

**FACULDADE PATOS DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

RAFAEL JEREMIAS DE SANTANA

**ENERGIA FOTOVOLTAICA X HIDRELÉTRICA:
Viabilidade Técnica, Ambiental e Econômica**

**PATOS DE MINAS
2018**

RAFAEL JEREMIAS DE SANTANA

**ENERGIA FOTOVOLTAICA X HIDRELÉTRICA:
Viabilidade Técnica, Ambiental e Econômica**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Patos de Minas
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Esp. Igor Nunes Caixeta

**PATOS DE MINAS
2018**

FACULDADE PATOS DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIAS
Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica
RAFAEL JEREMIAS DE SANTANA

**ENERGIA FOTOVOLTAICA X HIDRELÉTRICA:
Viabilidade Técnica, Ambiental e Econômica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Patos de Minas como
requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica – FACULDADE
PATOS DE MINAS em 12/06/2018

Igor Nunes Caixeta

Orientador: Prof. Esp. Igor Nunes Caixeta
Faculdade Patos de Minas

Guilherme Thyago de Sousa Fernandes

Examinador: Prof. Me. Guilherme Thyago de Sousa Fernandes
Faculdade Patos de Minas

Gustavo Aparecido José Ferreira

Examinador: Prof. Esp. Gustavo Aparecido José Ferreira
Faculdade Patos de Minas

Aprovado

Reprovado ()

Se existe uma forma de fazer melhor - descubra-a.

Thomas Edison

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José e Maria, meus Irmãos Rondineli e Synara, e a toda minha família que tão bem souberam me ensinar o valor da educação, me apoiando e incentivando na busca pelo conhecimento.

A minha querida namorada Francielle que desde a inscrição no vestibular, manteve sua paciência, seu carinho e incentivo constantes, nos momentos alegres e também nos momentos difíceis.

Aos meus professores, pelas valiosas contribuições que, certamente, enriqueceram o meu trabalho.

A meu orientador professor Igor e ao professor Saulo pela orientação, dedicação e incentivo constantes.

A meus amigos e colegas de faculdade, pela amizade, companheirismo e incentivo em todas as etapas da graduação.

A todos, muito obrigado!

RESUMO

O tema aqui proposto foi analisar os aspectos gerais, ambientais e financeiros da geração de energia elétrica através da comparação entre as fontes de energia hidráulica e solar através de estudos literários, análise de planilhas etc. A constante demanda por mais energia, faz necessário construir cada vez empreendimentos de geração e transmissão de energia. Assim, é necessário analisar qual fonte é mais vantajoso sob aspecto financeiro e/ou ambiental para atender a demanda crescente. Avaliando dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de leilões de implantação e expansão de empreendimentos de geração e distribuição de energia elétrica de 2009 a 2017 conclui-se como resultado, sob a perspectiva financeira a usina hidrelétrica é mais vantajosa, e já sob a perspectiva socioambiental a usina fotovoltaica é mais vantajosa, entretanto, a longo prazo a geração fotovoltaica se mostra a melhor opção para ambos aspectos analisados.

Palavras-chave: Energia Hidráulica. Fotovoltaica. Impactos Ambientais. Custos.

ABSTRACT

The topic proposed here was to analyze the general, environmental and financial aspects of electricity generation by comparing the sources of hydraulic and solar power through literary studies, spreadsheet analysis, etc. The constant demand for more energy, makes it necessary to build every time generation and transmission of energy projects. Thus, it is necessary to analyze which source is more advantageous under financial and/or environmental aspect to meet the growing demand. Evaluating data from the National Electric Energy Agency (ANEEL) of auctions for the implantation and expansion of electricity generation and distribution enterprises from 2009 to 2017 concludes as a result, from the financial perspective the hydroelectric plant is more Advantageous, and already under the socio-environmental perspective the photovoltaic plant is more advantageous, however, in the long term the photovoltaic generation is shown the best option for both aspects analyzed

Keywords: Hydro. Photovoltaic. Environmental impacts. Costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Brasil - Histórico de consumo na rede 2004 – 2017.....	09
Figura 2	Projeção do consumo do Brasil na rede para os próximos 15 anos no cenário de referência	10
Figura 3	Usina de Três Marias	13
Figura 4	Matriz de Energia Elétrica no Brasil	15
Figura 5	Empreendimentos em construção e não iniciados	16
Figura 6	Usina solar térmica PS10, na Espanha	20
Figura 7	Complexo fotovoltaico instalado no município de Pirapora, Minas Gerais	21
Figura 8	Radiação Solar – Média Anual no Brasil	22
Figura 9	Linhas de distribuição de energia elétrica no Brasil – Situação em 2015	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Empreendimentos geradores de energia com fonte hidráulica	19
Tabela 2	Empreendimentos geradores de energia com fonte solar	25
Tabela 3	Empreendimentos de linhas de transmissão de energia elétrica	28
Tabela 4	Custo de implantação – fonte hidráulica x fotovoltaica	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Possíveis impactos gerados pelas usinas hidrelétricas	17
Quadro 2	Possíveis impactos gerados pelas usinas fotovoltaicas	24
Quadro 3	Possíveis impactos gerados pelas linhas de transmissão de energia	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1.	JUSTIFICATIVA.....	11
1.2.	PROBLEMÁTICA	11
1.3.	OBJETIVO GERAL	12
1.4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1	ENERGIA HIDRÁULICA	13
3.1.1	CONCEITOS BÁSICOS - HIDRELÉTRICAS	13
3.1.2	IMPACTOS AMBIENTAIS - HIDRELÉTRICAS	17
3.1.3	ASPECTOS FINANCEIROS - HIDRELÉTRICAS	19
3.2	ENERGIA FOTOVOLTAICA	19
3.2.1	CONCEITOS BÁSICOS – ENERGIA FOTOVOLTAICA	19
3.2.2	IMPACTOS AMBIENTAIS – ENERGIA FOTOVOLTAICA	23
3.2.3	ASPECTOS FINANCEIROS – ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	24
3.3	LINHAS DE TRANSMISSÃO	25
3.3.1	CONCEITOS – LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA	25
3.3.2	IMPACTOS AMBIENTAIS – LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA 26	
3.3.3	ASPECTOS FINANCEIROS – LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA	27
3.4	USINAS HIDRELÉTRICAS X FOTOVOLTAICAS	28
3.4.1	ASPECTOS GERAIS HIDRELÉTRICAS X FOTOVOLTAICAS	28
3.4.2	ASPECTOS AMBIENTAIS – HIDRELÉTRICAS X FOTOVOLTAICAS	28
3.4.3	ASPECTOS FINANCEIROS – HIDRELÉTRICA X FOTOVOLTAICA	29
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
5	REFERÊNCIAS	31

