



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

CENTRO MULTIDIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS – CMPF

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS

CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

TAIRINE DE SOUSA BRILHANTE

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE
BARRAGENS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA POR HIDRELÉTRICAS – O CASO
DA USINA DE BELO MONTE - PA

PAU DOS FERROS/RN

2018

TAIRINE DE SOUSA BRILHANTE

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE
BARRAGENS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA POR HIDRELÉTRICAS – O CASO
DA USINA DE BELO MONTE - PA

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof^a. Me. Marília Cavalcanti
Santiago.

PAU DOS FERROS/RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B857a Brilhante, Tairine de Sousa.
Análise dos impactos socioambientais da
construção de barragens para a geração de energia
por hidrelétricas - O caso da Usina de Belo
Monte - PA / Tairine de Sousa Brilhante. - 2018.
51 f. : il.

Orientadora: Marília Cavalcanti Santiago.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2018.

1. Meio ambiente. 2. Impactos sociais. 3.
Energias alternativas. 4. Energia elétrica. I.
Santiago, Marília Cavalcanti, orient. II. Título.

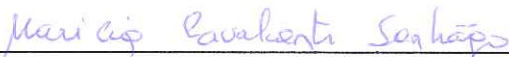
TAIRINE DE SOUSA BRILHANTE

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE
BARRAGENS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA POR HIDRELÉTRICAS – O CASO
DA USINA DE BELO MONTE - PA

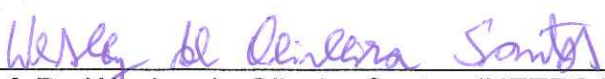
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 09 / 04 / 2018

BANCA EXAMINADORA


Prof^a. Me. Marília Cavalcanti Santiago (UFERSA)
Presidente


Prof. Me. José Daniel Jales Silva (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos (UFERSA)
Membro Examinador

A Deus, Autor, Sustentáculo e Consumador da minha existência e trajetória, e ao seu filho Jesus, Dono do meu coração e meu Salvador.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por ter aberto esta porta diante de mim, por ter me sustentado em Seus braços de amor durante toda esta trajetória de desafios e limites a romper e por ter me dado sabedoria, força e graça para vencer. Sem Ele nada disto seria possível.

Aos meus pais, Raimundo Brilhante da Silva e Maria Eliene de Sousa Brilhante, sustentáculos incontestes de minha constituição moral e civil, por terem lutado sempre pela concretização dos meus sonhos, por não terem medido esforços para que eu pudesse permanecer na vida acadêmica, mesmo diante das dificuldades, e por serem meu exemplo de vida em todos os aspectos.

Aos meus irmãos Talita de Sousa Brilhante e Talisson de Sousa Brilhante, bem como, a toda a minha família, por sempre terem acreditado no meu potencial e me motivado a permanecer no caminho da concretização deste sonho.

Aos meus amigos e irmãos em Cristo por terem me apoiado e fortalecido através de suas orações e palavras de ânimo. Sobretudo, ao meu noivo, Bruno Jeferson de Aquino, pela paciência, apoio, amor e compreensão dedicados a mim neste tempo.

A toda comunidade acadêmica do Centro Multidisciplinar da Universidade Federal Rural do Semiárido em Pau dos Ferros – RN, professores, funcionários e colegas de classe, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste sonho. Em especial, agradeço a minha Orientadora, Marília Cavalcante Santiago, peça essencial na realização deste trabalho, pela disposição para me orientar, por todo tempo, carinho e paciência dedicados a mim e pela sabedoria e conhecimento compartilhados comigo.

Aos amigos que fiz no decorrer do curso, pelas experiências compartilhadas, pelo carinho e apoio a mim ofertados, por terem trilhado comigo este caminho sempre me confortando e ajudando em tudo o que foi necessário. Agradeço especialmente a minha irmã de alma, Bruna Rodrigues de Lima, por sempre ter me incentivado e me dado forças para continuar, por ter me ajudado a vencer os momentos difíceis e por ser para mim um exemplo de força, fé e determinação.

