia que permeia tanto a cultura popular e alguns campos científicos, incluindo: planejamento e avaliação, educação, negócios e gestão, saúde pública, sociologia e psicologia, desenvolvimento humano, agricultura, sustentabilidade, ecologia e biologia, ciências da terra, e outras ciências físicas, sugere também, que o pensamento sistêmico é um padrão de pensamento, e pode ser aplicado a qualquer conhecimento existente.

O enfoque sistêmico nas organizações caracteriza-se por um ambiente de interação dos recursos para o desenvolvimento do ramo de atuação e dos destinos dos resultados obtidos pelo desempenho. O sistema organizacional é composto por um conjunto de variáveis interdependentes. São: entradas, transformação e saídas, relacionadas com as forças exógenas que influenciam fortemente as mudanças na estrutura e no desempenho de cada um desses elementos, a partir dessas mudanças interferem no sistema na sua totalidade. (FERREIRA, REIS e PEREIRA, 2006).

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho foi realizado na empresa NORD Eletric S/A, abrangendo a geração de energia fotovoltaica e consumo de energia elétrica da unidade e, no Colégio Expressivo foi efetuado um estudo histórico de consumo de energia dos últimos 12 meses, com objetivo de inserção da matriz energética fotovoltaica.

A entrevista na NORD foi realizada em 23 de abril de 2014 com o Sr. Nelson Eiji Akimoto, diretor presidente da empresa, sediada na Rua Inocêncio de Souza Branco, nº 36-E, Bairro Quedas do Palmital, Chapecó-SC. A NORD tem em seu planejamento estratégico a formação de comitês, entre eles o comitê da sustentabilidade. A empresa se destaca pela inovação de sua gestão e pelos resultados atingidos em termos de sustentabilidade e responsabilidade social, tendo conquistado vários prêmios, entre eles: Reconhecimento de Inovação e Sustentabilidade na Cadeia de Valor (FGV – Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP), Certificado de Responsabilidade Social (Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina), Reconhecimento Fundação Abrinq – Empresa Amiga da Criança (Fundação Abrinq), em 2010 foi reconhecida no 18º prêmio Expressão de Ecologia, 1º lugar na categoria Tecnologias Socioambientais, com o Projeto Edifício Industrial Ecoeficiente (Editora Expressão).

O Colégio Expressivo pertence à Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), localizada a Rua José Bonifácio, nº 654, Centro de Xanxerê-SC, que oferece educação infantil, ensino fundamental e médio e conta com aproximadamente 400 alunos matriculados.

A abordagem de pesquisa adotada são os métodos qualitativo e quantitativo. Em relação ao procedimento constitui um estudo de caso, sendo a técnica de

análise descritiva, pesquisa de caráter primário onde busca informações diretamente com o ator local e, também de caráter secundário buscou-se dados publicados em entidades nacionais e internacionais, que se aprofundam na área energética.

Conforme explica Godoy (1995), a pesquisa qualitativa não procura quantificar os eventos pesquisados, não emprega análise estatística das variáveis. As questões ou focos são de interesses abrangentes e vão se definindo conforme o desenvolvimento do estudo. Os dados envolvidos são descritivos sobre pessoas, lugares, processos interativos entre o pesquisador e o tema, procurando entender os fenômenos, pela visão dos sujeitos envolvidos.

Para Godoy (1995), no estudo quantitativo o pesquisador vai delineando sua pesquisa a partir do plano estabelecido inicialmente, com as hipóteses devidamente especificadas e objetivos traçados. O objetivo é a quantificação dos resultados. Este estudo busca a precisão, evitando análises errôneas na interpretação dos dados, tendo assim uma margem de segurança em relação às pesquisas.

O estudo de caso, segundo Figueiredo (2009) aprofunda a verificação de determinada realidade, o que possibilita que os objetivos atingidos permitam os encaminhamentos para outras pesquisas. As derivações obtidas são válidas somente para o caso estudado. O estudo é profundo permitindo um amplo e detalhado conhecimento.