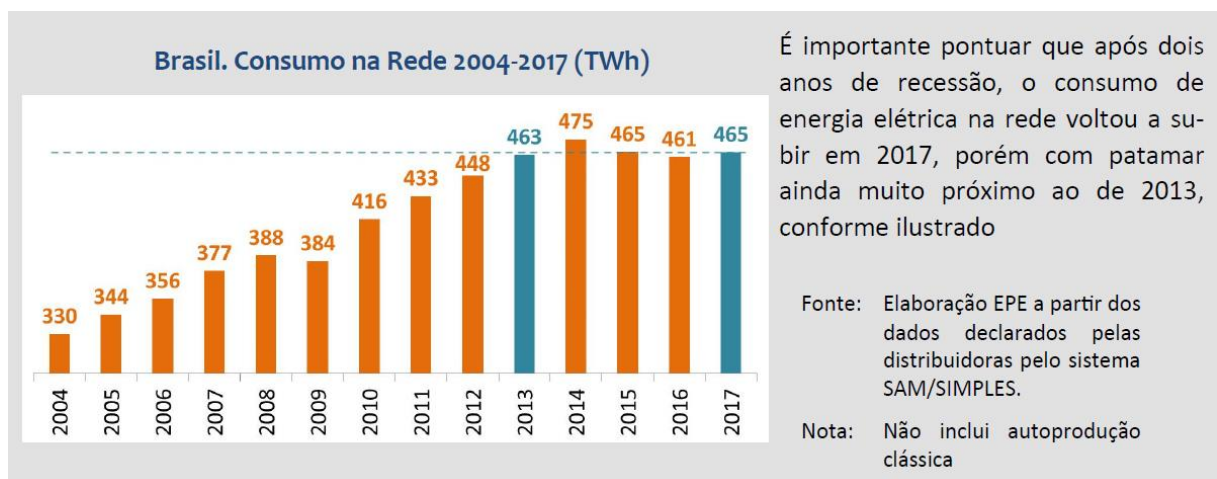
ENERGIA FOTOVOLTAICA X HIDRELÉTRICA: Viabilidade Técnica, Ambiental e Econômica

Rafael Jeremias de Santana ¹
Igor Nunes Caixeta ²

1 INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica tanto no Brasil quanto em todos os países é questão base para o avanço de tecnologias, qualidade de vida e avanços na economia. De acordo com o Caderno de Demanda de Eletricidade da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, empresa essa, vinculada ao ministério de Minas e Energia do Governo Federal Brasileiro, houve um período de estagnação do consumo brasileiro de eletricidade na rede, que em 2017 chegou a nível semelhante ao de 2013 (figura 01), porém espera-se que cresça à taxa de 3,6% anuais até 2032 como mostra a figura 02.

Figura 01: Brasil - Histórico de consumo na rede 2004 - 2017

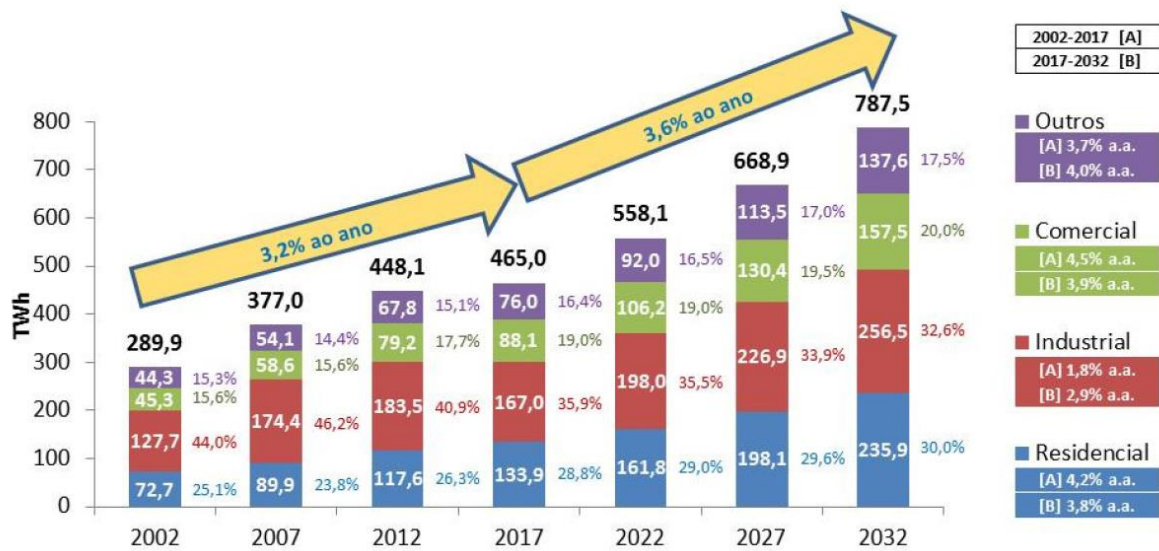


Fonte: EPE (2018) **Org.:** SANTANA. R. J (2018).

¹ Graduando em Engenharia Elétrica – FPM, 2018 – rafael.jere@hotmail.com

² Graduado em Engenharia Elétrica, Especialista em Segurança do Trabalho, Professor orientador da FPM - projetos@igorcaixeta.eng.br

Figura 02: Projeção do consumo do Brasil na rede para os próximos 15 anos no cenário de referência



Fonte: EPE (2018)

Essa crescente demanda por energia vem atrelada a necessidade de diminuir cada vez mais os impactos ambientais para se alcançar o desenvolvimento sem prejudicar gerações futuras.

A geração hidrelétrica, considerada como uma fonte limpa e sustentável, é a mais comum no Brasil. Mas mesmo assim, gera grandes impactos ambientais negativos e irreversíveis. Esta fonte, também é considerada mais “barata” comparada a outras fontes de energia (SANTOS; ROSA, 2013).

Já a geração fotovoltaica é nova comparada a hidrelétrica, também é uma fonte limpa e é inesgotável. Porém, possui custo mais alto e também causa impactos socioambientais (VILLALVA; GAZOLI 2015).

Ao longo deste trabalho são apresentados dados de leilões de energia e opiniões de diversos autores a respeito de características e aspectos das fontes de geração hidráulica e solar, e das linhas de transmissão que ligam a geração até os centros consumidores destacando suas vantagens e desvantagens, com intuito de descobrir qual a fonte de geração de energia o governo brasileiro deveria dispor de constante investimento (ANEEL, 2018).

1.1. JUSTIFICATIVA

Justificou-se a escolha desse tema pois, cada vez mais pode-se observar longos períodos de seca, e reservatórios das hidrelétricas com percentual cada vez mais baixos, e visto também a demanda crescente do país por energia elétrica, necessita-se estudar soluções sustentáveis para geração de energia elétrica.

Partiu-se das seguintes questões: Ainda vale a pena a construção de novas hidrelétricas no país? A fonte fotovoltaica já é viável? Por que não gerar energia em locais mais próximos dos consumidores ao invés de “importar” energia de outros locais, estados, regiões distantes?

Recentemente anunciou-se a construção de uma linha de transmissão que levará energia da recém criada hidrelétrica de Belo Monte ao estado do Rio de Janeiro. A linha de transmissão irá cruzar a região de do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba, passará nos municípios de Patos de Minas – MG, Lagoa Formosa – MG dentre outros, obras que já estão em andamento. Isto fez-nos pensar se, ainda, é viável a construção de novas linhas de transmissão que leva energia de um lugar a outro com uma distância tão grande. Com o ciclo de chuvas no país cada vez menor e com o desenvolvimento de tecnologias em constante melhoria, estudaremos se não é mais vantajoso aproveitar as linhas de transmissão já existentes e utilizar a geração de energia solar, “inesgotável”, em locais mais próximos dos consumidores.

1.2. PROBLEMÁTICA

Por que o Brasil demanda tanta energia elétrica? Por que o Brasil investe pouco em energia fotovoltaica? Por que temos tão poucas usinas fotovoltaicas e tantas hidrelétricas? Na situação atual do planeta, do país, focar investimentos em novas hidrelétricas é o melhor caminho? Será que algum dia a busca por fontes alternativas de geração de energia deixará de ser uma opção e passará a ser uma necessidade?

