

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR  
CAMPUS FRANCISCO GONÇALVES QUILES  
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção

Marina Fernanda Ragnini

**A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR: Perspectivas do ponto de vista  
ambiental.**

Cacoal  
2016

Marina Fernanda Ragnini

**A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR: Perspectivas do ponto de vista ambiental.**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, *Campus* Francisco Gonçalves Quiles, Cacoal, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Esp. Alessandro Aguilera Silva.

Cacoal – RO  
2016

R143u Ragnini, Marina Fernanda.  
A utilização da energia solar: perspectiva do ponto de vista ambiental / Marina Fernanda Ragnini – Cacoal/RO: UNIR, 2016.  
72 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).  
Universidade Federal de Rondônia – Campus de Cacoal.

Orientador: Prof. Esp. Alessandro Aguilera Silva.

1. Energia solar. 2. Meio ambiente. 3. Hidrelétrica. I. Silva, Alessandro Aguilera. II. Universidade Federal de Rondônia – UNIR. III. Título.

CDU – 551.521.37

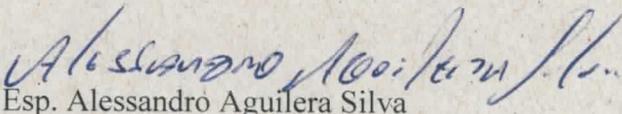
Catálogo na publicação: Naiara Raissa Passos – CRB11/891

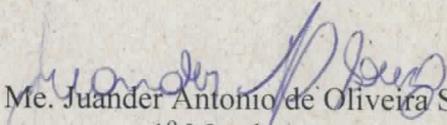
Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Rondônia  
Campus Professor Francisco Gonçalves Quiles  
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção

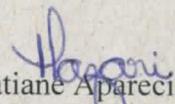
### ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos oito (oito) dias do mês de julho de dois mil e dezesseis, reuniu-se na sala 01 do bloco P do curso de Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, a banca constituída pelos professores: Prof. Esp. Alessandro Aguilera Silva (Presidente), Prof. Me. Juander Antonio de Oliveira Souza (1º Membro) e Prof.<sup>a</sup> Esp. Tatiane Aparecida de Lazari (2º Membro), as 11:00h (onze horas) para examinar o TCC do acadêmico(a) Marina Fernanda Ragnini, na prova de defesa da sua monografia de conclusão de curso intitulada: **A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR: Perspectivas do ponto de vista ambiental.** O presidente da comissão iniciou os trabalhos às 11:12, solicitando a acadêmica que apresente os principais aspectos do seu trabalho. Concluída a exposição, os avaliadores arguíram alternadamente o candidato sobre os diversos aspectos do trabalho. Após a arguição, a comissão reuniu-se para avaliar o desempenho do acadêmico, que obteve a nota final 82 (oitenta e dois). A ata segue assinada pelos membros da banca.

Cacoal, RO, 08 de julho de 2016

  
Prof. Esp. Alessandro Aguilera Silva  
Presidente

  
Prof. Me. Juander Antonio de Oliveira Souza  
1º Membro

  
Prof.<sup>a</sup> Esp. Tatiane Aparecida de Lazari  
2º Membro

*Dedico o presente trabalho aos meus pais e irmãos que se mostraram presente e me deram total apoio e carinho ao longo desses anos. Pelos conselhos e confiança que me incentivaram a chegar até aqui.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelas conquistas adquiridas ao longo dessa jornada, pelas amizades que fiz durante o curso e principalmente pelo conhecimento e experiências adquiridas.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Alessandro Aguilera Silva por toda a dedicação e paciência prestada para a realização deste trabalho, pelo tempo e esforço dedicado ao meu aprendizado. Toda a dedicação prestada foi de fundamental importância para a conclusão deste.

Aos acadêmicos do curso de engenharia de produção que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado, em especial a Marcelle Toricaquiri de Araújo, Paula Duarte Miotti, Pâmila Geisibel, Sabrina Felix Custódio, Taiana Mercedes Ruiz Ferreira, Juliana Jacobowski, Marcus Vinicius Santos, Anderson Souza e a todos os acadêmicos da II turma de engenharia de produção.

Agradeço ao Prof. Dr. Ailton Marcolino Liberato pela dedicação e apoio durante o curso e aos demais professores que me acompanharam durante a graduação e que me incentivaram para que meus objetivos fossem alcançados.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização do presente trabalho.

## RESUMO

A preocupação com o meio ambiente está cada vez mais crescente e pautada diretamente com a qualidade de vida da população que se encontra cada vez mais exigente e preocupada com o aspecto ambiental em suas várias dimensões. Neste sentido, conceitos como fontes de energia renováveis que não causem impactos ambientais e sociais começaram a possuir maiores projeções no cenário ambiental. Este trabalho objetiva aplicar um estudo acerca da utilização da energia solar frente as perspectivas do ponto de vista ambiental, avaliando os benefícios da geração e da utilização frente a energia proveniente da hidrelétrica. Seu propósito foi o de realizar uma pesquisa de campo, por meio de um estudo de caso aplicado em um (01) estabelecimento comercial do segmento hoteleiro no município de Cacoal – RO, acerca da energia solar como subsidio para efeitos comparativos com o que a literatura aborda sobre a energia proveniente da hidrelétrica. Para isto, foram analisados os tipos de sistemas fotovoltaicos, seus processos de geração e utilização. Os resultados desta pesquisa apontaram que a energia solar é uma energia limpa, possuindo inúmeros benefícios ambientais quando comparada a outra energia, bem como demonstrou que a energia solar já é adotada em estabelecimentos comerciais, como fator econômico e ambiental. Contudo, há necessidade de maiores ações para o incentivo da utilização da energia solar, principalmente no estado de Rondônia, haja vista que o município de Cacoal já demonstrou por meio deste estudo alguns direcionamentos para este fim.

**Palavras – Chave:** Energia Solar, Meio Ambiente, Hidrelétrica

## ABSTRACT

Concern for the environment is increasingly growing and guided directly to the quality of life of the population that is increasingly demanding and concerned about the environmental aspect in its various dimensions. In this sense, concepts such as renewable energy sources that do not cause environmental and social impacts began to have larger projections in the environmental scenario. This work aims to implement a study on the use of solar energy across the perspectives of environmental point of view, assessing the benefits of generation and front use energy from hydropower. His purpose was to carry out a field survey, through a case study applied in one (01) business premises of the hotel industry in the city of Cacoal - RO, about solar energy as a subsidy for comparative purposes with the literature. It focuses on energy from hydropower. For this type of photovoltaic systems, their generation processes and utilization were analyzed. The results of this research showed that solar energy is a clean energy, possessing numerous environmental benefits compared to other energy, and demonstrated that solar energy is already adopted in commercial establishments such as economic and environmental factor. However, there is need for further actions to encourage the use of solar energy, especially in the state of Rondônia, given that the municipality of Cacoal has shown through this study some directions for this purpose.

**Keywords:** *Solar energy, Environment, hydroelectric.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Placas solares .....	40
Figura 2 Energia solar térmica .....	41
Figura 3 Telhas solares fotovoltaicas .....	42
Figura 4 Telhas Solares Fotovoltaicas modelo Tegola Solare .....	42
Figura 5 Telhas Solares Fotovoltaicas modelo Solé .....	43
Figura 6 Figura ilustrativa de painéis solares que geram energia com a chuva .....	44
Figura 7 Painéis solares flutuantes .....	44
Figura 8 Placa solar que produz energia à noite .....	45
Figura 9 Esfera de vidro .....	46
Figura 10 Vidro solar .....	47
Figura 11 Placas solares térmicas da empresa X .....	53
Figura 12 Esquema de aquecimento da água por energia solar .....	53
Figura 13 Placa solar fotovoltaica para comercialização.....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Fontes de energia não renováveis.....	26
Gráfico 2 Fontes de energia renováveis.....	26
Gráfico 3 Fontes de energia no Brasil em 2013 .....	27
Gráfico 4 Fontes de energia no Brasil em 2014 .....	27
Gráfico 5 Composição da matriz energética brasileira 2013 .....	29
Gráfico 6 Composição da matriz energética brasileira 2014 .....	29
Gráfico 7 Emissões de CO2 .....	31
Gráfico 8 Evolução do parque hidrelétrico brasileiro .....	32
Gráfico 9 Evolução do parque hidrelétrico por região geográfica.....	33
Gráfico 10 Evolução do parque gerador 1975 – 2014.....	34
Gráfico 11 Geração por fonte e participação hidro (%) na matriz elétrica .....	35

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Oferta interna de energia, consumo final e perdas na transformação .....	25
Quadro 2 Utilização da matriz energética .....	28
Quadro 3 Geração elétrica .....	30
Quadro 4 Amostra de usinas inventariadas por região/subsistema .....	37

## LISTA DE SIGLAS

AGENEAL – Agência Municipal de Energia de Almada

BEN – Balanço Energético Brasileiro

ONU – Organizações das Nações Unidas

CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento

WWF – *World Wide Fund for Nature* (fundo Mundial para a natureza)

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

MME – Ministério de Minas e Energia

EPE – Empresa de pesquisa Energética

IST – Instituto Técnico de Lisboa

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária

ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

MMA – Ministério do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	14
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 Considerações iniciais.....	16
1.2 Problemática .....	16
1.3 Hipótese .....	18
1.4 Objetivos .....	18
1.4.1 Objetivo geral.....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
1.5 Justificativa .....	18
1.6 Escopo do trabalho .....	19
1.7 Metodologia .....	19
<b>CAPÍTULO II – O CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO</b> .....	21
2.1 Desenvolvimento sustentável .....	21
2.2 Mudanças climáticas e o meio ambiente.....	22
2.3 Balanço energético nacional .....	24
2.3.1 Consumo de energia no Brasil.....	25
2.4 Utilização da matriz energética .....	28
2.5 Emissões na produção e no uso de energia no Brasil.....	30
2.6 Hidrelétrica.....	31
2.6.1 Tipos de usinas hidrelétricas .....	35
2.6.2 Estrutura da cadeia de hidreletricidade .....	36
2.7 Energia solar.....	37
2.7.1 Tipos de energia solar .....	39
2.7.2 Energia solar no mundo e no Brasil .....	47
2.8. Incentivos governamentais .....	50
<b>CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO EM UM ESTABELECIMENTOS GERADOR DE ENERGIA SOLAR</b> .....	52
3.2 Dimensões espacial, geográfica e tecnológica da área em estudo.....	52
3.3 Atividade – Empresa X.....	52
3.4 Benefícios econômicos e ambientais da utilização da energia solar térmica no estabelecimento.....	55
<b>CAPÍTULO IV – A ENERGIA SOLAR ACERCA DA ENERGIA PROVENIENTE DA HIDRELÉTRICA: ANÁLISE E RESULTADOS</b> .....	58

<b>4.1 Configuração da pesquisa aplicada .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2 Resultados obtidos .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.1 Cenário regional – local para a energia solar .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.2 Impactos ambientais – hidrelétricas.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2.3 Benefícios e projeções da energia solar .....</b>	<b>63</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO .....</b>	<b>71</b>

## APRESENTAÇÃO

A escolha do tema deu-se por interesse pessoal em aprofundar conhecimento em relação a esta área da Engenharia de Produção, tema do trabalho relacionado ao item 9.3 Gestão de Recursos Naturais e Energéticos de acordo com a classificação das áreas da Engenharia de Produção segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, visando planejamento da utilização de fontes de energia renováveis, bem como a utilização eficiente dos recursos naturais. Desta maneira, definiu-se por realizar um estudo sobre a utilização da energia solar, sob o aspecto ambiental.

Quanto à relevância institucional, a escolha do tema apresenta-se como requisito para a obtenção da graduação em Engenharia de Produção na Fundação Universidade Federal de Rondônia.

No aspecto científico, a realização do trabalho contribuirá para estudos mais aprofundados tanto do ponto de vista ambiental, econômico, como social acerca da energia solar, seja no cenário local, regional ou nacional, em que os princípios gerenciais da Engenharia de Produção poderão ser testados, avaliados e aplicados.

No aspecto social, espera-se que a pesquisa possa contribuir de forma positiva para a contribuição da preservação ambiental, haja vista que a energia solar é uma energia renovável sem impacto ao meio ambiente, podendo ainda contribuir com a diminuição do déficit na matriz energética.

No aspecto contemporâneo, o estudo sobre este tema, poderá contribuir para a disseminação de novos conhecimentos e para inserção do Engenheiro de Produção como agente de otimização, uma vez que a Engenharia da Sustentabilidade engloba diversas áreas de conhecimento relacionadas ao meio ambiente, sendo uma delas a Gestão de Recursos Naturais e Energéticos, foco deste trabalho monográfico e tema de discussões nos mais diversos âmbitos. Será nessa tônica que o estudo será direcionado, a de levantar informações acerca da utilização da energia solar sob o aspecto ambiental, demonstrando seu cenário e os benefícios ambientais pela sua utilização frente a outras fontes de energia.

Este trabalho se subdividiu em 4 (quatro) capítulos, sendo que o primeiro constitui-se nas considerações iniciais, objetivos, justificativas, escopo do trabalho e metodologia adotada para estudo.

No segundo capítulo constitui-se na apresentação do referencial teórico acerca do cenário energético brasileiro.

No terceiro capítulo, é apresentado o estudo de caso objeto do trabalho em um estabelecimento comercial que utiliza a energia solar através de placas solares fotovoltaicas. O quarto capítulo apresenta a análise e resultados obtidos.

Por fim, a conclusão do trabalho encerra a abordagem pretendida, seguidas pelas referências bibliográficas, pelo apêndice, onde são catalogadas o questionário aplicado.

## **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

O presente capítulo será composto por uma breve apresentação relacionada a energia não renovável e a energia renovável, seguida dos objetivos propostos para o estudo, justificativas, escopo do trabalho e metodologia adotada. Esta apresentação servirá de base para o desenvolvimento do estudo em questão.

### **1.1 Considerações iniciais**

De acordo com a Agência Municipal de Energia de Almada - AGENEAL (2012) as fontes de energia não renováveis são aquelas que se encontram na natureza em quantidades finitas e se tornam escassas conforme sua utilização. Consideram-se fontes de energia não renováveis os combustíveis fósseis (carvão, petróleo bruto e gás natural) e o urânio que é a matéria-prima necessária para obter a energia resultante dos processos de fissão ou fusão nuclear. Desta forma, tais fontes de energia são consideradas energias sujas devido ao impacto negativo que causam ao meio ambiente.

Ainda, de acordo com a AGENEAL (2012) para as fontes de energia renováveis não é possível estabelecer um fim temporal para a sua utilização, como é o caso do calor emitido pelo sol, da existência do vento, das marés ou dos cursos de água.

Neste contexto, as leis ambientais estão cada vez mais exigentes em relação as fontes de energia utilizadas, já que tais leis visam garantir a efetiva preservação ambiental, neste pensamento é necessário a adoção por fontes de energia que não causem impacto ao meio ambiente, desta forma, será nesta direção que este trabalho monográfico se norteará, demonstrando em específico a utilização da energia solar como fonte de energia renovável e limpa, sem impactos ao meio ambiente.

### **1.2 Problemática**

De acordo com Comitê interministerial sobre mudança do clima (2007), durante o ano de 1994 á 2007 a emissão de gases de efeito estufa cresceu cerca de 30% devido a utilização das termoelétricas movidas principalmente com combustíveis fósseis.

Tal fato é constatado por meio do relatório do BEN (2015) ano base 2014, onde a produção de energia primária por meio das fontes não renováveis, como petróleo, gás natural, carvão vapor, carvão metalúrgico, urânio e outras não renováveis tiveram aumento entre os intervalos dos anos de 2005 a 2014, no ano de 2005 o percentual era de 53%, já para o ano de 2014 este percentual atingiu 56,5%, representando um aumento de 3,5% durante este intervalo. Já a produção de energia primária por meio das fontes renováveis, como a energia hidráulica, lenha, produtos da cana-de-açúcar e outras renováveis tiveram decréscimo entre os intervalos dos anos de 2005 a 2014, no ano de 2005 o percentual era de 46,7%, já para o ano de 2014 este percentual atingiu 43,5%, representando uma redução de 3,2% durante este intervalo.

Ainda com base nas informações do relatório do BEN (2015) para os intervalos analisados e disponíveis no relatório e comparando com o aumento da emissão de gases de efeito estufa durante o ano de 1994 a 2007 de acordo com Comitê interministerial sobre mudança do clima (2007), constata-se uma pequena redução de 1,4% do ano de 2005 a 2007 da utilização das fontes não renováveis, fontes essas responsáveis por contribuir para o aumento do efeito estufa, porém constata-se aumento para os demais anos. Ressalta-se que tal associação e comparativo foram apenas entre os anos de 2005 a 2007, devido a disponibilização no relatório a partir do ano de 2005. Contudo, mesmo havendo essa pequena redução entre 2005 a 2007, a produção de energia primária no Brasil é formada em sua maior totalidade por fontes não renováveis, o que contribui significativamente para o aumento do efeito estufa.