A coleta de dados ocorreu em dois momentos: na primeira etapa foi realizada entrevista com o Sr. Nelson Eiji Akimoto, em que foram abordados assuntos relacionados com a empresa NORD, e práticas do uso da energia fotovoltaica, como também expectativa futura referente a esta tecnologia, e a segunda etapa, a pesquisa secundária com a busca em sites e referências bibliográficas de informações como: evolução, características, aplicabilidade entre outras, compondo uma visualização desta fonte de energia. A tabulação dos dados foi elaborada de acordo com as categorias de análise, sintetizando as ponderações do entrevistado, os dados secundários da pesquisa estão apresentados por tabelas e gráficos destacando os dados levantados.

Conforme Bardin (2009) a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição dos conteúdos, indicadores que permitem a inferência. O objetivo é evidenciar os itens

de significação a partir da descrição do corpus que foi construído, tendo por base as unidades de codificação recortadas do conteúdo das entrevistas e dos documentos.

Em seguida no quadro 02, apresentamos as categorias de análise e suas características.

Quadro 02 - Metodologia e Características do estudo

<b>Objetivos da Pesquisa</b>	<b>Fonte de origem dos dados</b>	<b>Aspectos abordados</b>	<b>Sistematização das informações</b>	<b>Autores de suporte categorias de análise</b>
Práticas que foram incorporadas na empresa para gerar energia fotovoltaica e minimizar o consumo de energia.	Entrevista	Sustentabilidade	Análise das informações obtidas. Compactação dos dados coletados.	Aspectos econômicos e ambientais. Ferreira, Reis e Pereira (2006) Reis, Fadigas e Carvalho (2005) Tolmasquim (2003)
Limitações e fragilidades do sistema.	Entrevista e publicações	Restrições relativas ao processo	Análise das informações obtidas. Compactação dos dados coletados.	Regulamentação e políticas do Sistema Abinee (2012)
Aspectos positivos, potencialidades do sistema de geração de energia fotovoltaica e benefícios legais.	Entrevista e publicações acerca do assunto	Perspectivas relacionadas a geração da energia fotovoltaica	Estudo bibliográfico	Potencialidades do sistema Abinee (2012) Caamaño-Martin et al. (2008) Gaines (2012)
Análise do caso pesquisado à luz da teoria dos sistemas.	Publicações acerca do assunto	Interatividade ambiente, organização e sociedade.	Estudo bibliográfico e relação com o estudo	Teoria dos sistemas Bertalanffy (1973) Machado Neto et al. (2012)
Plano de ação baseado na ferramenta 5W2H para incorporar a matriz energética fotovoltaica na Unoesc de Xanxerê-SC.	Informações quantitativas e qualitativas relacionadas ao plano.	Proposta de melhorias e sustentabilidade.	Proposição de um quadro 5W2H, com a proposição de implantação.	Ferramenta 5W2H Belache (2014) Mariani (2005)

Fonte: Do autor

De acordo com o quadro 02 é possível constatar que o centro de discussão dessa pesquisa, remete ao conceito da sustentabilidade, o caso foi estudado à luz da teoria dos sistemas. A seguir, são expostos e analisados os dados do presente estudo.

## 4 ANÁLISE DE DADOS

Com base na entrevista com o Sr. Akimoto, este por sua vez expôs que acredita no crescimento da energia fotovoltaica como uma forma limpa de geração, visto que não causa grandes impactos ao meio ambiente. Akimoto aposta nessa fonte de energia alternativa que detém uma tecnologia promissora, na qual é de forma descentralizada, evitando com isso vultosas construções e redes de distribuição extensas até chegar ao destino de utilização. O entrevistado ressalta que praticamente não há incentivos governamentais, o que possibilitaria incremento na geração através dessa fonte de energia. Diante desta abordagem podemos fazer uma triangulação, com base na perspectiva do Sr. Akimoto, que através da entrevista vislumbra o crescimento expressivo da tecnologia fotovoltaica como suporte na matriz energética e geração limpa, e essas observações indicam que há uma convergência com a tabela 01, aumento de 597,1% na evolução da capacidade de energia solar 2011/2012, também há uma complementariedade quando algumas obras referenciadas se manifestam sobre esta forma inovadora de obtenção da energia e argumentam no âmbito da expansão. Sobre o assunto, para Haley e Shuler (2011) a energia fotovoltaica é uma esperança para o futuro; para Gaines (2012), podem ser instaladas em qualquer local, abastecendo esta necessidade e, possibilidade de venda do excedente. Não podemos deixar de observar em nível nacional conforme ABINEE (2012), alguns fatores restringem uma expansão maior, exemplo, uma política de normatização dos benefícios voltados aos investimentos nesta área. Com isso se observa que há uma conexão entre as fontes de pesquisa, fortalecendo a análise de dados.