1.3. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se analisar até quando o país deve investir em novas hidrelétricas ao invés de canalizar novos investimentos em fontes alternativas e renováveis, além de apresentar se a energia fotovoltaica como um complemento na geração de energia do país. Por fim, fazer um estudo comparativo da energia gerada através de painéis fotovoltaicos e da gerada através de usinas hidrelétricas onde analisou-se os aspectos como a viabilidade técnica, econômica e ambiental.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o conceito da geração de energia elétrica através da fonte hidráulica, seus impactos ambientais e aspectos econômicos da implantação manutenção e expansão.
- Estudar o conceito da geração de energia elétrica através da fonte fotovoltaica, seus impactos ambientais e aspectos econômicos da implantação manutenção e expansão.
- Estudar o conceito de linhas de transmissão de energia elétrica, impactos ambientais, aspectos econômicos da implantação manutenção e expansão.
- Comparar os aspectos estudados da energia fotovoltaica x hidrelétrica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia envolve pesquisas estatísticas e literárias em livros, teses, dissertações, revistas acadêmicas e páginas da web entre outros.

Também foi realizado um cadastro na página web da ANEEL afim de obter acesso a Central de Informações Econômico-Financeiras do Setor Elétrico (CIEFSE). Foi feito download na página web da CIEFSE de planilhas contendo dados de custo de implantação e expansão de empreendimentos no setor elétrico referentes aos leilões. Foram analisados, os dados da tabelas referentes ao período de 2009 à 2017 afim de estabelecer valores e comparações relativas ao custos de

implantação de usinas hidrelétricas e fotovoltaicas e também de linhas de transmissão de energia elétrica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ENERGIA HIDRÁULICA

3.1.1 CONCEITOS BÁSICOS - HIDRELÉTRICAS

A energia elétrica pode ser obtida de várias maneiras, uma delas é através da fonte hidráulica. Na figura 03 tem-se uma imagem de uma hidrelétrica. “Uma usina hidrelétrica pode ser definida como uma obra de construção civil e de montagem de equipamentos eletromecânicos, cujo objetivo é a geração de energia elétrica por meio de aproveitamento da energia potencial hidráulica” (SANTOS; ROSA, 2013).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) adota três classificações de acordo com a potência instalada em Megawatts (MW): Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH (com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH (entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada) e Usina Hidrelétrica de Energia - UHE (com mais de 30 MW).

Figura 03: Usina de Três Marias



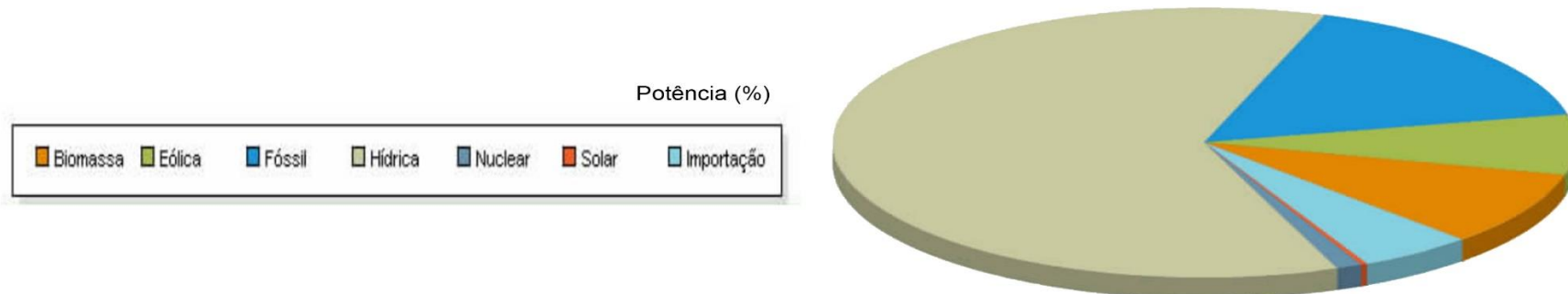
Fonte: CEMIG (2017)

A produção de energia hidrelétrica no Brasil teve um grande crescimento, a partir, do processo de consolidação do Plano de Metas 1 (1956-1961), no governo do presidente Juscelino Kubitschek, que visava atender a demanda de energia elétrica, ocasionada pelo processo industrialização nos anos de 1950 e 1960 (LESSA, 1983, p, 27). Assim, O Setor Elétrico Estatal, neste período, priorizou a produção através da construção de hidrelétricas, que apesar de em primeiro momento representar uma fonte de energia limpa, a mesma pode causar impactos irreversíveis ao meio ambiente e a sociedade envolvidas na área de implantação.

Observa-se na figura 04 no quadro “Matriz de Energia Elétrica no Brasil” destacado na cor verde que o Brasil atualmente possui um potencial hidráulico com 1273 usinas (CGH, PCH e UHE) em operação com uma potência instalada de 100.022.657 KW o que corresponde a 61,019% do total da potência instalada no país. Na figura 05 pode-se observar que há atualmente 41 usinas (CGH, PCH e UHE) em construção com potência total outorgada de 2.328.078 KW, o que corresponde a 21,12% da potência em construção. Observa-se também na Figura 05 que há 175 empreendimentos com construção não iniciada com potência total outorgada de 2.491.731 KW o que corresponde a 23.55% da potência total a ser construída (ANEEL 2017).

Figura 04: Matriz de Energia Elétrica no Brasil

Fonte			Capacidade Instalada			Total			
Origem	Fonte Nível 1	Fonte Nível 2	Nº de Usinas	(KW)	%	Nº de Usinas	(KW)	%	
Biomassa	Agroindustriais	Bagaço de Cana de Açúcar	397	11.132.835	6,7916	415	11.245.690	6,8604	
		Biogás-AGR	3	1.822	0,0011				
		Capim Elefante	3	65.700	0,0400				
		Casca de Arroz	12	45.333	0,0276				
	Biocombustíveis líquidos	Etanol	1	320	0,0001	3	4.670	0,0028	
		Óleos vegetais	2	4.350	0,0026				
		Carvão Vegetal	7	41.197	0,0251				
	Floresta	Gás de Alto Forno - Biomassa	10	114.265	0,0697	88	3.115.998	1,9009	
		Lenha	3	15.650	0,0095				
		Licor Negro	18	2.542.616	1,5511				
		Resíduos Florestais	50	402.270	0,2454				
		Resíduos animais	13	4.439	0,0027				
		Resíduos sólidos urbanos	17	122.250	0,0745				
	Eólica	Cinética do vento	Carvão - RU	1	2.700	0,0016	484	11.855.743	7,2326
			Cinética do vento	484	11.855.743	7,2326			
Fóssil	Carvão mineral	Calor de Processo - CM	1	24.400	0,0148	21	3.713.495	2,2654	
		Carvão Mineral	12	3.317.465	2,0238				
		Gás de Alto Forno - CM	8	371.630	0,2267				
	Gás natural	Calor de Processo - GN	1	40.000	0,0244	162	13.003.427	7,9327	
		Gás Natural	161	12.963.427	7,9083				
	Outros Fósseis	Petróleo	Calor de Processo - OF	1	147.300	0,0898	1	147.300	0,0898
			Gás de Refinaria	6	315.560	0,1925			
			Óleo Combustível	74	4.055.825	2,4742	2221	10.103.432	6,1636
			Óleo Diesel	2123	4.703.719	2,8695			
			Outros Energéticos de Petróleo	18	1.028.328	0,6273			
			Potencial hidráulico	1273	100.022.857	61,019			
	Hídrica	Potencial hidráulico				1273	100.022.857	61,019	
	Nuclear	Urânio	Urânio	2	1.990.000	1,2140	2	1.990.000	1,2140
Solar	Radiação solar	Radiação solar	63	418.325	0,2552	63	418.325	0,2552	
Importação				5.650.000	3,4468			4,9841	
				2.250.000	1,3726				
				200.000	0,1220				
				70.000	0,0427				
Total			4764	163.920.126	100	4764	163.920.126	100	