No Brasil a energia elétrica é obtida em sua maior totalidade a partir da energia primária (água), por meio das usinas hidrelétricas que são responsáveis por cerca de 65% da eletricidade gerada, de acordo com o relatório do BEN (2015), porém mesmo sendo considerada energia renovável, por meio da energia hidráulica, as usinas hidrelétricas causam danos e impactos ao meio ambiente durante a sua fase de construção, bem como em sua fase de operação por meio das barragens na geração de quantidades consideráveis de dióxido de carbônico (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>), gases que provocam o efeito estufa.

Neste contexto, esse estudo busca avaliar a contribuição da utilização da energia solar para a matriz energética sob o ponto de vista ambiental, diante deste cenário a pergunta que se evidencia é: o aumento da produção de energia solar contribui para a preservação ambiental?

### **1.3 Hipótese**

Que a utilização em escala cada vez maior da energia solar contribuirá para a preservação ambiental e conseqüentemente para o desenvolvimento sustentável.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 *Objetivo geral***

Avaliar os benefícios obtidos pela geração e utilização da energia solar fotovoltaica acerca da energia proveniente da hidrelétrica sob o ponto de vista ambiental.

#### **1.4.2 *Objetivos específicos***

- a) Analisar a formação da matriz energética nacional;
- b) Identificar os incentivos governamentais para geração da energia solar;
- c) Analisar os impactos ambientais relacionados à geração da energia via hidrelétrica;
- d) Identificar as perspectivas para a produção da energia solar.

### **1.5 Justificativa**

De acordo com o BEN (2015), o Brasil se destaca no que concerne à utilização de fontes de energia renováveis, resultando em um percentual de aproximadamente 40,4% de toda a energia produzida no país, onde a principal energia renovável provem das usinas hidrelétricas com cerca de 65,2%, porém, apesar de ser considerada uma fonte de energia renovável, está possui inúmeros problemas relacionados as suas etapas de implantação e operação, haja vista que impactos ambientais são gerados na fauna, na flora e na emissão de gases de efeito estufa, bem como impactos sociais são desencadeados pela necessidade de desocupação da população às margens desses empreendimentos.

Neste contexto, a geração de energia proveniente das hidrelétricas possui produção instável em períodos de seca, decorrente das mudanças climáticas,

provocando diminuição nos níveis dos reservatórios, como foi o caso ocorrido neste ano de 2015 da represa do sistema Cantareira no Estado de São Paulo.

Já o cenário para a geração de energia solar no Brasil ainda não possui um quantitativo considerável sob o ponto de vista da sua geração, bem como da sua utilização se comparado com as gerações provenientes das hidrelétricas, mesmo o país sendo considerado ideal para este tipo de geração de energia devido ao clima e a insolação que recebe, ainda mais que esse tipo de geração de energia não proporciona impacto ao meio ambiente.

Neste sentido, somente em agosto do ano de 2011 que foi construída a primeira usina de energia solar na Cidade de Tauá - CE, com capacidade de 1 megawatt que pode abastecer cerca de 1.500 casas.

Diante do exposto, justifica-se a realização do presente trabalho dada pela importância que as fontes de energia limpa e renováveis representam para o desenvolvimento sustentável, principalmente quando a preocupação atual gira em torno das mudanças climáticas que o Brasil e o restante do mundo estão sofrendo.

## **1.6 Escopo do trabalho**

Este trabalho foi desenvolvido em 01 (um) estabelecimento comercial do segmento hoteleiro que gera e utiliza energia solar. As considerações foram feitas a partir de um estudo de caso neste estabelecimento hoteleiro localizado no município de Cacoal – RO, com o objetivo de possuir maior entendimento e subsídio acerca da geração da energia solar fotovoltaica, para posteriormente análise acerca da energia proveniente da hidrelétrica sob o ponto de vista ambiental.

## **1.7 Metodologia**

Para elaborar o trabalho, inicialmente, partiu-se para uma análise teórica relacionada ao assunto abordado, ou seja, aspectos relevantes e recentes ligados ao tema. Os dados e informações foram levantados mediante pesquisas de referências bibliográficas de textos, páginas eletrônicas de órgãos governamentais ligados ao setor energético e artigos na internet, assim como em livros e periódicos de circulação nacional.

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória que segundo Gil (2006) tem como objetivo proporcionar a familiarização com o problema em estudo e a construção de ideias ou intuições, através do caráter experimental. E ainda na forma descritiva que segundo o autor, tem a finalidade de descrever as características de uma população ou fenômeno, para tanto, tal descrição se utilizará da técnica da observação do ambiente como um todo.

Adicionalmente, a pesquisa também possuíra o método analítico, visando ir além da descrição das características, analisando e explicando porque os fatos estão ocorrendo, pois este analisará casos particulares de empresas que possuem geração de energia solar. Contudo, a pesquisa será voltada para coleta de dados a partir de uma estratégia de investigação.

Com relação aos procedimentos para a realização da pesquisa a técnica utilizada foi o estudo de caso onde Gil (2009), considera como um esboço onde são adotados vários métodos e técnicas para a coleta de dados, como, aplicação de questionário e observação.

Utiliza-se a abordagem qualitativa que para Michel (2005), não se comprova numericamente ou estatisticamente, mas que convence na experimentação empírica, com análise feita de forma detalhada.

Já Lakatos e Marconi (2008) definem método qualitativo como uma metodologia que se preocupa em interpretar e analisar os aspectos mais profundos do comportamento humano como hábitos, atitudes e tendências de comportamento.

Os dados foram coletados por meio de fontes primárias que é em pesquisa de campo, bem como análise qualitativa e fonte secundária através de pesquisas bibliográficas já citadas anteriormente.

Por fim, foi evidenciado as perspectivas do ponto de vista ambiental para a utilização da energia solar, analisando as variáveis propostas. Dessa forma, foi possível encerrar a abordagem gerencial pretendida.

## **CAPÍTULO II – O CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO**

O presente capítulo será composto por uma revisão teórica acerca do Desenvolvimento Sustentável, Mudanças Climáticas e o Meio Ambiente, Balanço Energético Nacional, Consumo de Energia no Brasil, Utilização da Matriz Energética, Emissões na Produção e no Uso de Energia no Brasil, Hidrelétrica e os seus Tipos, Estrutura da Cadeia de Hidroeletricidade, Energia Solar e os seus Tipos, Energia Solar no Mundo e no Brasil e Incentivos Governamentais. Esta revisão servirá de base para o desenvolvimento do trabalho monográfico sobre Utilização da Energia Solar, Perspectivas do Ponto de Vista Ambiental.

### **2.1 Desenvolvimento sustentável**

A Organização das Nações Unidas (ONU) realizou diversos estudos referente as mudanças climáticas que o mundo estava passando na metade do século XX, os estudos foram realizados para explicar a crise social e ambiental que a população passava naquela época. Foi a partir da realização desses estudos que o termo “desenvolvimento sustentável” surgiu e começou a ganhar destaque.

De acordo com a Comissão Mundial para o Meio ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), no relatório intitulado como “Nosso Futuro Comum” de 1987, foi exposto o conceito de desenvolvimento sustentável: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”.

Para Brandt e Silva (2012), o desenvolvimento sustentável se constitui do equilíbrio entre três aspectos: viabilidade econômica, justiça social e responsabilidade ambiental. Para os autores, o desenvolvimento sustentável constitui uma concepção humanista de desenvolvimento que trata danos ambientais e injustiça social como problemas que no decorrer do tempo seriam resolvidos a partir do crescimento econômico.

Para Veiga (2005), o desenvolvimento sustentável depende da capacidade das civilizações humanas possuírem consciência ecológica para fazerem bom uso dos recursos naturais, bem como uso da natureza sem comprometer o futuro da humanidade.

Para Veiga e Zatz (2008), o principal fator do desenvolvimento é o crescimento econômico e concomitantemente para haver o crescimento é necessário que a economia possa respeitar os limites da natureza, seus recursos naturais, ao invés de impactar ambientalmente os ecossistemas e conseqüentemente comprometendo as futuras gerações.

De acordo com Rios e Irigaray (2005), o desenvolvimento sustentável está relacionado as expressões “ecologia, conservação, preservação e meio ambiente” estão ligados e incorporados no dia a dia da sociedade. Para o autor o desenvolvimento sustentável é o resultado de um processo histórico referente a capacidade do planeta em atender as necessidades humanas, como alimento, vestuário, morada e outros requisitos que sustentam a qualidade de vida da população no espaço e no tempo.

É importante ressaltar que o desenvolvimento sustentável, como citado anteriormente por Brandt e Silva (2012) está ligado as questões ambientais, sociais e econômicas, sendo necessário que estas três questões caminhem juntas, principalmente a questão econômica que está ligada diretamente com a produção das indústrias.

Neste contexto, inúmeras indústrias caminham para o alcance do desenvolvimento sustentável, produzindo em consonância com as questões ambientais e sociais, respeitando os recursos naturais e conseqüentemente refletindo na maior qualidade de vida da população.

## **2.2 Mudanças climáticas e o meio ambiente**

De acordo com Dias (2004), o meio ambiente é formado pela flora, fauna, água, solo, ar e também pela cultura dos seres humanos, sendo este último um dos fatores responsáveis pelas mudanças no meio ambiente, por meio de escolhas, de decisões políticas e econômicas inadequadas e outros. O autor ainda enfatiza que a formação do meio ambiente é realizada pela interação da cultura humana, fatores bióticos (fauna e flora) e fatores abióticos (água, ar e solo). Cabendo ainda destacar que a humanidade está vivenciando diversas mudanças climáticas e ambientais, ao qual já são desafios que devem ser enfrentados no presente para não comprometer futuras gerações, ao qual podemos destacar os desflorestamentos, a redução da camada de ozônio, efeito estufa, ecossistemas urbanos e água potável.

Para Veiga e Zatz (2008), o aquecimento global responsável pelas mudanças climáticas, acontece pelo aumento de gases de efeito estufa lançados na atmosfera. Nessa tônica, o aquecimento global é assunto relevante para a humanidade, haja vista que o excessivo aumento de gases de efeito estufa estão provocando superaquecimento no planeta.

De acordo com o *World Wide Fund for Nature - WWF* (2015), Fundo Mundial para a natureza traduzido para o português, o aquecimento global é responsável pelo aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra e tais efeitos podem ser consequências tanto de causas naturais como das atividades humanas. Contudo, o aquecimento global é um fenômeno natural e fundamental para sobrevivência de várias espécies no planeta, pois sem o aquecimento global o planeta possuiria temperatura muito baixa, isto ocorre devido ao aumento das emissões de gases na atmosfera que provocam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

De acordo com Valle (2000), as mudanças climáticas ocorrem de forma natural há muitos anos, como os meteoritos que atingiram a terra, terremotos e erupções vulcânicas e também as provocadas pelas ações humanas. E ao longo de sua história, a terra passou por diversas mudanças climáticas, antes mesmo da habitação humana, tais mudanças climáticas e as catástrofes naturais, como as erupções causadas por vulcões, sempre existiram. Nessa tônica, muito têm se discutido acerca das emissões de carbono na atmosfera, bem como a relação das atividades humanas ou naturais que mais emitem esse tipo de gás na atmosfera.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Geológicas dos Estados Unidos publicado pela *Scientific American* Brasil em 2014, os vulcões do planeta emitem cerca de 200 milhões de toneladas anualmente de dióxido de carbono, já as atividades humanas, como produção industrial e queima de combustíveis fósseis emitem cerca de 24 bilhões de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera. Cabe ressaltar que as erupções vulcânicas não ocorrem todo ano e já as atividades humanas ocorrem de maneira contínua.

O órgão das nações unidas *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), traduzindo para o português, Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, responsável por produzir informações científicas, afirma que há 90% de certeza que o aumento de temperatura no planeta está sendo causado pela ação do homem.

De acordo com o WWF, o homem passou a emitir grandes quantidades de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono durante a revolução industrial. Neste período, a concentração original de 280 ppm<sup>4</sup> deste gás cresceu até os atuais de 400 ppm<sup>5</sup>, desta forma a influência das atividades humanas intensificaram significativamente o efeito estufa.

O aquecimento global é um fenômeno natural, porém, vem se intensificando com as atividades humanas e provocando aumento de temperatura no planeta, causando mudanças climáticas e afetando futuramente a vida humana. Neste pensamento, as principais atividades humanas responsáveis pelas mudanças climáticas da terra são: o uso de fontes de energias não renováveis, a queima de combustíveis fósseis, descarte incorreto de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, bem como o desmatamento e outros.

Portanto, é importante ressaltar a conscientização global e principalmente da população desprovida de conhecimento sobre os impactos e as consequências tanto presente como futura no mal uso e nas atividades que provocam o lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera. Desta forma, a intensificação das atividades humanas diminuiria e o uso de recursos de fontes renováveis aumentariam sem prejudicar o clima e o meio ambiente, ou seja, direcionamento para as práticas das atividades humanas que promovam o desenvolvimento sustentável.

### **2.3 Balanço energético nacional**

O Balanço Energético Nacional – BEN tem finalidade de apresentar a contabilização relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, importação, exportação, a distribuição e o uso final da energia.

A instituição responsável pela política energética nacional é o Ministério de Minas e Energia (MME) que promove por meio de seus órgãos e empresas vinculadas, diversos estudos e análises orientadas para o planejamento do setor energético. Em 2004 a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) foi vinculada ao MME, com a finalidade de prestar serviços de planejamento e pesquisa no setor energético. A EPE é uma empresa pública, instituída nos termos da Lei n.º 10.847, de 15 de março de 2004, através do Decreto n.º 5.184, de 16 de agosto de 2004.

O relatório anual do BEN documenta e divulga extensa pesquisa e a contabilidade relativas à oferta e consumo de energia no Brasil, bem como, as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, a importação, exportação, a distribuição e o uso final da energia. A EPE pública o Relatório Síntese no primeiro semestre posterior ao ano base, apresentando dados sobre os produtos e consumos energéticos brasileiros.

### **2.3.1 Consumo de energia no Brasil**

De acordo com os resultados do relatório do BEN do ano de 2015 sobre o consumo de energia no Brasil destacando a oferta interna de energia, consumo final e as perdas na transformação referentes aos anos de 2013 e 2014 para posterior comparativo, podemos visualizar esses valores no quadro 01

**Quadro 1 Oferta interna de energia, consumo final e perdas na transformação**

	Valores em Mtep.	
	Ano 2013	Ano 2014
Oferta interna de energia	305,6	296,3
Consumo final	265,9	260,2
Perdas na transformação	39,7	36,1

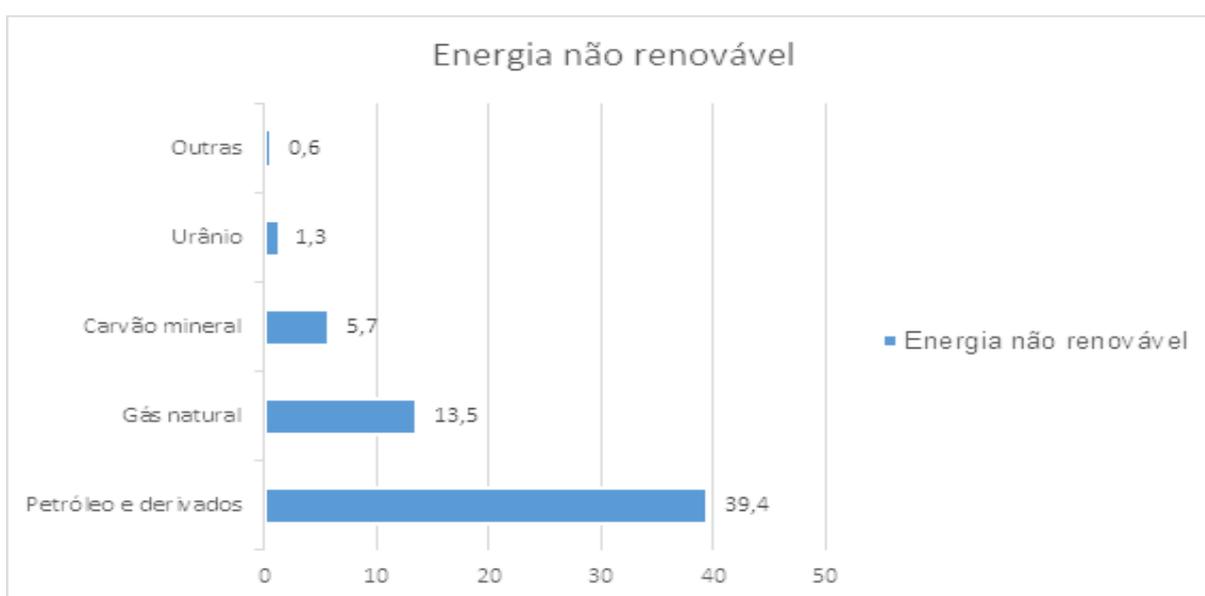
Fonte: Balanço energético 2015.