A seguir está disposta a análise decorrente das respostas obtidas após a aplicação da entrevista, e complementação dos estudos por meio de dados secundários. Houve uma segregação de acordo com as categorias das variáveis investigadas.

### 4.1 PRÁTICAS QUE FORAM INCORPORADAS NA EMPRESA PARA GERAR ENERGIA FOTOVOLTAICA E MINIMIZAR O CONSUMO DE ENERGIA

As entrevistas na empresa NORD Eletric S/A, foi estratificada de acordo com o objeto da abordagem, construída com conceito de empresa ecoeficiente no

município de Chapecó, polo regional. A empresa atua no ramo de engenharia elétrica, sendo usuária da energia fotovoltaica, sendo esta capturada com tecnologia importada e instalação realizada por empresa do município de Chapecó-SC. A implantação foi de forma lenta em função de algumas indefinições por parte da concessionária de energia, por ser algo novo no mercado e pouco incentivo para sua expansão. A estimativa é de novos investimentos, busca da autossuficiência na produção de energia elétrica. As práticas que foram incorporadas na empresa para gerar energia fotovoltaica foram motivadas por negócios futuros e acreditar na produção de uma energia limpa.

A construção do edifício foi projetada para o uso sustentável, tendo a instalação de tecnologias de uso eficiente de energia, por exemplo, com lâmpadas de 28 Watts e Led (menor consumo), conscientização dos funcionários do uso eficiente, monitoramento do consumo de energia objetivando o controle e redução de gastos. Como a quantidade de energia produzida atualmente é de 15% a 20% da demanda, o aproveitamento é de 100% da energia produzida, não ocorrendo desperdício no processo.

Conforme Beuron et al. (2014, p. 166), “o cenário empresarial tem incitado novas arquiteturas organizacionais baseadas na busca por uma gestão mais sustentável e equilibrada”.

#### 4.2 LIMITAÇÕES E FRAGILIDADES DO SISTEMA

Quanto ao sistema são poucas as fragilidades ou limitações na produção de energia. Segue alguns apontamentos: em dias nublados ou chuvosos, existe pouca radiação solar direta (fonte primária), comprometendo a geração, a falta de incentivos governamentais para expansão desta tecnologia, restringe a exploração do forte potencial verificado na região e no país. Em virtude dos investimentos serem expressivos, a empresa busca ampliar a produção gradativamente, de acordo com o plano de investimentos. Conforme a ANEEL (2008), o que limita a implantação da energia fotovoltaica é a baixa eficiência do sistema e por necessitar de grandes áreas para gerar energia em escala, para que o investimento se torne viável. Segundo a ABINEE (2012), relaciona-se também com os aspectos culturais, pois há pouca informação sobre o sistema fotovoltaico.

#### 4.3 ASPECTOS POSITIVOS, POTENCIALIDADES DO SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA E BENEFÍCIOS LEGAIS

Como aspectos positivos principais de geração do sistema, é a busca pelo conhecimento da prática de geração da energia alternativa, pela aplicação de um marketing organizacional, fortalecendo o conceito da empresa, interna e externamente. O payback apurado é de 6,5 anos, sendo considerado satisfatório pelo diretor, pois a empresa produz e utiliza energia durante os dias úteis, nos finais de semana a energia é conectada à rede, ou seja, vendida à concessionária, e seu pagamento é creditado e há compensação na fatura mensal. Quanto aos benefícios legais ainda inexistem, sendo que em alguns estados não tem incidência de ICMS na aquisição dos equipamentos para esta geração.

Os benefícios do sistema fotovoltaico em edificações urbanas e a interligação em rede, conforme Rüther (2004) eles estão relacionados à mensuração dos custos evitados. Alguns dos pontos positivos: redução das perdas de transmissão; a energia é consumida no local de produção; diminui os investimentos em redes; e o maior volume de produção ocorre durante o dia, horário de grande demanda. Em relação aos benefícios legais, uma alteração que incentiva a expansão da energia fotovoltaica, foi a publicação pela ANEEL da resolução 481/12, que reduz em até 80% o desconto das Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição e Transmissão (TUSD e TUST) nos primeiros 10 anos do projeto, investimentos que entram em operação comercial até final de 2017, focalizando usinas de grande porte.