A todos que oram, apoiam e torcem pela concretização dos meus objetivos, muito obrigada e que Deus os abençoe infinitamente.

“Pergunte, porém, aos animais, e eles o ensinarão, ou às aves do céu, e elas contarão a você; fale com a terra, e ela o instruirá, deixe que os peixes do mar o informem. Quem de todos eles ignora que a mão do Senhor fez isso? Em sua mão está a vida de cada criatura e o fôlego de toda a humanidade.”

(Jó 12:7-10)

RESUMO

O cenário energético atual tem refletido a constante busca por novas tecnologias de geração que causem o mínimo de dano possível ao meio ambiente. O aproveitamento da energia hidráulica apresenta-se como uma alternativa para produção de energia limpa e sustentável. Entretanto, os impactos ambientais e sociais ocasionados pela construção do reservatório são inúmeros e precisam ser considerados. Neste sentido, o presente trabalho constitui-se de uma análise sobre os impactos socioambientais da construção de barragens para geração de energia elétrica, com enfoque para o caso da implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no estado do Pará. Por meio da revisão e análise de materiais publicados por diversos autores, objetiva-se avaliar este tipo de obra sobre a ótica de suas vastas consequências e apontar as principais vantagens, bem como, suas desvantagens. Os resultados demonstram que a construção da Usina de Belo Monte impactou drasticamente a vida da sociedade das cidades situadas no entorno do rio Xingu, em virtude de falhas na concepção e execução do Estudo de Impacto Ambiental realizado pela Norte Energia. Os danos vão desde o deslocamento de milhares de famílias e grupos indígenas, que perderam o direito sobre suas memórias e histórias de vida, até a morte de toneladas de peixes que impactou a vida de pescadores e ribeirinhos que tinham a pesca como fonte principal de sustento. Nesta perspectiva, as energias alternativas como a da biomassa, a eólica e a solar apresentam-se como fontes muito mais vantajosas em relação à hidráulica no que respeita aos impactos ambientais gerados. Estas possuem um enorme potencial de geração a ser estudado e implementado.

Palavras - Chave: Meio ambiente. Impactos Sociais. Energias alternativas. Energia Elétrica.

ABSTRACT

The current energy scenario has reflected the constant search for new generation technologies that cause as little damage as possible to the environment. The use of hydropower is an alternative for the production of clean and sustainable energy. However, the environmental and social impacts caused by the construction of the reservoir are numerous and need to be considered. In this sense, the present work constitutes an analysis of the socio-environmental impacts of the construction of dams for electric power generation, focusing on the case of the Belo Monte Hydroelectric Plant in the state of Pará. Through the review and analysis of materials published by various authors, it aims to evaluate this type of work on the perspective of its vast consequences and to point out the main advantages, as well as its disadvantages. The results demonstrate that the construction of the Belo Monte Power Plant drastically impacted the society life of the cities located around the Xingu River, due to failures in the design and execution of the Environmental Impact Study carried out by Norte Energia. The damage ranges from the eviction of thousands of families and indigenous groups, who lost their right to their memories and life histories, until the death of tons of fish that impacted the lives of fishermen and river dwellers who had fishing as their main source of livelihood. In this perspective, alternative energies such as biomass, wind and solar are much more advantageous in relation to hydraulics with regard to the environmental impacts generated. These have enormous potential for generation to be studied and implemented.