Como observado no quadro 1, a oferta interna de energia foi superior ao consumo final analisando (valores em medidas de toneladas equivalentes de petróleo – Mtep), tanto para o ano de 2013 como para o ano de 2014, porém constata-se decréscimos no ano de 2014 na oferta, no consumo final de energia e nas perdas na transformação se comparado com o ano de 2013.

Em 2014, a participação da geração de energia renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo, a participação foi de 39,4% e de 40,4% no ano de 2013, com pequena redução devido à menor oferta de energia hidráulica.

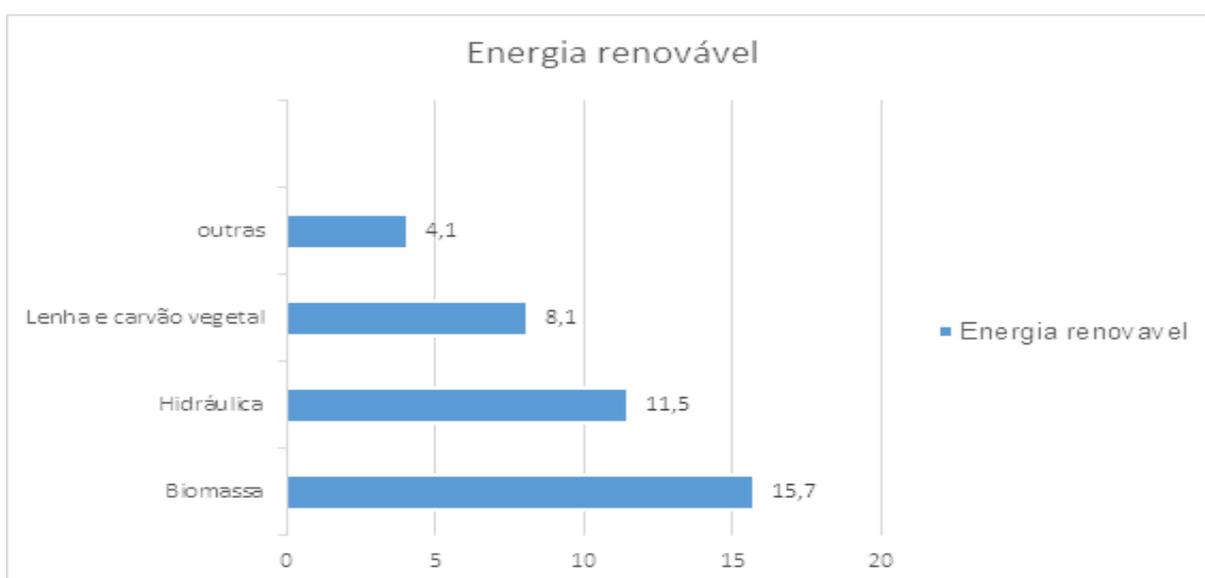
A matriz energética do Brasil é formada tanto por fontes renováveis como por fontes não renováveis. O percentual de energia renovável corresponde à 39,4%, enquanto que a energia de fontes não renováveis corresponde há um percentual de 60,6%. Podemos visualizar as principais fontes que compõem as energias renováveis e não renováveis nos gráficos 1 e 2 a seguir.

**Gráfico 1 Fontes de energia não renováveis**



Fonte: Balanço energético 2015.

**Gráfico 2 Fontes de energia renováveis**

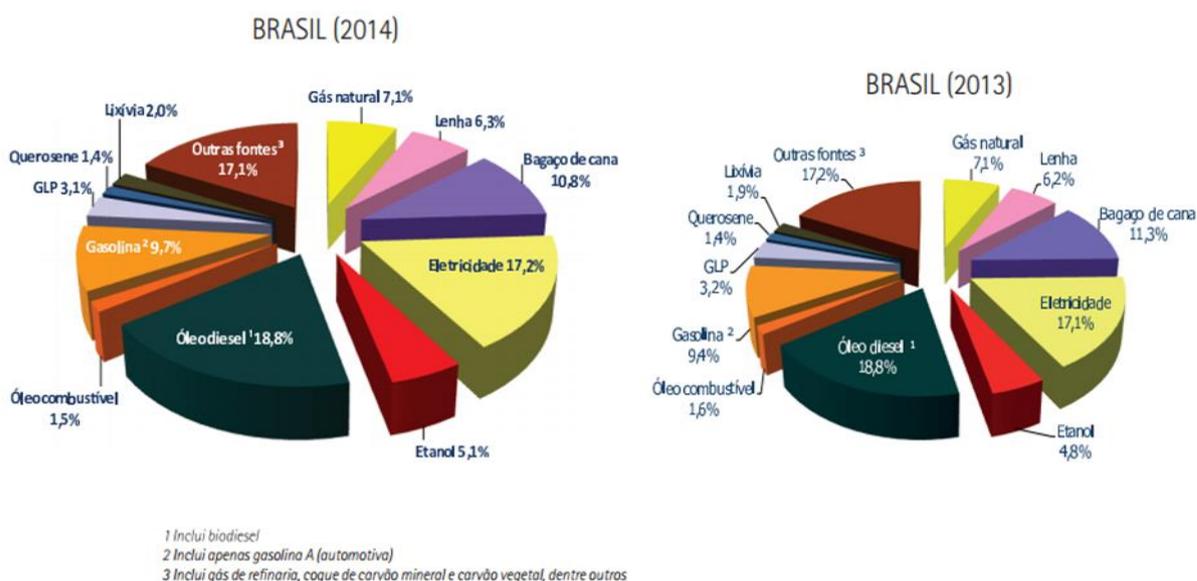


Fonte: Balanço energético 2015.

Como observado no gráfico 1 petróleo e seus derivados possui a maior representatividade dentre as fontes de energia não renováveis, já no gráfico 2 observa-se a biomassa com maior representatividade dentre as fontes de energia renováveis.

Nos gráficos 3 e 4 abaixo é demonstrado a composição das fontes de energia no Brasil dos anos de 2013 e 2014.

**Gráfico 3 Fontes de energia no Brasil em 2013**  
**Gráfico 4 Fontes de energia no Brasil em 2014**



**Fonte: Relatório Balanço Energético Nacional 2015.**

A energia é a capacidade de realizar trabalho, pois para realizar qualquer tipo de trabalho, necessita-se de energia. Desta forma, a energia é encontrada sob várias formas, como exemplo:

- Energia química – nas baterias e combustíveis;
- Energia atômica – nos elementos químico – radioativos;
- Energia hidráulica – nos reservatórios de água elevados (represas);
- Energia eólica – nos ventos;
- Energia solar – proveniente do sol;
- Energia térmica – no vapor das caldeiras;
- Energia elétrica – através da transformação de várias outras energias.

E como observado nos gráficos 3 e 4, tanto no ano de 2013, como no ano de 2014, a eletricidade é a forma de energia com maior representatividade dentre todas

as fontes de energia. Contudo, a energia pode ser transformada em outra, como exemplo, a energia química de uma bateria pode ser transformada em energia elétrica, que ao acionar o moto de arranque de um veículo transforma-se em energia mecânica, assim como a energia térmica (vapor) transforma-se em energia mecânica ao acionar uma turbina, essa energia mecânica transforma-se em energia elétrica quando a turbina aciona um gerador. A energia elétrica transforma-se em energia mecânica ao acionar um motor ou uma bomba elétrica. Neste contexto, a energia é transformada em diversas outras energias de acordo com cada finalidade que se pretende e no gráfico 4 a eletricidade teve pouca variação se comparada do ano de 2014 para o ano de 2013. E as outras fontes de energia demonstradas no gráfico 3 e 4, tanto de fontes renováveis, como as de fontes não renováveis, podem ser transformadas em eletricidade, a partir de diversos processos que resultaram na geração de energia elétrica.

#### 2.4 Utilização da matriz energética

A utilização da matriz energética brasileira é composta por indústrias, meios de transporte, residências, setor energético, agropecuária, serviços e uso não energético. Tais especificações e os percentuais correspondentes de utilização são demonstrados no quadro 2.

**Quadro 2 – Utilização da matriz energética**

<b>Especificação</b>	<b>Utilização (%)</b>
Indústria	32,9
Transporte	32,5
Residência	9,3
Setor energético	10,3
Agropecuária	4,2
Serviços	4,7
Uso não energético	6,0

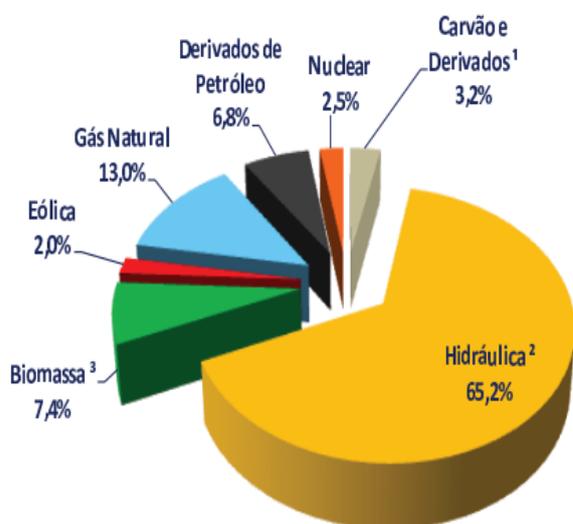
**Fonte: Relatório Balanço Energético Nacional 2015.**

Conforme o quadro 2 a indústria, seguida pelo transporte são as que mais possuem utilização da matriz energética brasileira.

Neste contexto, a matriz energética brasileira é composta por diversos tipos de energia, como podemos observar nos gráficos 5 e 6 abaixo.

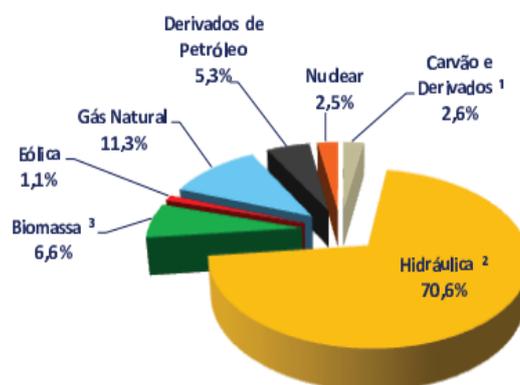
**Gráfico 5 Composição da matriz energética brasileira 2013**  
**Gráfico 6 Composição da matriz energética brasileira 2014**

Brasil (2014)



geração hidrúlica<sup>2</sup> em 2014: 407,2 TWh  
geração total<sup>2</sup> em 2014: 624,3 TWh

Brasil (2013)



geração hidrúlica<sup>2</sup> em 2013: 431,3 TWh  
geração total<sup>2</sup> em 2013: 611,2 TWh

<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria

<sup>2</sup> Inclui importação

<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

**Fonte: Relatório Balanço Energético Nacional 2015.**

A maior fonte de geração de energia elétrica é provida da energia hidrúlica mediante reservatórios de água elevados – represas (hidrelétricas) como demonstrado nos gráficos 5 e 6. Consta-se que houve queda em 2014 da energia hidrúlica e conseqüentemente aumento em outras energias e fontes, destacando a biomassa (energia térmica), Energia eólica, gás natural (energia térmica) e derivados de petróleo.

Cabe destacar que a queda da energia hidrúlica (hidrelétricas) está relacionada com as mudanças climáticas, haja vista que para gerar eletricidade através das hidrelétricas, necessita-se de reservatórios de água, ou aquelas que se utilizam do curso do rio, ou seja, não possuem reservatórios, pois trabalham com a

sua vazão. Contudo, ambas dependem das condições climáticas para poderem operarem nas suas devidas eficiências e nesse direcionamento cada uma possui suas vantagens e desvantagens perante as condições climáticas.

E concomitantemente a queda na representativa na matriz energética brasileira através da energia hidráulica refletirá na geração elétrica na unidade de medida de Giga Watt hora (GWh), como podemos observar no quadro 3 abaixo.

**Quadro 3 – Geração elétrica**

<b>Geração Elétrica (GWh)</b>			
<b>Colocação</b>	<b>Fonte</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
1°	Hidrelétrica	390.992	373.439
2°	Gás natural	69.003	81.075
3°	Biomassa	39.679	44.733
4°	Derivados do Petróleo	22.090	31.668
5°	Nuclear	15.450	15.378
6°	Carvão Vapor	14.801	18.385
7°	Eólica	6.578	12.210
8°	Outras	12.241	13.590
	<b>Geração Total</b>	<b>570.835</b>	<b>590.479</b>

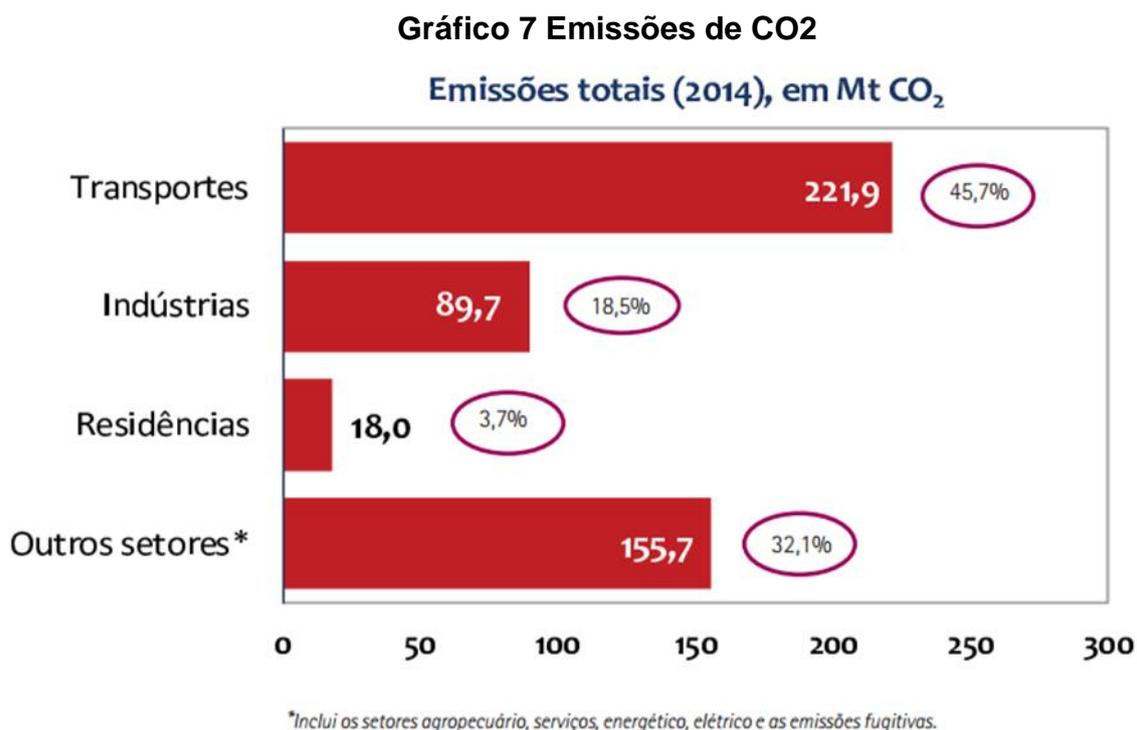
Fonte: Relatório Balanço Energético Nacional 2015.

Por meio do quadro 3 constata-se o que já se havia comentado em parágrafo anterior, a queda no ano de 2014 da energia hidráulica (hidrelétricas) através das mudanças climáticas e o aumento em outras energias e fontes, com destaques para o gás natural e derivados do petróleo. Ressalta-se que a energia solar encontra-se inserida dentro de outras fontes, devido a sua pouca quantidade e participação na matriz energética.

## **2.5 Emissões na produção e no uso de energia no Brasil**

De acordo com o BEM (2015), o total de emissões antrópicas associadas a matriz energética brasileira atingiu 485,2 toneladas métricas de dióxido de carbono, equivalente (MtCO<sub>2</sub>-eq) no ano de 2014. Neste pensamento, houve aumento na variação do ano de 2013 para 2014 com 5,7% na emissão de CO<sub>2</sub>. Nessa tônica, o valor estimado de CO<sub>2</sub> para o ano de 2020 será de 634,0 MtCO<sub>2</sub>-eq.