De acordo com a Eletrosul (2014), quanto aos incentivos por este novo mercado, “será criado um Selo de Energia Solar, que poderá ser obtido pelas empresas que comprarem eletricidade de fonte solar. Estas poderão utilizá-lo como uma ferramenta na publicidade desta ação, que demonstra o compromisso com a inovação, o pioneirismo e o meio ambiente”.

#### 4.4 ANÁLISE DO CASO PESQUISADO À LUZ DA TEORIA DOS SISTEMAS

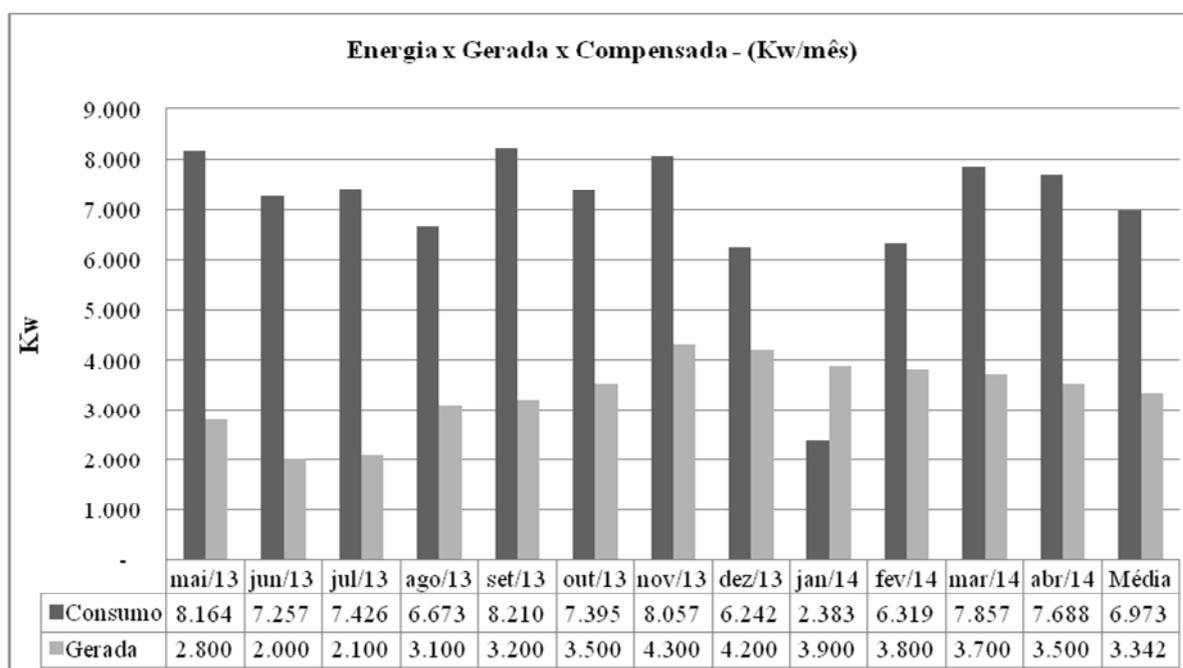
O estudo ora abordado considera uma geração limpa de energia, complementando o sistema convencional de geração e não compromete o ecossistema. A produção localizada de energia por usinas fotovoltaicas de pequeno porte, sem ter que investir em redes de transmissão, favorece a interação com o

meio. Relacionado à pesquisa e seu direcionamento coma teoria dos sistemas, originadas e definidas por Bertalanffy (1973), observa-se no estudo de caso: a) a retroalimentação, processo obtido pela produção da energia localizada para consumo, diminui a necessidade de origem externa e em determinados momentos abastece o sistema convencional, quando o consumo for menor que a produção; b) o ambiente é caracterizado pelos relacionamentos da organização com o meio, como a troca de energia; c) sistema aberto, interação com o meio ambiente através das entradas da radiação solar, sofre transformação pelas placas e origina-se em energia elétrica; d) sinergia, a abordagem realizada na empresa demonstrou ações aplicadas, tais como a geração de energia alternativa, reaproveitamento de água das chuvas, prédio com construção ecológica, atividades com propósito único, a busca da sustentabilidade; e) entropia, o sistema precisa ser monitorado evitando desgaste do processo; f) sintropia, manutenção e expansão do processo de geração de energia alternativa, envolvimento e conscientização do grupo funcional; e g) homeostase, o sistema se autorregula em decorrência das mudanças relacionadas ao crescimento, desenvolve competências e habilidades, mantendo um equilíbrio entre as variáveis do meio.