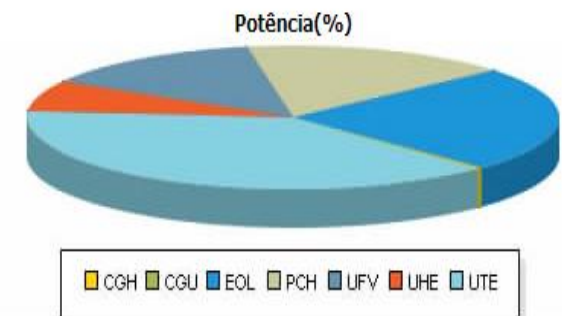
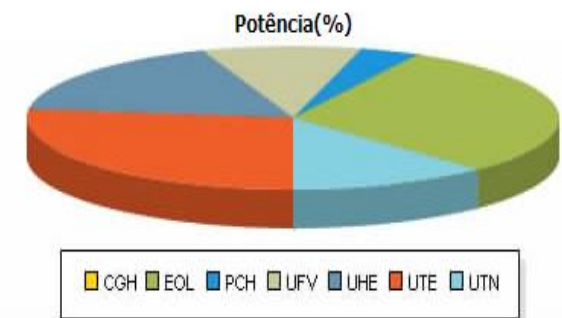


Fonte: ANEEL (2017) Org.: SANTANA. R. J (2017).

Figura 05: Empreendimentos em construção e não iniciados

Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	6	9.398	0,09
EOL	143	3.281.850	29,89
PCH	29	386.580	3,52
UFV	37	1.063.400	9,69
UHE	6	1.922.100	17,51
UTE	29	2.965.494	27,01
UTN	1	1.350.000	12,3
Total	251	10.978.822	100

Empreendimentos com Construção não iniciada			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	37	26.531	0,25
CGU	1	50	0
EOL	118	2.518.110	23,83
PCH	130	1.736.020	16,43
UFV	59	1.471.093	13,92
UHE	6	726.180	6,87
UTE	183	4.088.206	38,69
Total	536	10.566.190	100



Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

Fonte: ANEEL (2017) Org.: SANTANA. R. J (2017).

3.1.2 IMPACTOS AMBIENTAIS - HIDRELÉTRICAS

Para Fogliatti (2004, p.8) o “Impacto Ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do meio ambiente, provocada direta ou indiretamente por atividades humanas podendo afetar a saúde, a segurança e/ou a qualidade dos recursos naturais”. No quadro 1 tem-se alguns possíveis impactos gerados pelas usinas hidrelétricas segundo Leite (2005).

Quadro 1: Possíveis impactos gerados pelas usinas hidrelétricas.

Hidrologia	Alteração do fluxo de corrente, da vazão, alargamento do leito, aumento da profundidade, elevação do nível do lençol freático, mudança de lótico para lântico e geração de pântanos.
Clima	Altera a temperatura, a umidade relativa, a evaporação (aumento em regiões mais secas), precipitação e ventos (formação de rampa extensa).
Erosão e assoreamento	Erosão marginal com perda do solo e árvores, assoreamento provocando a diminuição da vida útil do reservatório, comprometimento de locais de desova de peixes, e perda da função de geração de energia elétrica.
Sismologia	Pode causar pequenos tremores de terra, com a acomodação de placas.
Flora	Provoca perda de biodiversidade, perda de volume útil, eleva concentração de matéria orgânica e conseqüente diminuição do oxigênio, produz gás sulfídrico e metano provocando odores e elevação de carbono na atmosfera, e eutrofização das águas.
Fauna	Perda da biodiversidade implica em resgate e realocação de animais, somente animais de grande porte conseguem ser salvos, aves e invertebrados dificilmente são incluídos nos resgates, e provoca migração de peixes.

Fonte: Leite (2005). **Org.:** SANTANA. R. J (2017).

Porém, é fato, que não se pode esquecer os aspectos que envolvem a sociedade, neste sentido, Canter (1977 apud Fogliatti 2004, p. 9) designa que “o impacto ambiental é qualquer alteração no sistema ambiental físico, químico, biológico, cultural e socioeconômico que possa ser atribuída às atividades humanas, relativas às alternativas em estudo para satisfazer as necessidades de um projeto”.

O trecho final supracitado reafirma que os impactos gerados pela atuação dos grandes empreendimentos quase sempre afetam também o meio social, (muitas vezes pelo processo de desapropriação), nestes casos, essas pessoas se sentem

pertencentes ao lugar onde vivenciaram experiências culturais ao longo do tempo e em muitos casos podem não se adaptar a um novo lar.

A literatura tem abordado sob os mais diversos pontos de vista os chamados impactos sociais e/ou ambientais dos grandes empreendimentos hidrelétricos. Quase sempre realizados em regiões periféricas, eles têm imposto às populações das áreas onde se implantam rápidas e profundas alterações nos meios e modos de vida: deslocamento compulsório de milhares ou dezenas de milhares de pessoas, desestruturas, rupturas das teias de relações sociais, afluxo de populações que pressionam na qualidade da água, no curso e regime dos rios com graves consequências tanto para as condições sanitárias quanto para as atividades econômicas (pesca, agricultura de vazante) etc. Ao invés de funcionarem como focos difusores da modernidade e do progresso, como prometem coloridos prospectos e vídeos propagandísticos, o reordenamento territorial resultante da construção destes grandes aproveitamentos hidrelétricos tem sido acompanhado pela multiplicação de carências de toda ordem (VAINER, 1993, p. 184).

As alternativas propostas na tentativa de amenizar os impactos sociais e ambientais, resultantes da construção das barragens e lagos das usinas hidrelétricas, como o reassentamento das famílias e a transferência de parte da fauna, não são suficientes para transpor todas as perdas. Para a quantificação e caracterização dos impactos ambientais provenientes da implantação de hidrelétricas podem ser utilizados indicadores de impacto, que pode ser definido “quanto o seu valor, ao espaço de sua ocorrência, ao seu tempo de ocorrência, à sua reversibilidade, à sua chance de ocorrência e quanto à sua incidência” (FOGLIATTI 2004, p.10).

Dois mecanismos básicos para avaliação dos impactos ambientais foram instituídos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 001/86, são eles: os Estudos de Impactos Ambientais e nos Relatórios de Impactos Ambientais (EIA/RIMA). Estes, permitem uma melhor compreensão das características gerais das localidades estudadas e também apresentam medidas mitigadoras do impacto e compensações ambientais dos danos ocasionados. Dentre as atividades que dependem da elaboração do EIA/RIMA para licenciamento estão às usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, com potência instalada acima de 10 MW (CONAMA, 1986).

A instituição do EIA/RIMA e do decorrente licenciamento ambiental possibilitam assegurar a qualidade ambiental, porém se faz necessário novas

alternativas para sanar os impactos das usinas na produção de energia, como a utilização de fontes energéticas mais sustentáveis, por exemplo as usinas fotovoltaicas.