No gráfico 7 podemos observar os setores que contribuíram para as emissões de CO<sub>2</sub>.



**Fonte: Balanço Energético Nacional de 2015.**

Como demonstrado no gráfico 7 o setor de transportes é o que mais possui representatividade nas emissões, seguido por outros setores que incluem os setores (agropecuário, serviços, energético, elétrico e as emissões fugitivas), cabendo –se que haja mudanças na composição, bem como na representatividade de cada energia e fonte da matriz energética brasileira. Para tanto, é importante que o Brasil adote fontes de energia renováveis para diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

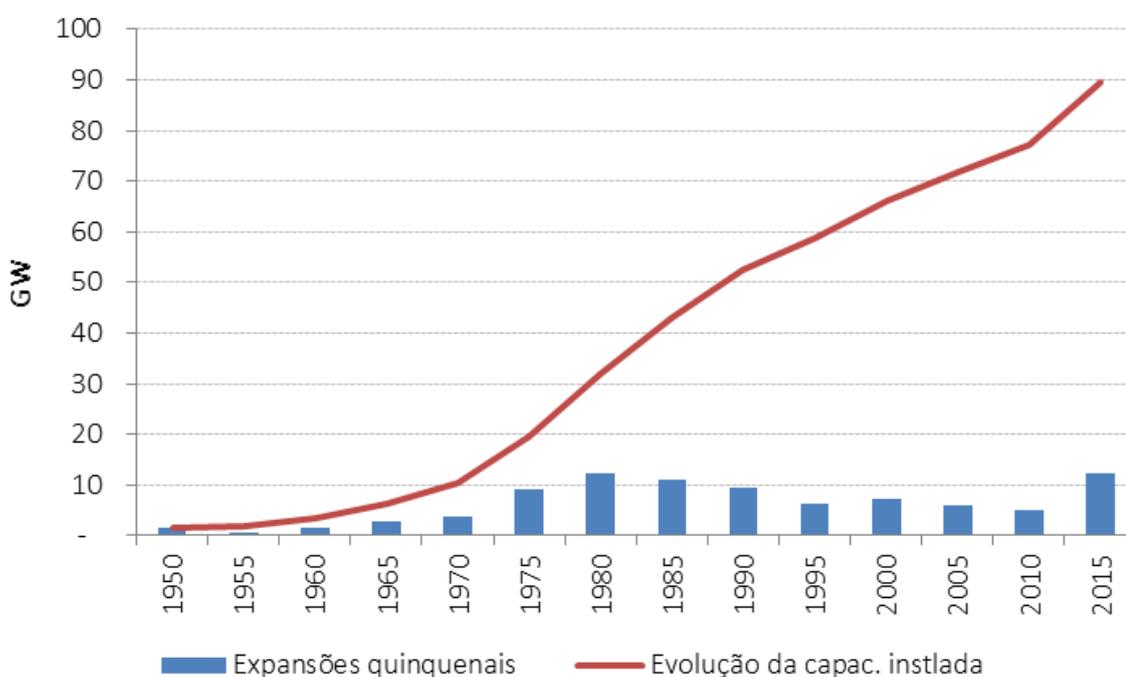
E de acordo com o BEM (2015) no ritmo que as emissões se encontram, a projeção para o ano de 2020 são ainda maiores, o que contribuirá ainda mais para o agravamento do efeito estufa.

## 2.6 Hidrelétrica

De acordo com Makishi et al (2016) a hidreletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro por inúmeras décadas, fato esse justificado pelo fator econômico e pela disponibilidade deste recurso energético. Diante do exposto, as usinas hidrelétricas com reservatórios de acumulação, sendo este explicado de forma detalhada no tópico a seguir, nesse sentido a adoção das hidrelétricas juntamente com o acionamento complementar das termelétricas foram adoções até então utilizadas para minimizar a incerteza e a sazonalidade hidrológica do país.

E ainda de acordo com o autor o Brasil possui disponibilidade hídrica como já citado anteriormente e conseqüentemente houve acentuada expansão hidrelétrica brasileira conforme podemos observar no gráfico 8.

**Gráfico 8 Evolução do parque hidrelétrico brasileiro**

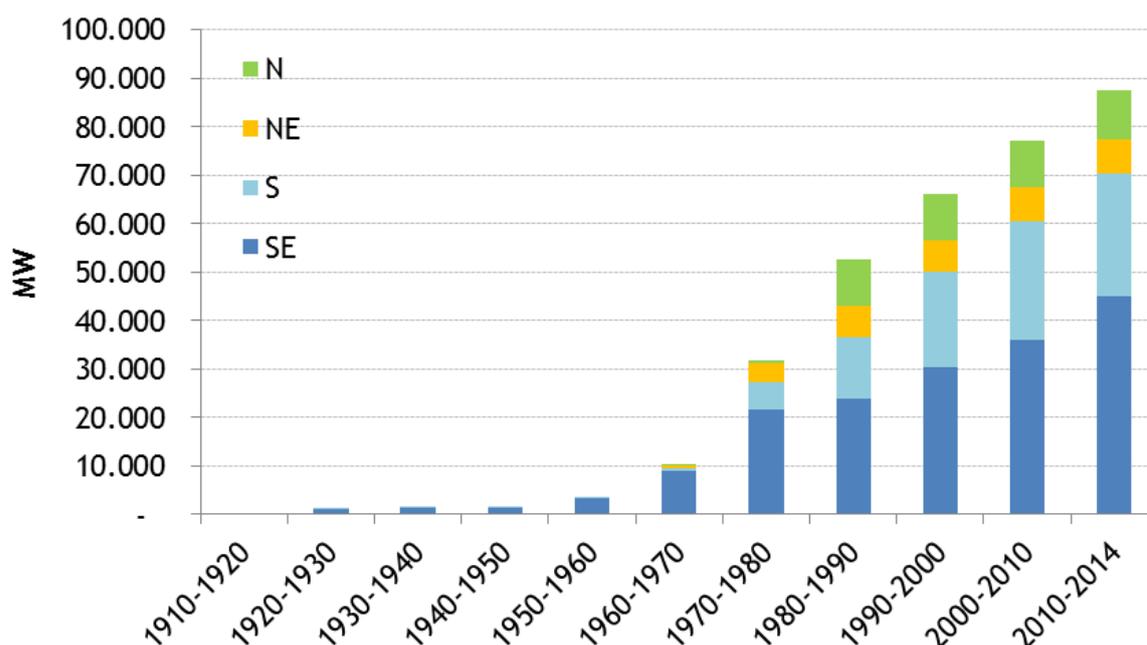


**Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, com base nos dados da ANEEL 2016.**

E a partir da década de 90, constata-se reduções quanto as expansões, fato este desencadeado em virtude dos questionamentos acerca dos impactos socioambientais associados a estes empreendimentos. Porém, no ano de 2015 constata-se expansão hidrelétrica, onde Makishi et al (2016) remete este aumento devido a diminuição da geração por meio das termelétricas que utilizam fonte fóssil e também por as hidrelétricas promoverem atendimento confiável da demanda de

energia. E inicialmente foram exploradas o potencial hídrico das regiões Sudeste e Sul, onde estavam e ainda concentram os maiores consumo do país. Sendo as demais regiões Nordeste e Norte tendo posteriormente suas explorações. A região Norte começou a ser explorada a partir da década de 80 e a região Nordeste a partir da década de 70 como podemos observar no gráfico 9.

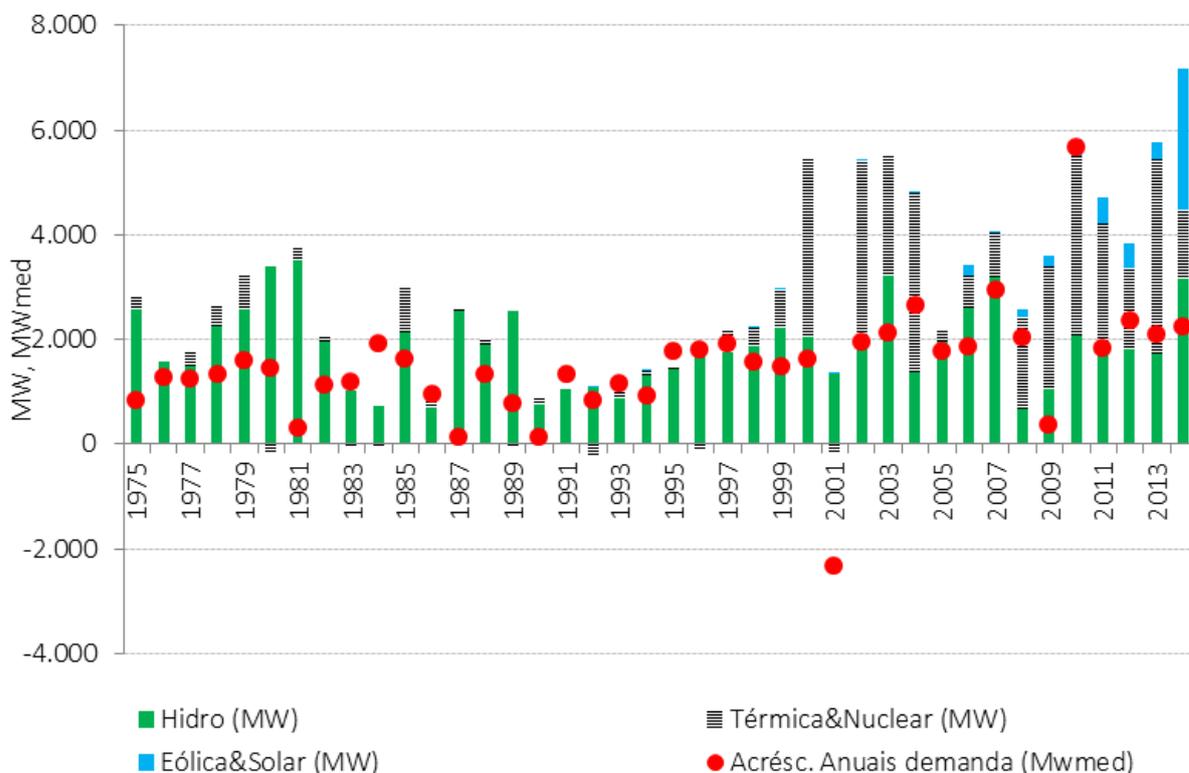
**Gráfico 9 Evolução do parque hidrelétrico por região geográfica**



**Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, com base nos dados da ANEEL 2016.**

Tais expansões na região Norte e Nordeste de acordo com Makishi et al (2016) foram principalmente por meio do aumento do preço do petróleo na década de 70 e também por decisões estratégicas do governo de explorar o grande potencial hídrico do Brasil. Cabe ressaltar que mesmo havendo explorações hídricas nestas outras regiões do país, a capacidade instalada total foi consideravelmente superior até meados da década de 80 conforme o gráfico 10, quando então a oferta passou a ser menor que a demanda e concomitantemente aconteceu o racionamento no ano de 2001, onde o governo foi obrigado a recorrer a construções de termelétricas movidas a gás natural e a óleo combustível para equilibrar a oferta e demanda por energia.

**Gráfico 10 Evolução do parque gerador 1975 – 2014**

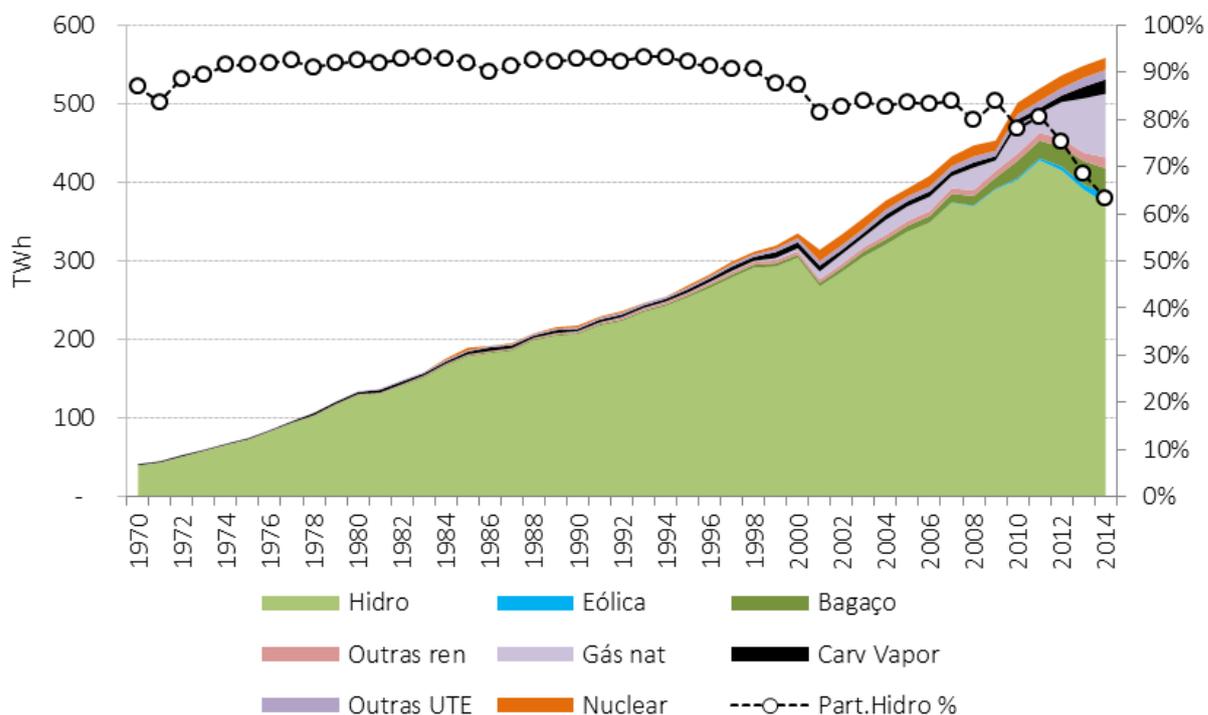


**Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, com base nos dados da ANEEL 2016.**

Destaca-se que houve evolução do parque gerador após 2001 por meio da reforma do marco regulatório em 2004, onde Makishi et al (2016) destaca o objetivo deste marco regulatório:

Com o objetivo de garantir a segurança do abastecimento de energia elétrica, um novo modelo para o setor foi implantado em 2004 (Leis nº 10.847 e 10.848), retomando para o Estado o papel de coordenador e planejador setorial e introduzindo o conceito de leilões competitivos como forma de negociar contratos de compra e venda de energia. Foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para realizar os estudos de planejamento de expansão de curto e longo prazos, com base nos quais o governo define sua política energética, que é perseguida por meio dos leilões de energia. Com este novo modelo, foi possível promover expansões importantes do parque gerador brasileiro, como a construção de usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, e a usina de Belo Monte, no rio Xingu (em fase final de construção) (TIOMMO, 2016, p.52).

Makishi et al (2016) ainda destaca redução da participação de hidrelétricas na capacidade instalada total do parque gerador, assim como participação na geração, conforme gráfico 11.

**Gráfico 11 Geração por fonte e participação hidro (%) na matriz elétrica**

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética 2016.

E conforme gráfico 11 houve redução de aproximadamente 80% no ano de 2005 para cerca de 67% no ano de 2014 acerca da participação na capacidade instalada total e conseqüentemente redução de 83% para 63% no mesmo período.

### 2.6.1 Tipos de usinas hidrelétricas

De acordo com Camargo (2015), o Brasil vem passando por diversos desafios no setor elétrico, decorrente da oscilação no regime de chuvas que tem impactado diretamente na geração de energia elétrica, uma vez que cerca de 70% da matriz elétrica brasileira é composta por hidrelétricas.

Segundo o Atlas de energia elétrica – ANNEI (2008), a energia hidrelétrica provem de construções civis para o qual necessitam de reservatório e barragem de água ou do curso natural que o rio percorre para a geração de energia. As variáveis que são utilizadas para classificar a usina hidrelétrica são: altura da queda d'água, vazão, capacidade ou potência instalada, tipo de turbina empregada, localização, tipo de barragem e reservatório.