#### 4.5 PLANO DE AÇÃO BASEADO NA FERRAMENTA 5W2H PARA INCORPORAR A MATRIZ ENERGÉTICA FOTOVOLTAICA NA UNOESC DE XANXERÊ-SC

Referente à implantação em uma estrutura física da UNOESC de Xanxerê, através do gráfico 03, é demonstrado o consumo dos últimos doze meses do Colégio Expressivo. Baseado neste histórico projetou-se um investimento em energia fotovoltaica para atender 50% da demanda, através dessa fonte alternativa, onde os investimentos são de aproximadamente R\$ 90.000,00 e um payback apurado de 5,2 anos.

Gráfico 03 – Comparativo: Energia Consumida x Gerada x Compensada – Colégio Expressivo



Fonte: Elaborado pelo autor com base na fatura de Energia elétrica (Iguaçu Energia), orçamento e prospecção da produção em 50% da demanda, fornecido por Belache (2014).

Diante deste panorama foi traçado um plano de ação com base na ferramenta 5W2H, que definido por Mariani (2005), é uma ferramenta poderosa de apoio, funcionando como um plano de implementação nas organizações. Em seguida destaca-se o plano de ação visando a incorporação da energia fotovoltaica no Colégio Expressivo em Xanxerê - SC.

Com a aplicação da ferramenta 5W2H, é possível evidenciar ações que podem ser aplicadas no Colégio Expressivo por parte da UNOESC. A busca de ações que contribuam para redução da energia elétrica consumida, muitas vezes reparam alguns desvios irrelevantes que estão presentes no processo.

Quadro 03 – Plano de ação 5W2H.

O que será feito?	Porque será feito?	Onde será feito?	Quando será feito?	Quem fará?	Como será feito?	Quanto custará fazer?
Campanhas sobre o uso da energia elétrica.	Conscientiz ação do uso eficiente	Colégio Expressivo – UNOESC Xanxerê	Imediato	Instrutores da UNOESC	Seminários e Material Ilustrativo	Baixo Custo
Encontros abordando Energias Renováveis	Divulgar as formas de geração de energias alternativas	Colégio Expressivo – UNOESC Xanxerê	Após campanha sobre uso eficiente	Instrutores da UNOESC	Seminários e Material Ilustrativo	Baixo Custo

Revisão das Instalações e Mudança das lâmpadas em uso.	Readequação substituição por lâmpadas mais econômicas	Colégio Expressivo – UNOESC Xanxerê	Imediato	Técnicos de manutenção o UNOESC	Revisão das instalações e substituição gradativa das lâmpadas conforme a queima das atuais e exclusão onde há excesso	Baixo Custo
Solicitação de projeto de energia Fotovoltaica com geração de 50% do consumo.	Geração de energia alternativa, reduzindo o consumo da energia normal	Empresa especializada a nesta tecnologia	Médio prazo	Empresa especializada da nesta tecnologia	Apuração por parte das empresas do ramo	Baixo investimento
Análise de viabilidade referente à implantação	Apuração do retorno sobre o investimento e pontos positivos relacionados ao meio ambiente	UNOESC Xanxerê	Médio prazo	Gestores da UNOESC Xanxerê	Calcular e dimensionar os benefícios gerados pelo investimento	Alto investimento

Fonte: Do autor

A viabilização e implantação da geração de energia fotovoltaica, demonstra-se interessante em relação às energias limpas, servindo de modelo na disseminação desta tecnologia e contribuindo na diversificação da matriz energética. As ações traçadas não visam exclusivamente na substituição de energia de rede pela fotovoltaica e sim, também, a conscientização no uso eficiente destes recursos, esta prática com certeza iria além da sala de aula, atingindo a sociedade como um todo.