3.1.3 ASPECTOS FINANCEIROS - HIDRELÉTRICAS

A matriz energética do Brasil é gerida pela ANEEL, esta instituiu através da Resolução Normativa nº 396, de 23 de fevereiro de 2010 a Central de Informações Econômico-Financeiras do Setor Elétrico (CIEFSE). O acesso a CIEFSE é público, sendo necessário somente o cadastramento prévio no site da ANEEL e após, pôde-se obter planilhas com informações referentes a empreendimentos (implantações e ampliações) decorrentes de leilões de geração de 2005 a 2017. Com base nessas planilhas, Organizou-se os dados dos leilões de 2009 a 2017 (Tabela 01) para obter o custo de implantação e ampliação das CGH, PCH e UHE. Foi feita uma somatória da potência instalada, do investimento total previsto e uma média do valor em reais (R\$) por megawatt (MW).

Tabela 01: Empreendimentos geradores de energia com fonte hidráulica

Qtd de empreendimentos	Potência total (MW)	Investimento total Previsto (R\$)	Custo R\$/MW
122	18.205,102	48.587.957.570,37	2.668.919,82

Fonte: ANEEL (2018) Org.: SANTANA. R. J (2018).

3.2 ENERGIA FOTOVOLTAICA

3.2.1 CONCEITOS BÁSICOS – ENERGIA FOTOVOLTAICA

Outra forma de gerar energia elétrica é através do sol. A principal fonte de energia do nosso planeta, segundo os autores Villalva e Gazoli (2015), é o sol. “A superfície da terra, recebe anualmente uma quantidade de energia solar, nas formas de luz e calor, suficiente para suprir milhares de vezes as necessidades mundiais durante o mesmo período” (VILLALVA; GAZOLI, 2015, p.15).

A energia provida do sol pode ser aproveitada como fonte de calor para aquecimento ou para a produção de eletricidade. Pode-se observar com facilidade, placas que funcionam como coletores solares térmicos para o aquecimento de água, instalados nos telhados das residências, mas não se pode confundir a placa que coleta calor com a placa fotovoltaica, sua construção e aplicação, é totalmente diferente. O efeito fotovoltaico e o funcionamento das células dos painéis serão explicados posteriormente.

A energia do sol em forma de calor também pode ser usada para geração de eletricidade. É o caso das usinas solares térmicas (Figura 06).

Figura 06: Usina solar térmica PS10, na Espanha



Fonte: Greenpeace / Markel Redondo (2018)

Segundo Villalva e Gazoli (2015, p.20) “esse tipo de usina é baseado em um conjunto de espelhos planos que refletem os raios solares e concentram o calor em uma cápsula instalada no alto de uma torre. O calor é transportado por um fluido até uma central geradora, onde é empregado para produzir vapor e acionar uma turbina acoplada a um gerador elétrico”.

Diferente dos sistemas solares térmicos, que são empregados para realizar aquecimento ou para produzir eletricidade a partir da energia térmica do sol, os sistemas fotovoltaicos têm a capacidade de captar diretamente a luz solar e produzir corrente elétrica. Essa corrente é coletada e processada por dispositivos controladores e conversores, podendo ser armazenada em baterias ou utilizadas diretamente em sistemas conectados à rede elétrica (VILLALVA; GAZOLI, 2015, p.21).

O fenômeno físico que permite a conversão direta da luz em eletricidade denomina-se efeito fotovoltaico. Quando a luz do sol ou a radiação eletromagnética solar, incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas ocorre esse fenômeno. Villalva e Gazoli (2015).

O conjunto de células interligadas formam a placa fotovoltaica, e um conjunto de placas formam os painéis fotovoltaicos. Esses painéis podem ser instalados em telhados de residências, galpões, instalados no solo, por meio de suportes e em diferentes arranjos. Um conjunto de painéis forma uma usina fotovoltaica (UFV) (Figura 07).

Figura 07: Complexo fotovoltaico instalado no município de Pirapora, Minas Gerais

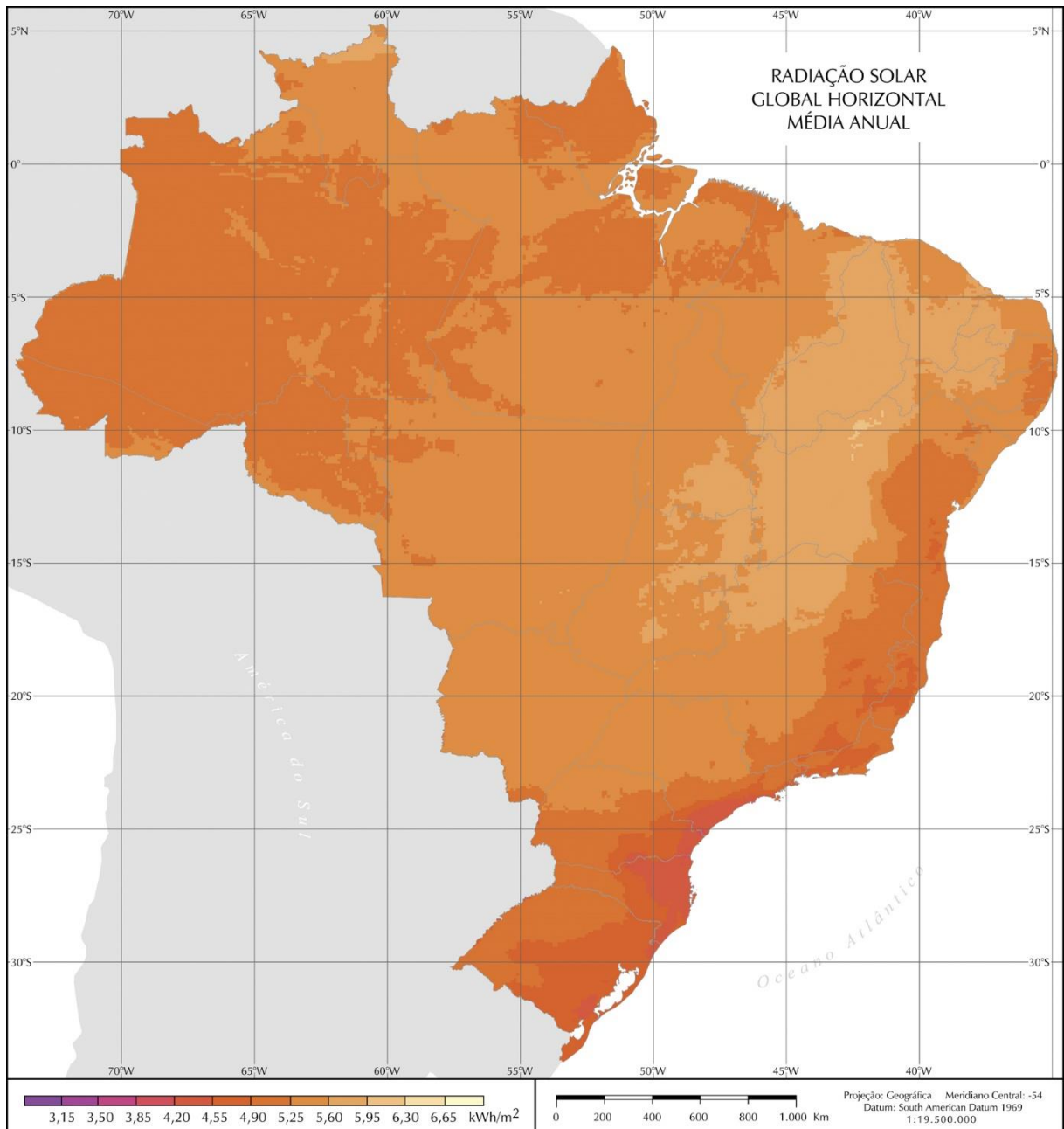


Fonte: Agência Minas (2018)

O Brasil é um país privilegiado quanto a média anual de incidência de sol em seu território, no entanto, a geração de energia elétrica através do sol no país ainda é pouco utilizada. Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), em 2016, no mundo, a China se manteve na posição de maior geradora de energia solar com 78.100 Megawatts de potência instalada. Os Estados Unidos ficaram na segunda posição, seguido de Japão, Alemanha e Itália. No entanto, só para se ter uma ideia, no local menos ensolarado no Brasil é possível gerar mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha, apontada pelo MME como o país europeu com maior produção de energia solar fotovoltaica. Segundo o Atlas Brasileiro de

Energia Solar, no Brasil, diariamente incide entre 4.444 watts hora por metro quadrado (Wh/m^2) a 5.483 Wh/m^2 no país (Figura 08).