Ainda de acordo com o Atlas de energia elétrica – ANNEL (2008), existem quatro classificações para as hidrelétricas, aos quais são descritas abaixo:

- 1- **Fio d'água:** Este tipo de reservatório percorre o fluxo natural do rio, a geração de energia elétrica ocorre com alta e pequena vazão de água;
- 2- **De acumulação:** Normalmente esse tipo de reservatório se encontra localizado nas cabeceiras dos rios e com altas quedas de água. O reservatório é de grande porte, no qual permite um grande acúmulo de água para que possa ser usado nos períodos de secas;
- 3- **Por bombeamento:** Este tipo possui dois tipos de reservatórios, o primeiro é o reservatório superior no qual a água passa pelas turbinas, gerando energia elétrica e volta para o rio. O segundo é o reservatório inferior, no qual a água passa pelas turbinas e vai para o outro reservatório inferior ao invés de voltar para o rio;
- 4- **Com reversão:** este tipo também possui dois reservatórios, mas com uma turbina reversível, no qual a água do reservatório superior passa para o reservatório inferior e volta novamente para o reservatório superior podendo gerar mais energia quando o consumo é alto em determinada parte do dia.

E dentre os 04 (quatro) tipos descritos acima, as hidrelétricas fio d'água e de acumulação são as mais utilizadas no Brasil para geração de energia elétrica. Diante do exposto, o foco deste trabalho será direcionado para quaisquer fins comparativos sob o ponto de vista ambiental no que concerne à energia elétrica gerada pela hidrelétrica do tipo acumulação.

### ***2.6.2 Estrutura da cadeia de hidreletricidade***

Para Makishi et al (2016) a geração de energia no Brasil por meio de energia hidráulica já possui grandes tecnologias empregadas, tanto para usinas de grande porte como para as de pequeno porte. Neste contexto, em uma amostra de 244 usinas inventariadas, ou seja, com potencial técnico de aproveitamento da energia hidráulica, de médio e grande porte, considerando apenas projetos, constata-se grande quantitativo na região Norte, como podemos observar no quadro 04.

**Quadro 4 Amostra de usinas inventariadas por região/subsistema**

<b>Região</b>	<b>Número de Usinas</b>	<b>Soma de potência (GW)</b>	<b>Menor potência (MW)</b>	<b>Maior potência</b>
Nordeste	24	2,4	33	342
Norte	95	59,6	28	11.233
Sudeste/Centro –Oeste	83	8,1	30	458
Sul	42	5,9	32	725
Total geral	244	76,0		

**Fonte: Empresa de Pesquisa Energética 2016.**

Conforme quadro 04 há grande concentração de potencial técnico de aproveitamento na região Norte. O autor ainda menciona que a hidreletricidade possui emprego alto de tecnologia, necessitando-se de uso intensivo de capital, a fim de subsidiar tais empreendimentos, pois cada projeto é definido com as características do local à onde será inserido, demandando estudos de viabilidade técnica e econômica, bem como estudos técnicos ambientais para a obtenção das licenças ambientais.

## **2.7 Energia solar**

De acordo com Greenpeace (2015), as energias renováveis são consideradas a principal solução para a diminuição de gases de efeito estufa no mundo e são capazes de minimizar impactos socioambientais devido a implantação de usinas hidrelétricas e térmicas.

De acordo com Instituto Superior Técnico de Lisboa (2004), a energia solar foi descoberta pelo físico francês Edmund Becquerel, no século XIX, quando este fazia experimentos com eletrodos. A energia proveniente do Sol foi vista como uma tecnologia do futuro e cujo uso ficaria restrito a pesquisas científicas, pois seu custo de implementação era elevado e poderia chegar a não ser utilizado amplamente pela população devido ao seu elevado custo inicial.

No entanto, nos últimos anos, de acordo com Greenpeace (2014), as vantagens econômicas passaram a figurar entre os pontos positivos dessa fonte de geração de energia, além dos benefícios socioambientais. O setor solar tem passado por diversas

quedas no preço dos equipamentos, o que resultou na instalação de 39.700 megawatt (MW) em sistemas solares no mundo no ano de 2011.

De acordo com o WWF (2015), o uso de energia solar para aquecimento a baixas temperaturas é realizado com tecnologias comerciais em todo o mundo e no Brasil especialmente para o aquecimento de água. As tecnologias utilizam, em sua maior parte, coletores solares planos, fechados ou abertos, dependendo da temperatura desejada.

Neste contexto, de acordo com Dasol (2015, apud Cruz, 2016), a produção de coletores solares no Brasil vem crescendo ininterruptamente desde 2006, com taxa média anual de 17,6%, tal crescimento está relacionado a maior consciência ambiental das pessoas quanto a sustentabilidade de fontes limpas de energia. Destaca-se que no ano de 2014, a produção de coletores para aquecimento solar de água cresceu 4,5%, com a instalação de aproximadamente 1,44 milhão de m<sup>2</sup>, ressaltando ainda que no ano de 2013 esse crescimento tinha sido ainda maior, na ordem de 19,8%, o autor destaca que essa expansão deve-se a programas de habitação social, como exemplo o Programa Minha Casa Minha vida do Governo Federal que utilizam dessa tecnologia para aproveitamento da energia solar, via aquecimento de água para as residências.

Konzen (2016) destaca duas tecnologias de geração de energia elétrica, a fotovoltaica, que é a conversão direta da luz em eletricidade e a heliotérmica, que consiste em uma geração termelétrica, onde um fluido é aquecido a partir da energia solar para produzir vapor. E das duas tecnologias, a fotovoltaica é que mais possui representatividade no mercado, representando 98% da capacidade instalada entre as duas fontes citadas no ano de 2014 (REN21, apud KONZEN, 2015, p.310).

De acordo com Konzen (2016) alguns países promoveram programas de estímulo e incentivo à geração fotovoltaica conectada à rede e concomitantemente lançaram tarifas-prêmio pela energia que fosse gerada a partir deste sistema, dessa forma, tais incentivos fizeram com que os custos pela adoção desses sistemas diminuíssem e conseqüentemente viabilizassem a implantação destes. O autor ainda ressalta que as perspectivas são positivas para a adoção desses sistemas, se tornando competitivas com outras fontes convencionais na próxima década. Cabe destacar que a utilização da energia solar no Brasil já vem sendo utilizada há décadas atrás, porém em quantitativo pequeno e somente na década atual que a mesma começou a possuir maior abrangência e importância, por meio da regulamentação da

geração distribuída conectada à rede e a realização de leilões específicos para sua adoção.

Nesse contexto, pela sua enorme representativa o presente estudo dará ênfase sob os aspectos técnicos, econômicos, social e ambiental acerca da geração fotovoltaica, como fonte direta para energia elétrica e para a energia térmica, sendo está utilizada principalmente para aquecimento de água em residências, hotéis e outros (energia solar térmica).

De acordo com Camargo (2015), a energia solar fotovoltaica tem inúmeras vantagens, se trata de uma fonte proveniente do sol sem causar impactos ambientais, além de exercer papel complementar de outras fontes de geração de energia utilizadas no Brasil. A geração pode ser feita localmente, promovendo alívio no pico da demanda de energia durante o dia, o que reduz o custo de geração, além de contribuir para a redução da necessidade de novas linhas de transmissão e aumentando a segurança energética.

Ainda de acordo com autor, as vantagens da energia solar fotovoltaica se tornam ainda mais evidentes se considerarmos as dificuldades que o setor elétrico brasileiro vem enfrentando, já que desde de 2012 o Brasil vem ampliando a geração de energia elétrica a partir do acionamento das termelétricas (energia térmica) principalmente com a queima de alguma fonte não renovável para suprir o déficit energético das hidrelétricas, porém, tal ampliação através dessas fontes, não só encarece o valor da eletricidade, como também contribui ainda mais na emissão de CO<sub>2</sub>, além de outros inúmeros impactos relacionados a extração e a utilização da fonte de energia.

### **2.7.1 Tipos de energia solar**

De acordo com o Greenpeace (2012), a energia solar surgiu no século XIX, descoberta pelo físico Edmund Bequerel. No começo a captação da luz do sol para a conversão em energia elétrica era muito baixa, para o físico esse tipo de energia sustentável não poderia chegar a ser utilizada pela população pois seu custo era muito elevado.

Ainda segundo o Greenpeace, os avanços tecnológicos fotovoltaicos começaram a surgir em 1923, pelo físico Albert Einstein que o levou a ganhar o Prêmio Nobel naquela época. O físico foi responsável pela possibilidade da população

começar a ter mais acesso à esse tipo de energia renovável. A energia solar começou através de placas solares que captavam os raios solares e produzia energia elétrica. Com os avanços tecnológicos, a energia solar atualmente não está limitada apenas a painéis solares e não necessariamente produzem energia elétrica apenas em dias ensolarados. A seguir são descritos os tipos de energia solar:

- 1- Energia solar fotovoltaica:** este é o tipo mais conhecido e utilizado para geração de energia elétrica através dos raios solares. As placas solares captam os raios do sol e os convertem em energia elétrica que pode ser utilizada em residências e indústrias. Geralmente as placas são instaladas nos telhados das residências ou indústrias para melhor captação dos raios solares como é observado na figura 1.

**Figura 1 – Placas solares**



**Fonte: Portal solar 2016.**

Este tipo de placas solares podem ser instalados diretamente na rede elétrica residencial/industrial ou armazenadas por meio de baterias;

- 2- Energia solar térmica:** este tipo de placa utiliza o calor do sol para aquecer ambientes, diferentemente das placas solares fotovoltaicas, estas não armazenam energia. As placas solares térmicas também são instaladas nos telhados para melhor captação do calor proveniente do sol, como podemos observar na figura 2.

**Figura 2 – Energia solar térmica**



**Fonte: Portal solar 2016.**

Geralmente este tipo de placa é mais utilizada para aquecer água e pode ser utilizada em residências e indústrias, visando diminuir o consumo de energia elétrica para tais fins.

**3- Telhas solares fotovoltaicas:** este foi um projeto desenvolvido pela Universidade do Minho e pela Universidade Nova de Lisboa em 2009. As telhas solares fotovoltaicas seguem o mesmo objetivo das placas solares, porém, com o formato de telha, como o próprio nome sugere. Desta forma, o estilo de telhado nas casas continuam o mesmo, como podemos observar na figura 3.

**Figura 3 – Telhas solares fotovoltaicas**



Fonte: Portal Energia 2016.

De acordo com o Portal Energia (2015), esse projeto foi considerado a nível mundial como um dos projetos mais inovadores referente a energia solar. A figura 3 demonstra o modelo convencional da telha solar fotovoltaica, porém, existem mais dois modelos de telhas fotovoltaicas como podemos observar nas figuras 4 e 5.

**Figura 4 – Telhas Solares Fotovoltaicas modelo Tegola Solare**



Fonte: Portal Solar 2016.

De acordo com o Portal Solar (2015) esse tipo de modelo já é utilizado em residências em grande parte do continente Europeu, se destacando a cidade de Veneza na Itália como cidade exemplo na utilização desse tipo de telhas.

**Figura 5 – Telhas Solares Fotovoltaicas modelo Solé**



Fonte: Portal Solar 2016.

Segundo o Portal Solar (2015), esse tipo de telha foi desenvolvida pela empresa americana SRS Energy. Essa telha é feita de polímero, com a cor azul escuro, é inquebrável, leve e reciclável.

**4- Painéis solares que geram energia com a chuva:** de acordo com o Portal Solar (2016), este tipo de painel está sendo desenvolvido na China, as placas são produzidas com apenas uma folha de grafeno, sendo este uma folha em forma de arame, composto por uma estrutura hexagonal de átomos de carbono. A placa gera energia elétrica com as gotas de chuva, o interessante é que a chuva possui compostos como amônio, cálcio e sódio, a solução destes compostos se torna íons que quando estão sobre a camada de grafeno geram para capturar energia. Na figura 6 podemos observar tal modelo de placa.

**Figura 6 – figura ilustrativa de painéis solares que geram energia com a chuva**



**Fonte: Portal Solar 2016.**

Este é um tipo de placa solar que está sendo desenvolvida é muito diferente dos outros tipos de painéis solares que funcionam apenas com a luz solar.

**5- Painéis solares flutuantes:** as placas utilizadas são as fotovoltaicas, a única diferença é que em vez de instaladas nos telhados, estas podem ser instaladas nos rios, lagos ou mares, como podemos observar na figura 7.

**Figura 7 – Painéis solares flutuantes**



**Fonte: Portal solar 2016.**

Os painéis solares flutuantes já estão sendo utilizados no Brasil, em lagos de centrais hidrelétricas no Amazonas, no município de Presidente Figueiredo. De acordo

com o Planeta sustentável (2015), o Japão inaugurou duas grandes plantas solares flutuantes que ficam localizadas na cidade de Kato.

Esta é, sem dúvida, uma ótima alternativa para cidades/países que não possuem grande área territorial, como é o caso do Japão que é rodeado pelo oceano e desta forma pode aproveitar tal projeto para gerar energia solar.

**6- Placas solares que produzem energia à noite:** um grande avanço tecnológico para a captação de energia, uma vez que um dos grandes problemas das placas convencionais (fotovoltaicas) é que só captam energia durante o dia e em dias ensolarados. Este novo tipo de placa permite a produção de energia elétrica no período noturno ou dias nublados, como podemos observar na figura 8.

**Figura 8 – Placa solar que produz energia à noite**



Fonte: Portal Solar 2016.

Estas novas placas foram desenvolvidas pelos Cientistas do *Lawrence Berkeley National Laboratory*, segundo o Portal solar (2014). Estas placas possuem células diferente das convencionais, estas são desenhadas para aproveitar o espectro do sol ao máximo. Com esse tipo de placa o problema de dias nublados ou poucas insolações podem ser resolvidas.

**7- Esfera de vidro:** segundo a HypeScience (2014), está esfera de vidro foi desenvolvida pelo arquiteto André Broessel. Essa esfera realiza a captação tanto a luz do sol quanto à luz da lua e é extremamente eficiente. A esfera de

vidro é uma bola grande apoiada a uma estrutura de aço, como podemos observar na figura 9.

**Figura 9 – Esfera de vidro**

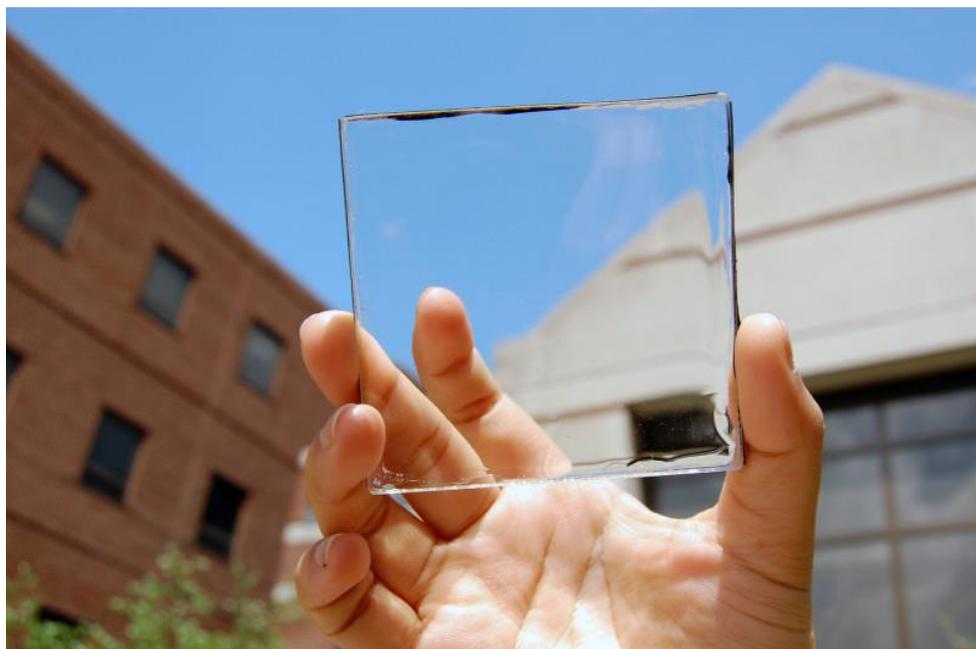


**Fonte: HypeScience 2014.**

De acordo com a HypeScience (2014) além de captar tanto a luz do sol quanto à luz da lua, a esfera de vidro consegue ser mais eficiente que as placas fotovoltaicas convencionais, sua captação solar chega a ser de mais de 35%.

**8- Vidro Solar:** o vidro solar foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade Estadual de Michigan, nos Estados Unidos da América. Segundo a HypeScience (2014) o vidro solar é capaz de captar a luz do sol e convertê-la em energia elétrica como as placas solares, podemos observar um modelo de vidro solar na figura 10.

**Figura 10 – Vidro solar**



**Fonte: HypeScience 2014.**

O vidro solar pode ser instalado em qualquer lugar e pode aparentar ser simplesmente uma janela, porém com a vantagem de captar a luz solar e transformá-la em energia elétrica sem que a visão através dela fique embaçada.