Considerando a evolução da tecnologia fotovoltaica, suas potencialidades e as características ideais do Brasil em função da localização geográfica, Tolmasquim (2003) define que, diversas ações podem ir ao encontro de uma convergência na diversificação de recursos, não dependendo somente de uma fonte. Também como ponto positivo conforme Caamaño-Martin et al. (2008), gera benefícios de imediato como redução de redes de transporte, perdas na distribuição e redução nos impactos ambientais.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal investigar a evolução da inserção da matriz energética fotovoltaica na empresa NORD Eletric S/A. Posteriormente, traçar um plano de ação com a ferramenta 5W2H, incorporando esta fonte de energia no Colégio Expressivo, pertencente à UNOESC de Xanxerê - SC.

A análise apresentou que a NORD Eletric S/A foi construída sob o aspecto de se tornar uma empresa ecoeficiente. A implantação do sistema ocorreu gradativamente, houve certa morosidade por parte da concessionária em virtude de ser um procedimento novo no mercado. Determinadas práticas foram incorporadas através de palestras e treinamentos, com objetivo de tornar o uso eficiente da energia e aquisição de um software para monitorar a produção e consumo, com foco no controle e tomada de decisões.

Referente às limitações por parte da empresa, o sistema atualmente caracteriza-se por uma geração baixa entre 15% a 20% do consumo, necessitando de expansão. No entanto, faltam incentivos e linhas de crédito específicas para viabilizar o aumento da capacidade.

Pelas potencialidades em explorar a energia fotovoltaica, esta serve de marketing organizacional, fortalece o posicionamento da empresa e desenvolve o know-how da tecnologia empregada. O excedente da produção é jogado na rede, com direito à compensação na fatura mensal. O retorno sobre o investimento é razoável com um payback de 6,5 anos. Atualmente a empresa não tem benefícios legais pela exploração da energia fotovoltaica.

À luz da teoria dos sistemas, existe a retroalimentação, produção de energia reduzindo a dependência externa, caracteriza-se por um sistema aberto, pois existe interação com o meio, ocorre entrada da radiação solar (insumo), transformação e gera energia na saída. Está presente a homeostase, autorregulação sistêmica relacionada ao desenvolvimento e equilíbrio do meio.

O plano de ação, incorporando a energia fotovoltaica como opção no Colégio Expressivo, vai além do simples fato de implantação, mas sim de uma orientação e conscientização nas atitudes dos usuários, tornando um uso eficiente, atuando na outra ponta e não só na geração. A análise de retorno, onde o payback é de 5 anos e 2 meses nos remete a ser um investimento sustentável, pelo olhar econômico.

Com certeza tem diversos pontos positivos relacionados ao meio ambiente, pois estaria com menor dependência de energia da rede (tradicional) e possibilitando a comercialização em dias que não tem atividades no colégio.

Esta pesquisa contribuiu por nos propiciar uma análise sobre a geração da energia fotovoltaica, que esta pode ser uma realidade e, tornar-se uma opção de geração local, descentralizada, não dependendo de linhas de transmissão vindas de áreas distantes e, contribuir com a matriz energética nacional.

Ficou evidenciado que ainda falta uma política governamental que regulamente e incentive a canalização da energia fotovoltaica, já que o Brasil dispõe de um clima favorável a ser explorado. Outro ponto a ser considerado é o elevado custo dos equipamentos, por isso os incentivos para exploração e aplicação nesta energia limpa são necessários.

Dentro do atual contexto se verifica que a dependência da energia gerada pelas hidrelétricas em nosso país é extremamente alta, os níveis de água em determinadas épocas estão em níveis críticos, e a busca de expansão em energias alternativas é um caminho a ser percorrido, ou então haverão apagões, racionamento, e falta de energia.

Este estudo limitou-se a uma única empresa, recomenda-se a continuidade de estudos nesta área, o que poderá ocorrer através de uma pesquisa em um universo maior e aperfeiçoando os mecanismos de coleta e análise de dados. Com certeza poderá desencadear um rol de variáveis ainda encobertas sobre a tecnologia aqui exposta e estudada. Poderão ser pesquisadas empresas que operam em diversas escalas de produção da energia fotovoltaica e com histórico desta geração.