Figura 08: Radiação Solar – Média Anual no Brasil



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2016)

A Resolução Normativa da ANEEL - REN nº 482, de 17/04/2012, foi um importante passo para o crescimento da geração fotovoltaica no Brasil, seguida pela resolução nº 687 de 24/11/2015. Por meio delas, o consumidor brasileiro pode optar por gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração

qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.

A ANEEL também vem promovendo leilões para implantação e ampliação de complexos fotovoltaicos no país. Porém, o potencial elétrico solar do país está muito aquém comparado a outras fontes de energia. Observa-se na figura 04 no quadro “Matriz de Energia Elétrica”, destacado na cor amarela, que o Brasil atualmente possui um potencial solar com 63 usinas fotovoltaicas em operação com uma potência instalada de 418.325 KW o que corresponde a 0,2552% do total da potência instalada no país. Na figura 05, pode-se observar que há atualmente 37 UFVs em construção com potência total outorgada de 1.063.400 KW, o que corresponde a 9,69% da potência em construção. Observa-se também na figura 05, que há 59 empreendimentos com construção não iniciada com potência total outorgada de 1.471.093 KW, o que corresponde a 13,92% da potência total a ser construída (ANEEL 2017).

3.2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS – ENERGIA FOTOVOLTAICA

Para Barbosa Filho (2018) a fonte solar fotovoltaica para geração de eletricidade tem-se mostrado convidativa, seja por constituir o aproveitamento de uma fonte renovável, ou por não apresentar a magnitude dos impactos ambientais geralmente associados às demais formas de aproveitamento energético, entretanto, esses impactos (quadro 2) não podem ser negligenciados.

Muitos desses possíveis impactos ambientais são comuns a todos os tipos de geração de energia, como o relativo à fabricação dos equipamentos e instalações de produção de energia. Alguns, da geração fotovoltaica relacionados, por exemplo, com a ocupação da área, podem ser contornados, devido a modularidade dos painéis, podendo ser instalados em locais diversos, como em telhados e áreas não úteis destinadas a outros fins. Um outro exemplo de projeto de exploração de energia solar é a instalação dos painéis sobre flutuadores em reservatórios de hidrelétricas. Em 2016, houve o lançamento de um projeto piloto com 16 painéis de placas fotovoltaicas e geração de 4 kW no lago da usina hidrelétrica de Balbina no Amazonas, o primeiro do gênero no mundo. Esse tipo de instalação, conta com outra vantagem, além de reaproveitamento da área ocupada do lago, é a infraestrutura de transmissão. De acordo com o então Ministro de Minas e Energia,

Eduardo Braga, é uma infraestrutura pronta e ociosa, “a geração de Balbina hoje está em cerca de um quinto de sua capacidade total, por conta do nível baixo do reservatório. Temos uma subestação e uma linha de transmissão subutilizadas” (FARIELLO, 2016).

Quadro 2: Possíveis impactos gerados pelas usinas fotovoltaicas.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Socioeconômico
Extração silício	Degradação visual da paisagem	Desmonte de maciços rochosos e terrosos compactados; e emissão de poeiras e gases devido a perfuração de rochas	Ruídos e vibrações devido ao desmonte de material consolidado
Metalurgia do silício	Emissão de pó sílica	Emissão de Hexafluoreto de Enxofre	Emissão de tetracloreto de silício
Montagem de placas		Uso de chumbo e prata e alumínio	
Construção e operação da usina	Fauna: a alteração do sucesso reprodutor; perda de habitat de reprodução e alimentação e alteração dos padrões de movimentação	Degradação da área afetada como a terraplenagem e retirada e soterramento da cobertura vegetal	Ruídos e vibrações devido a instalação e transporte de equipamentos; ofuscamento reflexão da luz solar sobre as placas

Fonte: Barbosa Filho (2018). **Org.:** SANTANA. R. J (2018).

3.2.3 ASPECTOS FINANCEIROS – ENERGIA FOTOVOLTAICA

Também através do CIEFSE obteve-se planilhas com informações referentes a empreendimentos (implantações e ampliações) decorrentes de leilões. Organizou-se os dados dos leilões de 2009 a 2017 (Tabela 02) para obter o custo de implantação e ampliação das UFVs. Foi feita uma somatória da potência instalada, do investimento total previsto e uma média do valor em reais por megawatt.

Tabela 2: Empreendimentos geradores de energia com fonte solar

Qtd de empreendimentos	Potência total (MW)	Investimento total Previsto (R\$)	Custo R\$/MW
122	3.196,8	16.718.717.930,0	5.229.829,18

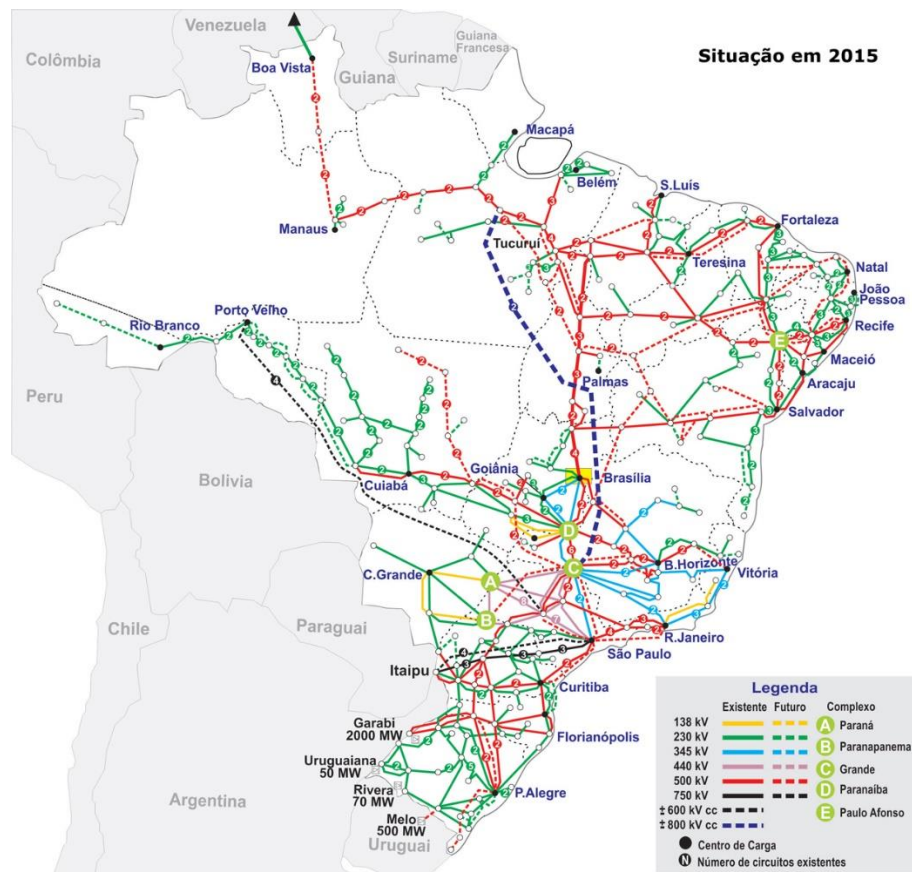
Fonte: ANEEL (2018) Org.: SANTANA. R. J (2018).