Graças aos avanços tecnológicos desde a época do descobrimento da energia solar, pois na época o acesso a esse tipo de energia renovável era muito limitado para a população como um todo. Neste contexto, atualmente nos deparamos com uma nova realidade, ou seja, qualquer residência, empresa ou indústria pode utilizar e desfrutar da energia solar, além de ser uma fonte de energia renovável e 100% limpa.

Hoje o mercado possui inúmeras opções no que se refere a energia solar, como demonstrado neste estudo e fato este constatado através das inúmeras fontes de captação da luz do sol, uma vez que a energia solar não está limitada apenas as placas fotovoltaicas.

### ***2.7.2 Energia solar no mundo e no Brasil***

No ano de 2014 a fonte solar representou uma parcela de apenas 1% de toda a energia elétrica produzida e ofertada no mundo (SOLAR POWER EUROPE, 2015, apud KONZEN, 2016, p.312). Contudo, mesmo ainda não possuindo grande representativa, destaca-se a adoção pelas tecnologias que utilizam o sol para a

geração de energia elétrica, possuindo enorme crescimento nos últimos anos, destacando a energia solar fotovoltaica, antes com 3,7 GWp para 177 GWp nos intervalos de 2004 à 2014, com crescimento anual de 47% (REN21, apud KONZEN, 2015, p.310). Cabe destacar que Wp é a potência nominal dos módulos fotovoltaicos, onde:

Estes módulos fotovoltaicos indicam a potência do sistema testado em laboratório em STC (*Standard Test Conditions*: irradiação de 1.000 W/m<sup>2</sup>, massa de ar de 1,5 e temperatura da célula de 25°C (RUTHER, 2004, apud KONZEN, 2016, p.312).

Konzen (2016), destaca que tal crescimento se deve a grandes incentivos à fonte, principalmente no continente europeu, em especial a Alemanha, país europeu com a maior capacidade de geração por meio dos sistemas fotovoltaicos

De acordo com o Greenpeace (2015), o Brasil é um país tropical e que chama muita atenção devido a este fato, porém não é dada grande importância para este fato, devido ao enorme potencial de energia solar do país devido a irradiação solar que recebe.

De acordo com a resolução da ANEEL 482/2012 (Agência Nacional de energia elétrica) em 2012 foi permitido a instalação e uso de placas solares nos telhados de cada residência, assim cada cidadão pode gerar sua própria energia elétrica e ainda receber descontos na conta de luz. Desta forma, a geração desse tipo de energia tem papel fundamental na luta contra as mudanças climáticas que o mundo vem passando.

Um estudo realizado pela EPE em parceria com a Agência de Cooperação Internacional da Alemanha (GIZ), realizou um estudo inicial acerca da capacidade de geração total em telhados residenciais, tal estudo foi realizado por meio de georreferenciamento, cruzando a área de telhados residenciais, por meio de dados do Censo IBGE 2010, bem como a radiação incidente, de acordo com Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA et al., 2006, apud KONZEN, 2016, p.393).

O estado de São Paulo é o que mais possui potencial fotovoltaico residencial (MW médio) com 7.100, seguido por Minas Gerais com 3.675; Rio de Janeiro com 2.685; Bahia com 2.360, e o estado de Rondônia é o 3º da região Norte com 256; ficando atrás do Amazonas 2º com 420 e do 1º Pará com 1.020 (LANGE, 2012, apud KONZEN, 2016, p.394).

O potencial demonstrado pela a EPE para geração de energia elétrica solar é muito grande, se todo o potencial para a geração de energia elétrica fosse aproveitado nas residências brasileiras com sistemas fotovoltaicos, a produção seria suficiente para abastecer mais de duas vezes o atual consumo residencial. Além dos benefícios com a geração de eletricidade, abriria novos postos de trabalhos e significaria uma economia de aproximadamente R\$95 bilhões anualmente, tal economia é comparada em relação a fonte hidráulica que atualmente é responsável pela maior capacidade de geração elétrica no país. Neste contexto, há a necessidade de investimentos em linhas de transmissão, haja vista a grande distância dos grandes centros de consumo, ainda cabe ressaltar os altos investimentos para a viabilização desses empreendimentos.

Para Greenpeace (2015), o cenário energético precisa mudar para melhor aproveitamento do potencial de energia solar no Brasil ao constituir não só mais segurança energética para o país, ao qual vem enfrentando crise hídrica e elétrica, mais em contribuir para a geração de energia limpa, além de proporcionar geração de emprego e renda.

O Brasil compreende um vasto território, segundo o IBGE (2016), com mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados de extensão, é o quinto maior país do mundo e possui alta irradiação solar. Por ser dotado desses dois benefícios, o Brasil pode ampliar consideravelmente a participação da fonte solar fotovoltaica em sua matriz energética.

De acordo com a EPE do Ministério de Minas e Energia (2015), estima-se que o equivalente a todo o consumo de energia elétrica do Brasil de 2011 poderia ser gerado com 2.400 km<sup>2</sup> de painéis fotovoltaicos. Se o sistema solar foi implantado apenas nos telhados das residências seria possível gerar o equivalente a 165 Giga Watt (GW). O Brasil tem potencial para gerar dezenas de milhares de GWh de energia solar, muito mais que a soma de todas as demais fontes juntas.

De acordo com Camargo (2015), no final de 2013, o número de sistemas fotovoltaicos (placas solares) instalados no mundo era de aproximadamente 139 GW, sendo a Alemanha com a maior capacidade de cerca de 36 GW, Itália e China com 18 GW. A seguir o quadro 4 - irradiação solar demonstra a comparação entre os demais países com o Brasil em questão territorial e níveis de irradiação solar em quilowatt-hora por metros cúbicos por dia (kWh/m<sup>3</sup>/dia).

**Quadro 4 - Irradiação Solar**

<b>Irradiação Solar (kWh/m<sup>3</sup>/dia)</b>				
<b>País</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>	<b>Média</b>	<b>Área (mil km<sup>2</sup>)</b>
Alemanha	2,47	3,42	2,95	357,02
França	2,47	4,52	3,49	543,02
Espanha	3,29	5,07	4,18	504,97
Brasil	4,25	6,75	5,50	8.515,77

**Fonte: Atlas de irradiação solar no Brasil 2015.**

Por meio do quadro 4 podemos constatar que é notável a capacidade e o enorme potencial que o Brasil possui para a geração de energia solar. Se comparado a Alemanha, o país que lidera em primeiro lugar na produção de energia solar, o Brasil tem mais vantagem em relação à área territorial e em relação a irradiação solar, no qual a mínima do Brasil é maior que a máxima na Alemanha.

## **2.8. Incentivos governamentais**

De acordo com Greenpeace (2015), é necessário que todos os brasileiros recebam incentivos governamentais em relação a energia solar para que todos possam ter acesso ao sistema fotovoltaico. Desse modo, o uso da energia solar seria mais utilizada e conseqüentemente haveria um incentivo maior para o desenvolvimento industrial.

O Conselho Nacional de Política Fazendária - CONFAZ, na sua 229ª reunião extraordinária, realizada em Brasília, DF, no dia 21 de outubro de 2014, tendo em vista o disposto na Lei Complementar n.º 24, de 7 de janeiro de 1975, publicado no Diário oficial da União o CONVÊNIO ICMS 109, no qual concede a substituição tributária do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) nas operações com máquinas, equipamentos e materiais destinados à captação, geração e transmissão de energia solar.

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR (2016), as adesões ao Convênio Confaz ICMS 16/2015 beneficiaram quinze estados Brasileiros nas operações de compensação de energia e cerca de 150 milhões de pessoas já podem aproveitar o benefício da isenção do imposto.

Ainda de acordo com ABSOLAR (2016), a compensação do ICMS está disponível na Resolução nº 482/Aneel, que regulamenta a micro e a mini geração da energia solar, no qual o consumidor tem direito de receber descontos na conta de luz por gerar energia elétrica por meio de fontes renováveis.

De acordo com André Nahur (2015), coordenador de Mudanças Climáticas e Energia do WWF - Brasil, a isenção fiscal por parte do governo possibilita o crescimento da energia solar no Brasil e que o governo deve cumprir com a eliminação de taxa de Programa de Integração Social/Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (PIS/COFINS) para a geração de energia elétrica renovável doméstica.

## **CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO EM UM ESTABELECIMENTO GERADOR DE ENERGIA SOLAR**

O presente capítulo busca apresentar o estudo de caso de 01 (uma) empresa geradora de energia solar, enquadrada e caracterizada como estabelecimento comercial do segmento hoteleiro. Serão realizadas descrições no que concernem a atividade da geradora, o funcionamento dos seus sistemas de geração de energia solar, bem como as suas dimensões: espacial, geográfica e tecnológica da área em estudo. Entretanto, respeitando os aspectos éticos para o desenvolvimento desta pesquisa, será denominado o nome de empresa X para o estabelecimento em questão. Desta forma, realizada a denominação, as descrições se acham demonstradas a seguir.

### **3.2 Dimensões espacial, geográfica e tecnológica da área em estudo**

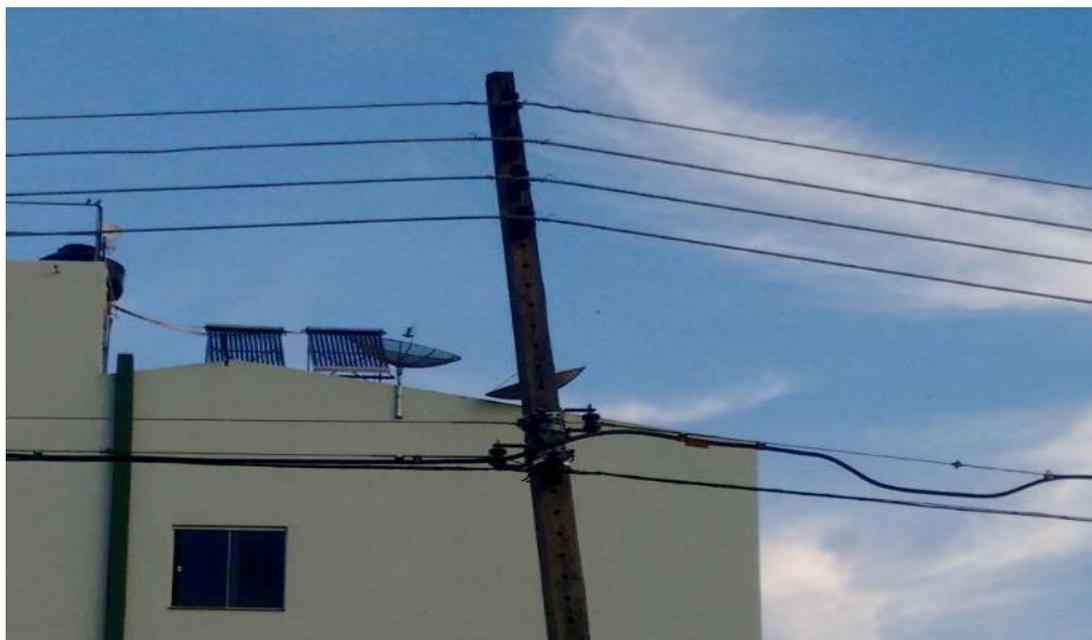
O estudo de caso desta pesquisa focou em 01 (um) estabelecimento do segmento hoteleiro que utiliza a energia solar térmica para aquecimento de água, sendo está situada no município de Cacoal – RO.

O município de Cacoal/RO localiza-se geograficamente na Mesorregião Leste Rondoniense, ao longo da BR-364, ao sul da capital do estado, distante aproximadamente 480 km da capital Porto Velho, conforme Google Mapas, 2016.

Segundo informações do IBGE censo 2010, a população é de 78.574 mil habitantes e, estimada para o censo de 2014 em 86.556 mil habitantes.

### **3.3 Atividade – Empresa X**

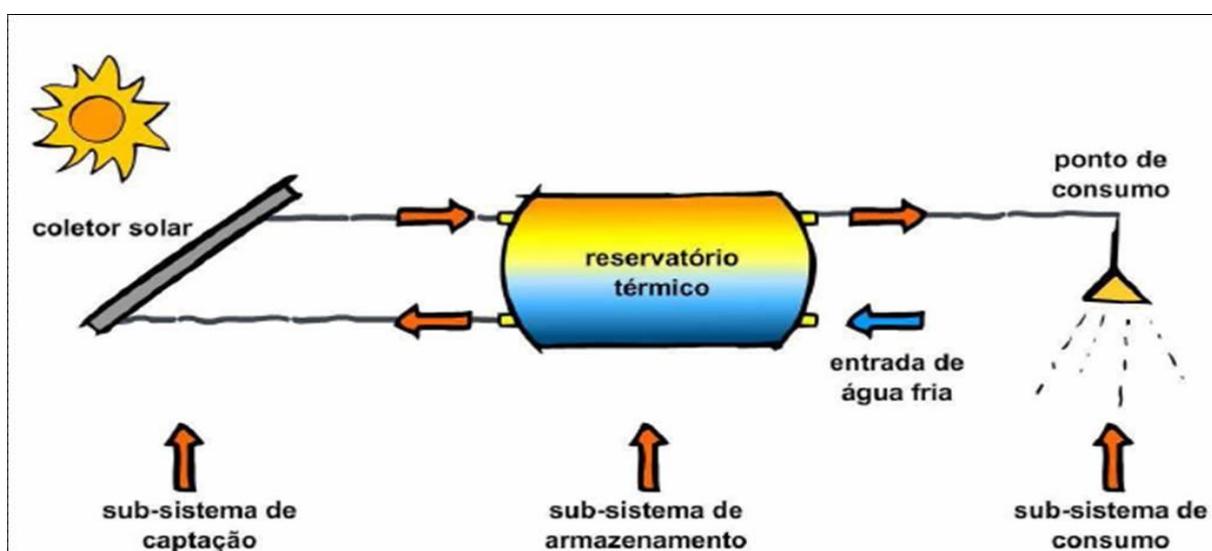
A empresa X é um estabelecimento comercial do segmento hoteleiro e está instalada no município de Cacoal há aproximadamente três anos e meio. A empresa adota o sistema de placas solares térmicas (energia solar térmica), utilizada para o aquecimento de água para o estabelecimento, como podemos observar na figura 11.

**Figura 11 - Placas solares térmicas da empresa X**

Fonte: fotos da autora 2016.

Como podemos observar na figura 11, as placas solares são instaladas no telhado do estabelecimento para melhor captação e aproveitamentos dos raios solares.

E para melhor entendimento da utilização da energia solar como utilização de energia térmica, podemos observar na figura 12 ao qual ilustra um esquema de funcionamento similar ao adotado pelo estabelecimento.

**Figura 12 Esquema de aquecimento da água por energia solar**

Fonte: Departamento Nacional de Energia Solar Térmica – DASOL 2016.

Conforme figura 12, podemos observar o esquema de funcionamento de aquecimento da água por energia solar que de acordo com informações do Departamento Nacional de Energia Solar Térmica – DASOL (2016), a água fria entra no reservatório térmico e alimenta o coletor, ressalta-se que a água entra e escoar no interior dos tubos das placas, onde é aquecida e logo após a água ser aquecida retorna para o reservatório térmico, saindo em uma tubulação para posterior abastecimento (pontos de consumo). Desta forma, o sistema é basicamente composto por coletor solar, reservatório térmico e tubulações.

Neste contexto, a empresa utiliza-se o sistema desde o começo das suas atividades econômicas, ou seja, o sistema foi planejado já na concepção do seu projeto. Neste sentido, a adoção pelo sistema foi motivada pelo fator econômico, ou seja, pelo custo/benefício que o sistema proporciona, apesar de relatarmos que relativamente o investimento inicial é alto, porém afirmaram que tal investimento a longo prazo se torna amplamente viável.

Contudo, apesar de ter sido motivada principalmente pelo fator econômico, a empresa possui conhecimentos acerca dos benefícios que a energia solar proporciona se comparada as outras inúmeras fontes de energia, principalmente se comparada com a energia proveniente da hidrelétrica alvo deste estudo para efeitos comparativos sob a perspectiva ambiental. Neste contexto, mesmo motivada pelo aspecto financeiro, a empresa levou em consideração a preocupação ambiental que as outras fontes de energia proporcionam ao meio ambiente, fato este constatado através do relativo tempo que já possui de implantação dos sistemas em suas instalações abrangendo três anos e meio.