# PHOTOVOLTAIC ENERGY AS SUSTAINABLE ENERGETIC MATRIX IN COMPANIES

## ABSTRACT

The aim of this paper is investigate the evolution of the energetic photovoltaic matrix in the company NORD Eletric SA. This is justified by the importance of the sustainability and creation of clean energy making use of the emerging and innovative alternative in the regional area supporting the economic and environmental. The study used a qualitative and quantitative approach. The responsible for the company was interviewed and secondary data were researched. The techniques of analyze used were descriptive and content. The results show that it is possible and feasible the exploration of the photovoltaic energy strengthen and diversifying the energetic matrix characterized by local energy without transmission net. We realized that, from a management focused in new sustainable technologies it is possible to enlarge the Brazilian energetic matrix through alternative ways. Therefore, we conclude that the company looks for investment in technology applied to alternative energy to be competitive in business.

**Keywords:** Sustainability. Photovoltaic energy. Renewable energy.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de energia elétrica no Brasil/Agência Nacional de Energia Elétrica. 3 ed. – Brasília: Aneel, 2008. Disponível em:<[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_capa\\_sumario.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_capa_sumario.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. Parte II Fontes Renováveis. 2008. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap3.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap3.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. Parte II Fontes Renováveis. 2008. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap5.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap5.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. Matriz de energia elétrica. 2013. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>>. Acesso em: 02 maio 2014.

\_\_\_\_\_. Resolução Normativa nº 481, de 17 de abril de 2012. Altera a Resolução Normativa nº 77, de 18 de agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012481.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

AGUILERA-CARACUEL, Javier; ARAGÓN-CORREA, J. Alberto; HURTADO-TORRES, Nuria Esther; DE LA TORRE-RUIZ, José Manuel. Why do firms become green? The influence of internationalization on the environmental strategy. Academy

of Management Proceedings, p-1-6, 2010. Disponível em:  
<<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail?vid=5&sid=41bb0b29-2958-4ee2-ab49-e08ddf7c8dd4%40sessionmgr4002&hid=4207&bdata=Jmxhbm9cHQYnImc2l0ZT1l aG9zdC1saXZl#db=buh&AN=54499590>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELETRO ELETRÔNICA (ABINEE).  
Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.  
2012. Disponível em:<<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>.  
Acesso em: 18 abr. 2014.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BELACHE, Alcione. Projeto energia fotovoltaica. Mensagem recebida  
<[alcione@renovigi.com.br](mailto:alcione@renovigi.com.br)> em 30 abr. 2014.

BERTALANFFY, Ludwig Von. Teoria geral dos sistemas; trad. de Francisco M.  
Guimarães. Petrópolis, Vozes, 1973.

BESERRA, Kleyton de Araujo et al. A Sustentabilidade, Energias Alternativas e a  
Ecoeficiência. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 3, n. 1,  
p. p. 185-200, abr./set. 2014. Disponível em:  
<[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/1766/1588](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1766/1588)>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BEURON, Thiago Antonio et al. Uma Análise dos Valores Organizacionais sob a  
Perspectiva da Sustentabilidade: Contribuições a partir da Percepção dos  
Empregados. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 3, n. 1,  
p. p. 165-184, abr./set. 2014. Disponível em:  
<[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/1663/1587](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1663/1587)>. Acesso em: 20 jun. 2014.

CAAMAÑO-MARTÍN, Estefania et al. Interaction between photovoltaic distributed  
generation and electricity networks. Progress in Photovoltaics: research and  
applications, v. 16, n. 7, p. 629-643, 2008. Disponível em:  
<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.845/pdf>>. Acesso em: 02 maio 2014.

CABRERA, Derek; COLOSI, Laura; LOBDELL, Claire. Systems thinking. Evaluation  
and Program Planning 31 (2008) 299–310. Disponível em: <[http://ac.els-cdn.com/S0149718908000025/1-s2.0-S0149718908000025-main.pdf?\\_tid=bbf1e846-d7ac-11e3-9c09-00000aab0f6c&acdnat=1399662444\\_3b4fd8ecbc02505be45c6521a4370801](http://ac.els-cdn.com/S0149718908000025/1-s2.0-S0149718908000025-main.pdf?_tid=bbf1e846-d7ac-11e3-9c09-00000aab0f6c&acdnat=1399662444_3b4fd8ecbc02505be45c6521a4370801)>.  
Acesso em: 02 maio 2014.