3.3 LINHAS DE TRANSMISSÃO

3.3.1 CONCEITOS – LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA

O sistema socioeconômico de um país está diretamente relacionado a expansão do sistema de energia elétrica. E para que a energia gerada na usina chegue ao consumidor, este espalhado em cada parte do território, é necessário as linhas de transmissão de energia. Pode-se observar na figura 09 uma imagem do sistema de transmissão de energia elétrica Brasileiro.

Figura 09: Linhas de distribuição de energia elétrica no Brasil – Situação em 2015



Fonte: ANEEL (2018)

O sistema elétrico brasileiro é subdividido em quatro grandes sistemas interligados entre si, que são Sudeste/Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte, e também alguns sistemas isolados em algumas regiões. Como os grandes centros consumidores geralmente são afastados das usinas de geração, é necessário utilizar a rede de transmissão de energia, para interligar cada sistema assim, formando um único sistema, aumentando a sua confiabilidade.

3.3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS – LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA

O desenvolvimento econômico-social de uma nação é diretamente ligado ao sistema energético e sua constante expansão. Mas esse desenvolvimento deve compatibilizar com o equilíbrio ecológico e a preservação da qualidade do meio ambiente, que é essencial à vida.

Na implantação e utilização das linhas de transmissão de energia elétrica tem-se impactos ambientais que devem ser minimizados o máximo possível. Júnior e Gopfert (2010) cita alguns impactos ambientais (quadro 03) causados pelas linhas de transmissão.

Quadro 3: Possíveis impactos gerados pelas linhas de transmissão de energia.

Meio físico	Início e/ou aceleração de processos erosivos
	Interferência com áreas de autorizações e concessões minerais
	Interferência com o patrimônio paleontológico
	Interferência com o patrimônio espeleológico
	Alteração da rede de drenagem
Meio Biótico	Perda da área e remoção de indivíduos de espécies da flora
	Fragmentação de áreas de vegetação florestal nativa
	Alteração no número de indivíduos da fauna no entorno da linha de transmissão
	Mudança da estrutura das comunidades faunísticas
	Acidentes com a fauna alada
Meio Sócio Econômico	Interferências sobre unidades de conservação
	Melhoria no fornecimento de energia elétrica
	Dinamização da economia
	Criação de expectativas favoráveis na população
	Criação de expectativas desfavoráveis na população
Meio Sócio Econômico	Interferência no cotidiano da população
	Interferência com bens constituintes do patrimônio

Fonte: Júnior e Gopfert (2010). Org.: SANTANA. R. J (2018).

A Avaliação de impacto ambiental (AIA) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, de grande importância para a gestão institucional de planos, programas e projetos, em nível federal, estadual e municipal (ABSY, 1995).

No processo AIA, são caracterizadas todas as atividades impactantes e os fatores ambientais, os quais podem ser agrupados nos meios físico, biótico e antrópico. A avaliação de impacto ambiental serve como subsídio para o planejamento ambiental, sendo este um conjunto de programas que propõem ações (medidas) ambientais mitigadoras, compensatórias, preventivas e de monitoramento para os impactos ambientais identificados (AMARAL, PEREIRA, BORGES, 2013).

Os sistemas de transmissão (linhas e subestações) causam impactos que podem ser agrupados em três grandes formas de interferência: impactos causados pela ocupação do solo; pela exposição aos campos eletromagnéticos, e visuais, relacionados à sua integração com a paisagem. Os efeitos causados pela exposição aos campos eletromagnéticos podem ser percebidos pela indução de corrente e tensão em objetos metálicos, instalações e veículos, sensações desagradáveis ou mesmo pequenas fibrilações ou contrações musculares, interferência nos sinais de rádio e de televisão e por ruídos de faixa ampla, usualmente, descritos como sons de zumbido ou estalido (ELETROBRÁS/CPTA/GA-004, 1990).

A interferência na paisagem é outro tipo de impacto causado pelas linhas de transmissão. Com o aumento da demanda de energia e consequente aumento da quantidade de linhas de alta tensão, elas começam a interferir com a paisagem, modificando-a. O impacto visual de uma linha de transmissão é originado principalmente pela repetição contínua de torres e condutores através da linha de visão, tornando-se uma imposição visual que resulta em impacto negativo. A importância desse impacto tem a ver, não somente com sua aparência visual, mas com o conteúdo que evoca, ou seja, seu simbolismo (ELETROBRÁS/CPTA/GA-004, 1990, p. 02).

3.3.3 ASPECTOS FINANCEIROS – LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA

Novamente através do CIEFSE obteve-se planilhas com informações referentes a empreendimentos (implantações e ampliações) decorrentes de leilões de linhas de transmissão de energia elétrica. Utilizou-se os dados dos leilões de 2009 a 2017 afim de organizar a tabela 03 e obter o custo de implantação e

ampliação. Foi feita uma somatória da extensão total das linhas, da proposta de orçamento total e uma média do valor em reais por quilômetro (Km).

Tabela 3: Empreendimentos de linhas de transmissão de energia elétrica

Extensão total (Km)	Proposta de orçamento (R\$ x 10³)	Custo R\$/km
57.830,35	6.079.980.792	105.134.774,2

Fonte: ANEEL (2018) Org.: SANTANA. R. J (2018).

3.4 USINAS HIDRELÉTRICAS X FOTOVOLTAICAS

3.4.1 ASPECTOS GERAIS – HIDRELÉTRICAS X FOTOVOLTAICAS

Cada tipo de geração de energia elétrica tem suas particularidades como por exemplo as hidrelétricas dependem de rios com volume de água suficiente, de uma localização propícia para a construção da barragem, de estudos minuciosos dos impactos e consequências da construção e operação do empreendimento.

As usinas fotovoltaicas também possui suas particularidades, além da escolha do local de implantação, embora ser mais flexível quando comparado as usinas hidroelétricas, este local deve haver a maior quantidade de horas de incidência de sol pleno, o que, como já foi visto neste presente trabalho, o Brasil é um país privilegiado. Essa flexibilidade de local de implantação facilita a geração mais próxima dos grandes centros consumidores.

3.4.2 ASPECTOS AMBIENTAIS – HIDRELÉTRICAS X FOTOVOLTAICAS

Tanto a geração de energia com fonte hidráulica quanto fotovoltaica apresenta impactos ao meio ambiente, e ao meio social.

Comparando os impactos citados tem-se alguns que são presentes tanto na hidrelétrica quanto na fotovoltaica, como os impactos gerados na construção e instalação dos equipamentos. Outros impactos são particulares a cada tipo de geração, mas na geração fotovoltaica a maioria dos impactos restringem na fabricação dos equipamentos. Já na hidrelétrica tem-se impactos além da fabricação

dos equipamentos como na construção dos lagos, na realocação da população ribeirinha, dos prejuízos da fauna e flora entre outros.