Neste sentido, demonstra-se que a empresa já possui amplo conhecimento acerca da energia solar e dos seus benefícios econômicos e ambientais, mesmo esta energia ainda não sendo tão difundida a nível nacional, regional e principalmente local. Desta forma, cabe destacar que a empresa é pertencente a um grupo composto por outras inúmeras empresas de diferentes segmentos, como uma indústria de calçados e um estabelecimento comercial para vendas destes produtos acabados oriundos da sua indústria.

Nessa tônica a ideia e o planejamento a médio prazo é a adoção de sistemas de geração de energia solar nestes outros estabelecimentos, principalmente na indústria, onde há elevado consumo de energia elétrica decorrente das inúmeras máquinas e equipamentos pertencentes a aquela unidade fabril.

Assim, constata-se que a empresa e o grupo acreditam e apostam na expansão da energia solar na matriz energética brasileira e concomitantemente apostam que através dessa perspectiva de crescimento, os custos referentes as suas implantações possam diminuir e conseqüentemente viabilizar ainda mais a sua utilização.

### **3.4 Benefícios econômicos e ambientais da utilização da energia solar térmica no estabelecimento**

Diante das variações de oferta da energia elétrica e conseqüentemente as variações nas tarifas, está fazendo com o que outras fontes de energia, exceto a energia hidráulica, comecem a ganhar maior representatividade e importância no cenário energético, e dentre as fontes alternativas, de acordo com o Canal Jornal da Bioenergia (2015), com base nas informações da Dasol, o uso da energia solar térmica pode contribuir com o setor elétrico, proporcionando economia direta para o consumidor. Ainda de acordo com este, o KWh de energia solar térmica tem um custo de aproximadamente R\$ 0,13 e o de energia elétrica de R\$ 0,55.

Diante do exposto, justifica-se estabelecimentos do ramo hoteleiro, foco deste estudo, investirem na adoção por estes sistemas, haja vista o alto consumo de energia elétrica principalmente para aquecimento de água para banho dos hóspedes. Neste contexto, não somente para fins destes estabelecimentos, mais para outros diferentes segmentos, bem como residências que utilizem para aquecer água.

Para fins de comparação do custo benefício da utilização da energia solar térmica frente a energia elétrica para o aquecimento de água, faz-se necessário identificar o custo pelo investimento no sistema, por meio de valores de instalação e operação, contudo, tais valores não puderam ser identificados na empresa visitada, decorrente da falta de informações técnicas e econômicas para este fim. Porém, a Dasol mediante informações disponibilizadas no Canal Jornal da Bioenergia (2015) realiza uma estimativa de tarifa por KWh resultante dos custos iniciais de instalação e operação, sendo tal tarifa na ordem de aproximadamente R\$ 0,136 KWh e sem variações por até aproximadamente 20 anos, ao qual é considerado o tempo de vida útil do sistema. Já a energia elétrica possui um custo de aproximadamente R\$ 0,55 KWh, mais impostos e possíveis variações de aumento ao longo dos anos.

Neste contexto, como o objetivo do estabelecimento é energia solar para os chuveiros, foi realizada uma estimativa acerca da economia pela sua utilização, frente a utilização da energia elétrica, tal comparativo é demonstrado a seguir.

**Descrição:**

- A.** Atualmente o estabelecimento possui 50 (cinquenta) apartamentos, entre individuais e de casais, portanto adota-se um quantitativo de 50 (cinquenta) chuveiros. Normalmente um chuveiro elétrico tem a potência máxima de 5400 Watts, ressalta-se que tal potência adotada foi usualmente para fins de estimativa. E sabendo que 1000 Watts é igual a 1 KW, o chuveiro adotado em questão possui 5,4 KW/h de potência.
- B.** O estabelecimento em questão não soube nos informar a média de hóspedes diário, semanal ou mensal. Dessa forma, adotaremos para fins de estimativa, um total de 50 banhos/dia, com duração em média de 15 minutos, ou seja,  $50 \times 15 \text{ minutos} = 750 \text{ minutos}$  ou 12,5 horas.
- C.** Considerando o valor de tarifa da energia solar térmica de R\$ 0,136 KWh; considerando 30 dias/mês, usaremos a seguinte equação 1 abaixo.

Eq.1 = a equação é utilizada com base nas informações retiradas do Website Indústria hoje de 27 de janeiro de 2015. Consumo em KWh = Potência (W) x tempo (h) /1000

Desenvolvendo do cálculo:

$$\text{KWh} = 5400 \text{ Watts} \times 12,5 \text{ h} \times 30 \text{ dias} / 1000 = 2025 \text{ kWh/mês}$$

$$\text{Consumo em R\$} = \text{Consumo KWh/mês} \times \text{Tarifa}$$

$$\text{Consumo em R\$} = 2025 \times 0,136 = \mathbf{R\$ 275,4} > \text{valor pago utilizando energia solar térmica.}$$

$$\text{Consumo em R\$} = 2025 \times 0,55 = \mathbf{R\$ 1.113,75} > \text{valor pago utilizando energia elétrica.}$$

Por meio dos cálculos realizados, constata-se os benefícios econômicos da energia solar térmica frente a energia elétrica, uma economia se comparamos os valores obtidos de R\$ 838,5 para o mesmo consumo no mês.

Além dos benefícios econômicos, há o benefício da geração descentralizada, bem como os benefícios ambientais, decorrentes da não utilização de 2025 KWh/mês

x 12 meses = **24.300 KWh/ano**, o que resultaria em uma economia de **R\$ 10.060, 2** para os valores estimados.

## **CAPÍTULO IV – A ENERGIA SOLAR ACERCA DA ENERGIA PROVENIENTE DA HIDRELÉTRICA: ANÁLISE E RESULTADOS**

Neste capítulo será desenvolvido o estudo de caso no estabelecimento do segmento hoteleiro, sobre a qual foi aplicado um estudo acerca da geração e utilização da energia solar para fins de maior entendimento acerca do assunto e para subsidio comparativo do que a literatura trata acerca da energia proveniente da hidrelétrica, sendo assim, tal direcionamento comparativo é realizado sob as perspectivas do ponto de vista ambiental

### **4.1 Configuração da pesquisa aplicada**

Para atingir os objetivos propostos neste estudo, foi realizada aplicação de questionário<sup>1</sup> junto ao local objeto de estudo. Para tal, os questionários foram estruturados com perguntas abertas e fechadas.

O questionário foi aplicado durante o mês de março de 2016 junto aos responsáveis por cada local. O questionário possui um total de 14 (quatorze) perguntas e foi aplicado para apenas um responsável por cada estabelecimento por entender que são estes os principais atores no processo de decisão quanto ao investimento na geração de energia solar. Desta forma, o questionário levou em consideração aspectos como, tipo de sistema de energia que utiliza, perspectivas de expansão na utilização, motivos e/ou fatores pela adoção da energia solar, conhecimento sobre energias renováveis, conhecimento em energia solar e seus benefícios em relação a energia proveniente da hidrelétrica, bem como os impactos gerados por este tipo de energia e expectativa sobre a expansão da energia solar na matriz energética brasileira.

### **4.2 Resultados obtidos**

Para análise acerca da geração e utilização da energia solar sob as perspectivas do ponto de vista ambiental, o estudo foi finalizado com um comparativo

---

<sup>1</sup> Questionário elaborado pelo autor.  
Encontram-se no Apêndice 1.

diante dos benefícios obtidos acerca da energia proveniente da hidrelétrica frente a literatura, assim os resultados se acham demonstrados a seguir.

#### **4.2.1 Cenário regional – local para a energia solar**

Durante a realização do estudo de caso no município de Cacoal –RO, pode-se analisar que dentre os tipos de energia solar, o município adota apenas o tipo de energia solar térmica e energia solar fotovoltaica, sendo esta última, utilizada em estabelecimento para ascensão das lâmpadas fluorescente da sua fachada em período noturno. Este estabelecimento comercializa placas solares térmicas e placas fotovoltaicas. Desta forma, constata-se que no município, já possui oferta de componentes para implantação de sistemas de energia solar. Na figura 12 podemos observar um modelo de placa solar fotovoltaica para venda.

**Figura 13 Placa solar fotovoltaica para comercialização**



Fonte: fotos da autora 2016.

Conforme figura 13, o município possui estabelecimento que oferta modelo de placa fotovoltaica.

Nessa tônica, o estado de Rondônia possui 05 (cinco) empresas especializadas no ramo de energia solar, as quais são:

- 1- Voltec Engenharia, localizada em Marco Rondon;
- 2- Crux energia solar e automação industrial, localizada em Cacoal;
- 3- Eletrobrax, localizada em Jaru;
- 4- Raio instalações elétricas, localizada em Porto Velho; e
- 5- Voltec engenharia, localizada também em Porto Velho.

As empresas são responsáveis pela instalação e vendas das placas solares fotovoltaicas e placas solares térmicas em residências, comércios ou indústrias. O Estado ainda possui algumas empresas de outros segmentos que começaram a vender e utilizar os tipos de placas solares.

Através da pesquisa realizada pode se observar que o município de Cacoal já possui estabelecimentos que se utilizam da energia solar e ressalta-se que como a energia é relativamente nova no município, observa-se um quantitativo quase que insignificativo de residências que utilizam de tal energia, desta forma há poucas informações a respeito das suas localizações e quantitativos em uso.

Outro fato constatado é que no município há uso das placas fotovoltaicas instaladas nos telhados para melhor captação dos raios solares, bem como uso das placas solares térmicas para aquecimento de água.

A pesquisa também revela que devido ao custo de compra e implantação das placas solares e térmicas, muitas pessoas acabam desistindo de sua utilização, uma vez que a adoção pela energia fotovoltaica pode ser feita de duas formas, por meio dos sistemas *On – Grid* (conectados à rede) ou pelo sistema *Off – Grid* (sistema isolado), sendo este último necessário a adesão de baterias que são ligadas no sistema elétrico da residência/comércio. De acordo com Neosolar energia (2016) um sistema fotovoltaico conectado à rede é composto por painéis, caixas de junção com dispositivos de proteção e interruptor, cabos, inversor e relógio de medição, já para o sistema isolado inclui a utilização de baterias para armazenar a energia elétrica, sendo que este último sistema apresenta um valor adicional maior se comparado ao conectado na rede, devido a necessidade de manutenção e troca na bateria, operação e instalação mais complexa, o que por fim acaba aumentando seu custo de implantação.

A Neosolar Energia (2016) apresenta as várias capacidades dos painéis solares fotovoltaicos, por exemplo 01 (um) painel de 100 Wp (Watt-pico) é a unidade de medida utilizada para painéis fotovoltaicos e significa potência em W fornecida por

um painel em condições específicas de laboratório, e se utilizando da estimativa de consumo médio realizado para o estabelecimento hoteleiro de 2025 KWh/mês ou 67,5 KWh, sabendo-se que um (01) painel de 100 Wp produz em média 5 Kwh, seriam necessários aproximadamente 13,5 ou 14 placas solares para atender esse consumo diário, independente do sistema adotado, seja conectado à rede ou isolado. Ainda de acordo com a Neosolar (2016), 01 (uma) placa de 100 Wp está custando aproximadamente R\$ 500,00, dessa forma o custo somente com placas solares seria da ordem de R\$ 7.000, mais os custos dos demais componentes dependendo do sistema adotado.

E mesmo o investimento possuindo um valor inicial considerável alto no que tange a geração fotovoltaica, estima-se que tal investimento é recuperado a médio e a longo prazo. Já para a geração de energia térmica, foco deste trabalho, mesmo desconhecendo o valor inicial do investimento no estabelecimento, foi possível adotar valores de tarifas por KWh estimados por órgãos especialistas em energia solar. Desta adoção pela geração de energia térmica é viável do ponto de vista ambiental, bem como econômico.

#### **4.2.2 Impactos ambientais – hidrelétricas**

Atualmente, de acordo com o BEN (2015), as usinas hidrelétricas são as mais utilizadas no Brasil como fonte de geração de energia elétrica, porém, a questão mais discutida sobre as usinas hidrelétricas é em relação a sua fase de construção, aos danos e aos impactos causados por estas, pois é difícil de se mensurar o tamanho do impacto causado ao meio ambiente.

E pelo fato das hidrelétricas possuírem a maior representatividade e principalmente o tipo de hidrelétrica mais utilizada ser o de acumulação (reservatórios de água) o foco deste trabalho será direcionado para este tipo de hidrelétrica para todo e qualquer comparativo com a energia solar sob o ponto de vista ambiental.

E durante a fase de construção de uma usina, percebe-se seu primeiro impacto ambiental, já que durante essa fase é necessário espaço territorial para o reservatório de água, desta forma, este território acaba sendo inundado, impactando várias espécies de animais e vegetações existentes no local, devendo-se cada vez mais realizar estudos detalhados sobre as vegetações e espécies pertencentes no habitat de construção da usina visando garantir a sobrevivência dessas espécies.

Dentre os vários impactos, cita-se também a construção da barragem, impactando as espécies aquáticas, pois o fluxo que estes percorrem são alterados e quanto na vegetação o impacto está relacionado a conservação da biodiversidade e matas ciliares, devido a inundação da área.

De acordo com o pesquisador Philip Fearnside, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (2015), os impactos mais relacionados às usinas hidrelétricas são em relação a fauna e a flora, mas o maior impacto causado pela usina está relacionado a emissão de gases do efeito estufa como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>). Ainda de acordo com o pesquisador, este fato ocorre porque as atividades biológicas concentradas no reservatório da usina que consomem oxigênio, porém este oxigênio não é repostado. Outra causa que contribui é a presença de matéria orgânica permanente da vegetação durante a construção do reservatório. Tais fatores propulsionam a ação de bactérias anaeróbicas que produzem grande quantidade de gás carbônico e metano. Contudo, os gases de efeito estufa acabam chegando à atmosfera pelo lago ou pela turbina da barragem.

Ainda de acordo com o autor os impactos não estão relacionados somente a fauna e a flora, mais também na água devido ao aumento de nutrientes que causam maior proliferação de microrganismos que conseqüentemente podem provocar danos à saúde humana.

Mattos et al (2016) destaca a complexidade das questões socioambientais relacionadas à construção de hidrelétricas, haja vista que o autor ressalta que a maior parte do potencial hidrelétrico inventariado a ser explorado localiza-se na Amazônia que por sua vez possui inúmeras áreas de proteção ambiental e terras indígenas.

Ainda de acordo com Mattos et al (2016), com base em dados elaborados pela ANEEL, a EPE realizou um levantamento do potencial hidrelétrico de 172 GW, tal quantitativo considera tanto as hidrelétricas como as Pequenas centrais hidrelétricas, tanto em operação como em fase de construção, bem como de projetos futuros de exploração. Atualmente, dos 172 GW, 104,6 GW está em operação e 67,7 são relacionados a projetos futuros de exploração. Ressalta-se que aproximadamente 66% dos projetos de exploração, encontram-se localizados nas regiões hidrográficas Amazônica e Tocantins – Araguaia e 18% nas regiões hidrográficas Paraná e Uruguai.

A região hidrográfica Amazônica possui duas hidrelétricas no Rio Madeira, a Jirau e a Santo Antônio que de acordo com Ministério do Meio Ambiente proporcionará acréscimo na ordem de aproximadamente 7.500 MW na matriz energética e que ainda

somada com a usina Belo Monte na região Amazônica, no rio Xingu, estado do Pará totalizará aproximadamente 12.000 MW, aproximadamente 10% da capacidade total instalada do Sistema Integrado Nacional – SIN.

Neste contexto, a instalação de usinas hidrelétricas geram impactos sociais e ambientais, decorrentes da geração de trabalho/emprego de forma temporária e alta migração de trabalhadores oriundos de outras regiões do país, o que conseqüentemente exigirá maiores direcionamentos e investimentos visando atender a este aumento populacional por parte do poder público em infraestrutura, transporte, moradia, saúde, educação, etc.

Contudo, mediante relatório do potencial hidrológico nas regiões hidrográficas Amazônica e Tocantins – Araguaia, citado anteriormente, a tendência é de maiores expansões/explorações futuras acerca da hidreletricidade, caso o Brasil não diversifique sua matriz energética, mediante exploração de outras fontes de energia, como por exemplo a solar, a eólica, a biomassa, etc.

#### ***4.2.3 Benefícios e projeções da energia solar***

O questionário aplicado demonstrou que a empresa X utiliza a energia solar por fatores econômicos e por ser uma energia ecologicamente correta. De acordo com a empresa esse tipo de energia tem que ser mais aproveitada, pois a região é extremamente favorável para a captação dos raios solares.

Como podemos observar a energia solar não proporciona impacto ambiental e as condições climáticas tanto do município, da região e de grande parte do Brasil são extremamente favoráveis para aumentar sua representatividade na matriz energética.