EIA. U.S. Energy Information Administration. International Energy Statistics. 2014.  
Disponível em:  
<<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=6&pid=116&aid=12&cid=ww,&syid=1990&eyid=2012&unit=BKWH>>. Acesso em: 02 maio 2014.

ELETROSUL. SOL Megawatt Solar. 2014. Disponível em:  
<<http://www.eletrosul.gov.br/home/conteudo.php?cd=1152>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Anuário estatístico de energia elétrica  
2013. 2013. Disponível em:  
<[http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/20130909\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/20130909_1.pdf)>.  
Acesso em: 18 abr. 2014.

FERNANDES, Cláudio Tadeu Cardoso. Impactos socioambientais de grandes barragens e desenvolvimento: a percepção dos atores locais sobre a usina hidrelétrica de serra da mesa. 2010. 412 p.: II. Tese de doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

FERREIRA, Ademir Antonio; REIS, Ana Carla Fonseca; PEREIRA, Maria Isabel. Gestão Empresarial: de Taylor aos nossos dias: evolução e tendências da moderna administração de empresas. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

FIGUEIREDO, Nélia Maria de Almeida (Org.). Método e metodologia na pesquisa científica. 3. reimpr. da 3. ed. São Caetano do Sul: Yendis, 2009.

GAINES, Sanford. Sustainable development as a guide to the energy technology revolution. *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, v. 7, n. 4, p. 285-306, 2012. Disponível em:

<<http://inderscience.metapress.com/content/q1672t23361036ln/fulltext.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global Wind Report - Annual Market Update 2012. 2013. Disponível em: <[http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual\\_report\\_2012\\_LowRes.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf)>. Acesso: em 18 abr. 2014.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de administração de empresas*, São Paulo, v. 35, n.2, p. 57-63, mar/abr.1995.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. 3 ed. rev. ampl. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 2008.

HALEY, Usha C.V.; SCHULER, Douglas A. Government Policy and Firm Strategy in the Solar Photovoltaic Industry. *California Management Review*, v. 54, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail?vid=5&sid=22d57ede-b5cd-4a22-a625-d68008f1fcbe%40sessionmgr114&hid=123&bdata=Jmxhbmc9cHQYnlmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=buh&AN=69537518>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. 2012. Disponível em: <[http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC\\_SRREN\\_Ch03.pdf](http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Ch03.pdf)>. Acesso em: 05 maio 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) - Photovoltaic Power Systems Programme. PVPS Report Snapshot of Global PV 1992-2013. 2014. Disponível em: <<http://www.iea-pvps.org/index.php?id=32>>. Acesso em: 21 abr. 2014.

MACHADO NETO, Alfredo José et al. Teoria Geral dos Sistemas; organizadores Dante Pinheiro Martinelli...[et al.]. São Paulo: Saraiva; 2012.

MARIANI, Celso Antonio. Método PDCA e Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um Estudo de Caso. *RAI - Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005. Disponível em: <http://www.revistarai.org/rai/article/view/75/73>. Acesso em: 19 maio 2014.

PEREIRA JR, Amaro Olimpio et al. Strategies to promote renewable energy in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, n. 1, p. 681-688, 2011. Disponível em: <[http://ac.els-cdn.com/S136403211000314X/1-s2.0-S136403211000314X-main.pdf?\\_tid=f70ddf64-e109-11e3-a834-](http://ac.els-cdn.com/S136403211000314X/1-s2.0-S136403211000314X-main.pdf?_tid=f70ddf64-e109-11e3-a834-)

00000aab0f6b&acdnat=1400692046\_7f634d7cb455b16746906c0f14ce9a59>.  
Acesso em: 18 abr. 2014.

PORTAL BRASILEIRO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. Fontes de Energia Renovável. 200-?. Disponível em:  
<[http://energiarenovavel.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=306](http://energiarenovavel.org/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=306)>. Acesso em: 18 abr. 2014.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Claudio Elias. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005.

RÜTHER, Ricardo. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil / Ricardo Rütther. – Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

TOLMASQUIM, Maurício T. (org.) Fontes Renováveis de Energia no Brasil, Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003.