3.4.3 ASPECTOS FINANCEIROS – HIDRELÉTRICA X FOTOVOLTAICA

Tem-se na tabela 04 dados (custo R\$/MW na implantação e ampliação da geração com fonte hidráulica e fotovoltaica no Brasil de 2009 a 2017, além da diferença percentual entre os custos) organizados a partir da planilha obtida no CIEFSE.

Tabela 4: Custo de implantação – fonte hidráulica x fotovoltaica

Custo R\$/MW fonte hidráulica	Custo R\$/MW fonte fotovoltaica	Diferença percentual (%)
2.668.919,82	5.229.829,18	51,03

Fonte: ANEEL (2018) Org.: SANTANA. R. J (2018).

Considera-se ainda o custo de 105.134.964,5 R\$/km visto anteriormente neste trabalho referente ao gasto com novas linhas de transmissão de energia. Esse valor gasto poderia ser significativamente menor se a geração fosse mais próxima ao consumidor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que no Brasil, é necessário o constante investimento em mais fontes de geração e em linhas de transmissão para atender com segurança, a demanda crescente por eletricidade. Essa crescente demanda justifica a importância de estudar quais as fontes de geração de energia são mais adequadas.

Pela perspectiva econômica, de acordo com este presente estudo a fonte hidráulica quando comparado com a fotovoltaica é vantajosa. Pôde-se ver que a fonte fotovoltaica possui custo de implantação de aproximadamente o dobro da fonte hidráulica.

Porém, analisando pelo aspecto social e ambiental viu-se que a vantagem se inverte. A usina fotovoltaica e a hidrelétrica possuem impactos na fabricação dos equipamentos para a implantação, porém na questão de localização e na operação

a usina a hidrelétrica tem grandes impactos negativos e irreversíveis dos quais impactam diretamente na fauna, flora, e na vida das pessoas próximas aos empreendimentos. A usina fotovoltaica também possui outra grande vantagem que é a modularidade e a vasta possibilidade de localização do empreendimento, possibilitando a geração mais próxima do consumo diminuindo assim a quantidade de linhas de transmissão o que traz uma série de benefícios, como diminuição de impactos ambientais causados pelas linhas de transmissão e diminuição de custos de implantação de novas linhas.

Pôde-se perceber neste presente trabalho que o custo com leilões para implantação de nova linhas de transmissão de energia é bastante oneroso. Os custos dos leilões de implantação de novas linhas de 2009 a 2017 foram mais onerosos que os custos dos leilões de implantação de sistemas de geração fotovoltaicos e hidrelétricos somados no mesmo período. Com a geração mais próxima do consumo esses custos poderiam ser minimizados.

Em meio as vantagens e desvantagens da geração hidrelétrica e fotovoltaica nós faz refletir até quando convém concentrar mais investimentos na fonte hidráulica do que na solar. Com aumento constante de demanda por energia e o ciclo de chuvas cada vez mais irregular com reservatórios de usinas hidrelétricas muitas vezes baixos, com longos períodos de estiagem, apontam para um futuro cada vez mais dependentes de fontes alternativas às hidrelétricas.

Sendo assim, com base no que foi visto, embora o custo financeiro seja mais alto, é hora de concentrar investimentos em fontes de geração diversificadas como a solar, e não dispor em sua maioria da hidroelétrica. As duas fontes trabalham muito bem juntas, utilizando as hidrelétricas e as linhas de transmissão já em operação no país para suprir a demanda em horário noturno, com o incremento das usinas fotovoltaicas próximas aos centros consumidores durante o dia onde a demanda por energia é maior tem-se um sistema eficiente, sustentável e capaz de suprir a demanda crescente por energia no país.

5 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília: Aneel, 2002. 153 p. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Empreendimentos em Construção e a Construir**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Matriz de Energia Elétrica**. 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Novos Empreendimentos (Implantações e Ampliações) Decorrentes de Leilões de Geração (2004 a 2016)**. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/central-de-informacoes-economico-financeiras>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Serviço Público de Transmissão de Energia Elétrica**. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/transmissao5>>. Acesso em: 15 maio 2018.

AMARAL, E. A. PEREIRA, S. G. BORGES, D. C. S. Avaliação de impactos ambientais em uma área de preservação permanente no bairro Céu Azul, em Patos de Minas-MG. Revista do Centro Universitário de Patos de Minas. ISSN 2178-7662 Patos de Minas, UNIPAM, (4):16–26, nov. 2013.

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. São José dos Campos: Graficor S.r.l, 2006. Anual. Disponível em: <[file:///S:/Engenharia Elétrica FPM/TCC/TCC/Trabalhos pra consultar/brazil_solar_atlas_R1.pdf](file:///S:/Engenharia%20El%C3%A9trica/FPM/TCC/TCC/Trabalhos%20para%20consultar/brazil_solar_atlas_R1.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira. **Impactos Ambientais em Usinas Solares Fotovoltaicas**. 2018. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1862>. Acesso em: 24 abr. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Legislação** (1986). Resolução Normativa nº 1, de 23 de janeiro de 1986. **Licenciamento Ambiental – Normas e Procedimentos**. Brasília, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p. 2548-2549. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

Eletrobrás/CPTA/GA-005. Nota Técnica GA-005/90. Comissão de Planejamento da Transmissão da Amazônia/ Grupo de Meio Ambiente. Impactos ambientais causados pelas linhas de transmissão, Rio de Janeiro: 1990c.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Caderno de Economia—ano I, número 1, fevereiro de 2018. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <file:///S:/Engenharia%20Elétrica%20FPM/TCC/TCC/Trabalhos%20pra%20consultar/Caderno%20de%20Demanda%20de%20Eletricidade.pdf>. Acesso em: 21 maio 2018.

FARIELLO, Danilo. Projeto de energia solar em lagos de hidrelétrica é o primeiro do mundo. **O Globo**. Rio de Janeiro, p. 1-2. 04 mar. 2016. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/projeto-de-energia-solar-em-lagos-de-hidreletrica-o-primeiro-do-mundo-18806114>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

FOGLIATTI, M. C. **Avaliação de impactos Ambientais: Aplicação aos Sistemas de Transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 249p.

LEITE, M. A. **Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas**. II Semana do Meio Ambiente. UNESP. Ilha Solteira, junho 2005.

LESSA, C. 15 Anos de Política Econômica. São Paulo: Brasiliense, 4a Edição, 1983. Pág. 27.

Ministério de Minas e Energia - MME. **Ranking Mundial na Geração de Energia Solar**. 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

NASCIMENTO JÚNIOR, José Silveira do; GOPFERT, Lana Castro. **Impactos Ambientais em pela Implantação da Linha de Transmissão 500 KV Oriximiná Cariri**. 2010. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001740.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.

SANTOS, Marco Aurélio dos; ROSA, Luiz Pinguelli. Centrais Hidrelétricas. In: SANTOS, Marco Aurélio dos. **Fontes de Energia Nova e Renovável**. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2013. Cap. 8, p. nd. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2474-5>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

VAINER, C. B. **Grandes projetos hidrelétricos e desenvolvimento Regional**. Rio de Janeiro: CEDI, 1993.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2015. 224 p.

Yone Stroh et al. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. 136p.

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Faculdade Patos de Minas – Patos de Minas, 29 de maio de 2018.

Rafael Jeremias de Santana

Nome do Orientando

Igor Nunes Caserta

Nome do Orientador