As hidrelétricas possuem uma representatividade muito grande dentre as energias renováveis, porém se trata de energia que causam impacto desde a sua construção até a sua geração de energia. E outro fato que é interessante é o desconhecimento que a população possui acerca desse tipo de energia, pois muito se fala a respeito dos impactos que a construção da barragem de uma usina pode afetar ao meio ambiente, porém mesmo assim há pouco conhecimento acerca dos impactos que a mesma pode proporcionar.

Mesmo possuindo representatividade elevada, as hidrelétricas tiveram um pequeno percentual de queda no ano de 2013 para o ano de 2014, como citado anteriormente pela BEN (2015). Fato que, a queda em sua utilização está diretamente

ligada às mudanças climáticas que o mundo está passando, contudo tais mudanças podem ser apenas controladas e infelizmente são irreversíveis.

E diante dessas mudanças, a energia solar apresenta-se como uma alternativa viável sob o ponto de vista ambiental e concomitantemente está se direcionando também para a viabilidade econômica a médio e a longo prazo.

E diante do exposto, a energia solar se demonstra como uma energia que a médio prazo tende a aumentar, não só pelos fatores econômicos, mais principalmente pelo fator ambiental que está cada vez mais se tornando pauta de discussões nos mais diversos cenários locais, regionais, nacionais e principalmente internacionais.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho monográfico explanou sobre uma investigação acerca da energia renovável, em especial a energia proveniente da hidrelétrica e a energia solar, contextualizando-os com os dados obtidos no questionário aplicado acerca da energia solar, como subsidio e maior entendimento para efeitos comparativos sob os aspectos ambientais com o que a literatura aborda sobre a energia proveniente da hidrelétrica.

Os resultados permitiram a elaboração de um comparativo acerca dos benefícios obtidos pela geração e utilização da energia solar acerca da energia proveniente da hidrelétrica sob o ponto de vista ambiental.

Contudo, constata-se que a energia solar é uma energia limpa, possui inúmeros benefícios ambientais se comparada a energia proveniente da hidrelétrica, porém ainda há pouco incentivo para a sua utilização, mais pudemos observar e constatar neste estudo que no município de Cacoal – RO, mesmo que ainda em um quantitativo pequeno, já se observa a adoção da energia solar em especial a energia térmica.

Neste sentido, maiores ações deve ser direcionadas para o incentivo da utilização da energia solar, principalmente no estado de Rondônia e no município de Cacoal, haja vista que já demonstrou por meio deste estudo alguns direcionamentos para este fim.

Conclui-se que a hipótese do estudo foi atendida, pois se houver uma adoção cada vez maior pela energia solar, a matriz energética brasileira se diversificará, o que consequentemente reduzirá a geração da energia proveniente da hidrelétrica, evitando que haja novas expansões ou novos projetos principalmente na região Amazônica que já demonstrou por meio deste estudo grande potencial hidrológico a ser explorado, dessa forma a expansão da energia solar, assim como outras fontes renováveis de energia contribuirá para a conservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABEPRO, Associação Brasileira de engenharia de produção. Temas relacionados aos trabalhos de conclusão de curso. Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?m=424&s=1&c=362>>. Acesso em 17 de maio de 2016.
- ANEEL, Agência nacional de energia elétrica. Atlas de energia elétrica no Brasil – fontes de energia renovável, Hidrelétricas. Brasília, 3 ed. 2008.
- AGENEAL, Agência municipal de energia de Almada. Fontes de energia renováveis e fontes de energia não renováveis. Almada, 2012. Disponível em: <<http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTreelD=00/01&treelD=00/01&newsID=8>>. Acesso em 20 de dezembro de 2015.
- BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões, São Paulo, n. 4, v. 1, 2008. Disponível em: <[http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed\\_O\\_Desafio\\_Do\\_Desenvolvimento\\_Sustentavel\\_Gisele.pdf](http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf)>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.
- BRANDT, C. T.; SILVA, C. H. R. T. In: Núcleo de estudo e pesquisas do Senado. Sustentabilidade, rentabilidade e atuação governamental para uma economia verde. Brasília, 2012, p. 26.
- BRASIL. Departamento nacional de energia solar térmica. Princípio de funcionamento. DASOL, 2016. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/tcruz.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2016.
- BRASIL. Agência nacional de energia elétrica. Resolução normativa nº 482. ANEEL, 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em 10 de janeiro de 2016.
- BRASIL. ABSOLAR, Associação Brasileira de energia solar fotovoltaica. Canal energia: 75% da população Brasileira já conta com ICMS. Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/gd-75-da-populacao-brasileira-ja-conta-com-isencao-de-icms.html>>. Acesso em 19 de janeiro de 2016.
- BRASIL. Governo Federal. Comitê interministerial sobre mudança do clima. Plano nacional sobre mudança do clima – PNMC. Brasília, 2008. p. 132. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq\\_climaticas/\\_arquivos/plano\\_nacional\\_mudanca\\_clima.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf)>. Acesso em 8 de dezembro de 2016
- BRASIL. Ministério da ciência, tecnologia e inovação. Instituto nacional de pesquisa da Amazônia. 67ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. São Paulo: SBPC, 2015. Disponível em: <<http://portal.inpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/2207-pesquisador-do-inpa-debate-sobre-impactados-das-hidreletricas-na-amazonia-durante-a-67-sbpc>>. Acesso em 18 de dezembro de 2015.

BRASIL. Ministério da fazenda. Conselho nacional de política fazendária. Convênio ICMS109. Brasília: CONFAZ, 2014. Disponível em: <[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/convenio-icms/2014/cv109\\_14](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/convenio-icms/2014/cv109_14)>. Acesso em 2 de janeiro de 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e energia. Balanço energético nacional. Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 29 de novembro de 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e energia. Balanço energético nacional: Relatório síntese 2015. Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2015\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2015_Web.pdf)>. Acesso em 7 de janeiro de 2016.

CAMARGO, Suzana. Japão inaugura duas megaplataformas solares flutuantes. In: Planeta sustentável – energia e meio ambiente. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-da-redacao/japao-inaugura-duas-megaplataformas-solares-flutuantes/>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

CRUZ, Talita Borges. Análise do Potencial de Inserção de Energia Solar Térmica para Aquecimento de Água em Residências Unifamiliares no Brasil. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós – Graduação em Planejamento Energético, COOPEE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/tcruz.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2016.

Camargo, F. Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas. In: WWF-Brasil. Brasília, ed. 1, 2015.

DIAS, G. F. Eco percepção: um resumo didático dos desafios socioambientais. São Paulo: Gaia, ed. 1, 2004. p. 63.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. 8ª reimp. São Paulo. Atlas, 2006.

Greenpeace. Clima e energia. Energia solar: a história da energia solar. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/juventude-solar/energia-solar/>>. Acesso em 20 de abril de 2016.

Greenpeace. Clima e energia. Energia solar: o sol nasceu para todos. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/energia-solar/#tab=0>>. Acesso em 28 de dezembro de 2015.

HUMANIDADE polui mais que vulcanismo. Scientific American – Brasil. Estados Unidos, n 164, Janeiro, 2016. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/humanidade\\_polui\\_mais\\_que\\_vulcanismo.html](http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/humanidade_polui_mais_que_vulcanismo.html)>. Acesso em 12 de dezembro de 2015.

HypeScience. Energia solar: Energia solar pode ser revolucionada por essa esfera de vidro. Disponível em: <<http://hypescience.com/esfera-de-vidro-energia-solar/>>. Acesso em 18 de maio de 2016.

HypeScience. Energia solar: Agora sua janela pode se transformar em um painel solar. Disponível em: < <http://hypescience.com/energia-solar/>>. Acesso em 17 de maio de 2016.

Indústria Hoje. Como calcular o consumo de energia do chuveiro elétrico, 2015. Disponível em: < <http://www.industriahoje.com.br/como-calculiar-o-consumo-de-energia-chuveiro-eletrico>>. Acesso em 02 de julho de 2016

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Extensão territorial Brasileira. Brasil, 2016. Disponível em: < <http://teen.ibge.gov.br/mao-na-roda/posicao-e-extensao.html>>. Acesso em 03 de janeiro de 2016.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. IPCC, Geneva, Switzerland, 2015, 151 p. Disponível em:< [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)>. Acesso em 20 de dezembro de 2015.

IST, Instituto Superior Técnico de Lisboa. Breve história da energia solar. Portugal, Lisboa, 2004. Disponível em: < <http://web.ist.utl.pt/palmira/solar.html>>. Acesso em 01 de janeiro de 2016.

Jornal Bioenergia. Energia solar térmica tem custo 75% menor que energia elétrica. Disponível em: < <http://www.canalbioenergia.com.br/energia-solar-termica-tem-custo-75-menor-que-energia-eletrica/>>. Acesso em 01 de julho de 2016.

KONZEN, Gabriel. Solar. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo (coord.). Energia Renovável: Hidráulica, Eólica, Solar, Oceânica. EPE: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia científica. 5. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, Monalita Correia. Monografia: a engenharia da produção acadêmica. 2 ed. rev. e atualizada. São Paulo. Saraiva, 2008.

MARTINS, Gilberto de Andrade. Manual para elaboração de monografias e dissertações. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1994.

MICHEL, Maria Helena. Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 2005.

MATTOS, Ana Dantas M.de. Hidrelétrica: Análise Socioambiental. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo (coord.). Energia Renovável: Hidráulica, Eólica, Solar, Oceânica. EPE: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2016.

MASKISHI, André. Hidrelétrica. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo (coord.). Energia Renovável: Hidráulica, Eólica, Solar, Oceânica. EPE: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <

<http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2016.

Neosolar energia. Sistemas de energia solar. Disponível em: < <http://www.neosolar.com.br/aprenda/perguntas-frequentes>>. Acesso em 01 de julho de 2016.

Portal energia. Tipos de energia solar: painéis solares que produzem energia à noite. Disponível em: < <http://www.portal-energia.com/cientistas-desenvolvem-painel-solar-que-produz-energia-noite/>>. Acesso em 17 de maio de 2016.

Portal Solar. Empresas de energia solar do estado de Rondônia. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/fornecedores/empresas-de-energia-solar/rondonia>>. Acesso em 03 de Abril de 2016.

Portal Energia. Tipos de energia solar: telhas solares fotovoltaicas uma aposta para o futuro. Disponível em: < <http://www.portal-energia.com/telhas-solares-fotovoltaicas-uma-aposta-no-futuro/>>. Acesso em 17 de maio de 2016.

Portal energia. Tipos de energia solar: painéis solares fotovoltaicos que geram energia através da chuva. Disponível em: < <http://www.portal-energia.com/paineis-solares-fotovoltaicos-geram-energia-chuva/>>. Acesso em 17 de maio de 2016.

RIOS, A. V. V.; IRIGARAY, C. T. H. O direito e o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Peirópolis, 2005. 405 p. Disponível em:< <https://books.google.com.br/books?id=i6lRBeM3dfUC&pg=PA13&dq=desenvolvimento+sustentavel&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjWrpbo4L3JAhUGW5AKHfDKBtUQ6AEIVjAJ#v=onepage&q=desenvolvimento%20sustentavel&f=false>>. Acesso em 12 de dezembro de 2015.

Sistema e estimativas de emissões de gases de efeito estufa. In: observatório do clima. Análise das emissões brasileiras (1990-2012). São Paulo, 2014. Disponível em:< <http://www.observatoriodoclima.eco.br/analise-das-emissoes-brasileiras/>>. Acesso em 20 de dezembro de 2015.

VALLE, C. E. do. Qualidade ambiental. Como se preparar para as normas ISSO 14000: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Guazzelli, ed. 3, 2000. p. 117.

VEIGA, J. E. da; ZATZ, L. Desenvolvimento sustentável: que bicho é esse? Rio de Janeiro: Autores Associados, 2008. 77 p. Disponível em:<[https://books.google.com.br/books?id=blL\\_uJy9DQQC&pg=PA42&dq=desenvolvimento+sustentavel&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjWrpbo4L3JAhUGW5AKHfDKBtUQ6AEIUjAI#v=onepage&q=desenvolvimento%20sustentavel&f=false](https://books.google.com.br/books?id=blL_uJy9DQQC&pg=PA42&dq=desenvolvimento+sustentavel&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjWrpbo4L3JAhUGW5AKHfDKBtUQ6AEIUjAI#v=onepage&q=desenvolvimento%20sustentavel&f=false)>. Acesso em 12 de dezembro de 2015.

VEIGA, J. E. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005. 226 p.

WWF - Brasil. Mudanças climáticas E energia: as mudanças climáticas. Brasil, 2015. Disponível em:<

[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/mudancas\\_climaticas2/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/)>. Acesso em 3 de janeiro de 2016.

WWF-Brasil. Isenção do ICMS incentiva a energia solar doméstica. Brasil, 2015. Disponível em:< [http://www.wwf.org.br/wwf\\_brasil/?45522/gerao-de-energia-solar-ganha-fora-aps-iseno-de-icms-aprovada-pelos-estados](http://www.wwf.org.br/wwf_brasil/?45522/gerao-de-energia-solar-ganha-fora-aps-iseno-de-icms-aprovada-pelos-estados)>. Acesso em 5 de janeiro de 2016.

WWF-Brasil. WWF-Brasil e instituto Ideal assinam parceria em prol de energia solar. Brasil, 2015. Disponível em:< [http://www.wwf.org.br/wwf\\_brasil/?49362/wwf-brasil-e-instituto-ideal-assinam-parceria-em-prol-de-energia-solar](http://www.wwf.org.br/wwf_brasil/?49362/wwf-brasil-e-instituto-ideal-assinam-parceria-em-prol-de-energia-solar)>. Acesso em 20 de dezembro de 2015.

## APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

1. Local da Instalação / Geração da energia solar (Cidade – UF)

(      ) Estabelecimento Comercial

(      ) Residencial

2. Qual tipo de sistema de energia utiliza?

(      ) Sistema Térmico (para aquecimento)

(      ) Sistema Fotovoltaico (para geração elétrica)

3. Caso o Sistema optado seja o Térmico (para aquecimento) de água, qual foi a redução no consumo (KWh), desde a implantação do sistema?

4. Caso tenha marcado Sistema Fotovoltaico qual sistema possui?

(      ) Sistema *On – Grid* (conectado à rede elétrica)

(      ) Sistema *Off – Grid* (sistema isolado)

5. Caso utilize o Sistema *On – Grid* (conectado à rede elétrica), para fins de dimensionamento, qual o consumo mensal em KWh, a voltagem (110V, 220V, etc.) e o tipo de sistema (mono ou trifásico) são utilizados?

6. Caso tenha optado pelo Sistema *On – Grid* (conectado à rede elétrica), pretende reduzir parcial ou totalmente o seu consumo? E de quanto foi o percentual (%) da energia a ser gerada pelo sistema fotovoltaico?

7. Se caso a resposta for redução parcial, pretende aumentar essa redução? Qual a estimativa em percentual de aumento a ser gerada pelo sistema fotovoltaico?

8. Caso tenha optado pelo Sistema *Off – Grid* (sistema isolado), pretende gerar e utilizar energia elétrica no local? E qual ou quais equipamentos, suas quantidades, suas Potências (W), voltagem de funcionamento, bem como horas por dia (h) serão utilizados?

(      ) Lâmpada 9W

(      ) Lâmpada 13W

(      ) Lâmpada 15W

(      ) Lâmpada 30W

(      ) Equipamento de som

(      ) Ventilador

(      ) Pequenos consumos / outros

09. A adoção por qualquer um dos sistemas de geração de energia solar foi motivada por qual ou quais fatores?

(      ) Econômico

(      ) Ser Seguro

(      ) Ecologicamente correto

10. Você possui conhecimento sobre Energias Renováveis em especial a Energia solar e os seus benefícios em relação a energia proveniente da hidrelétrica?

(      ) Sim

(      ) Não

**11.** Você possui conhecimento sobre os impactos que a geração da energia proveniente da hidrelétrica causam ao meio ambiente?

(     ) Sim

(     ) Não

**12.** Há quanto tempo utiliza a energia solar (independente do sistema adotado)?

**13.** A tecnologia na área ainda se encontra em um momento inicial no país, com expectativa de expansão de mercado em breve. Diante do exposto, você acredita na expectativa de crescimento exponencial da participação da energia solar na matriz elétrica brasileira?

(     ) Sim

(     ) Não

**14.** Você acredita que a energia solar ainda não é tão representativa devido a qual ou quais fatores?

(     ) Burocracia, Regulamentações, falta de incentivos e outros

(     ) Falta de consciência ambiental

(     ) Falta de empresas especializadas

(     ) Custo – Benefício

(     ) Desconhecimento sobre este tipo de energia