Keywords: Environment. Social Impacts. Alternative energies. Electricity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sequência de estudos e projetos – Aspectos Ambientais.....	17
Figura 2. Esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica.....	19
Figura 3. Participação das Energias Renováveis na Produção de Eletricidade (%)..	21
Figura 4. Potência da Matriz Elétrica Brasileira por fonte.....	25
Figura 5. Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE)	26
Figura 6. Participação das Energias Renováveis na Produção de Eletricidade no Brasil (%).....	27
Figura 7. Fluxograma das fases do trabalho de revisão bibliográfica.....	28
Figura 8. Possíveis impactos da implantação de um reservatório.....	31
Figura 9. Mapa de Localização da Usina Hidrelétrica Belo Monte	33
Figura 10. Usina Hidrelétrica de Belo Monte	34
Figura 11. Falta de saneamento básico em regiões próximas à Usina Hidrelétrica de Belo Monte.	36
Figura 12. Reassentamento Jatobá, onde foram construídos 1.100 lotes para famílias removidas por Belo Monte.	38
Figura 13. Trabalho clandestino às margens de área de protegida em Belo Monte.	38
Figura 14. Moradores de Altamira vão às ruas pedir pelo fim da violência na cidade.	39
Figura 15. Grupos indígenas protestam contra a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.	40
Figura 16. Peixes mortos no Rio Xingu em decorrência da implantação de Belo Monte.	42
Figura 17. Área desmatada (em Km ² e %) de acordo com cada ação executada em Belo Monte.	43
Figura 18. Partes do Rio Xingu têm níveis de água diminuídos.	44

LISTA DE SIGLAS

ABRAPCH - Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas

AHE – Aproveitamento Hidrelétrico

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BIG – Banco de Informações de Geração

CGH - Central Geradora Hidrelétrica

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica

DPU - Defensoria Pública da União

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

IEA – Agência Internacional de Energia

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ISO – Organização Internacional para Padronização

LO – Licença de Operação

MME – Ministério de Minas e Energia

OIEE – Oferta Interna de Energia Elétrica

PB – Projeto Básico

PCH - Pequena Central Hidrelétrica

RFV – Relatório Final de Viabilidade

RIO – Relatório de Identificação de Obras

RTP – Relatório Técnico Preliminar

RUC – Reassentamento Urbano Coletivo

SPE – Sociedade de Propósito Específico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.1 BARRAGENS.....	15
3.1.1 BARRAGENS PARA HIDRELÉTRICAS.....	18
3.2 ENERGIAS ALTERNATIVAS	20
3.2.1 ENERGIA SOLAR	22
3.2.2 ENERGIA EÓLICA	22
3.2.3 ENERGIA DA BIOMASSA.....	23
3.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	24
4 METODOLOGIA	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS.....	30
5.1.1 IMPACTOS AMBIENTAIS	30
5.1.2 IMPACTOS SOCIAIS	32
5.2 O CASO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE	33
5.2.1 CARACTERIZAÇÃO	33
5.2.2 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA HIDRELÉTRICA	34
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A energia é um ingrediente essencial à vida humana e ao seu desenvolvimento econômico-social. Desde os primórdios, uma das necessidades mais básicas dos seres humanos foi uso da mesma como forma de manter seus corpos em funcionamento (ALCOFORADO, 2016).

Atualmente tem crescido o interesse por estudos sobre a geração de energia limpa, com o objetivo de melhor aproveitar os recursos disponíveis com o mínimo de dano possível. Começou-se a pensar em fatores como: desenvolvimento sustentável, poluição e impactos ambientais e socioculturais, sobretudo nos países emergentes (MORAES, 2015).

Segundo o mesmo autor, no Brasil, aproximadamente 63% da energia elétrica gerada advém das hidrelétricas (considerando, nesta matriz, a capacidade energética importada), o que representa cerca de 70% de toda a eletricidade instalada no país. Entretanto, existem outras fontes de energia limpa ainda pouco exploradas, como é o caso das gerações eólica e solar.

Conforme dados do Atlas de Potencial Eólico Brasileiro publicado pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica – CRESESB/CEPEL, estima-se que o potencial disponível no país é da ordem de 143 GW. Já no que diz respeito ao potencial de geração solar no Brasil, segundo o Ministério de Minas e Energia (2017), o país apresentava 81MW de energia fotovoltaica instalados no final do ano de 2016.

Moraes (2015) ainda destaca que embora haja um grande estímulo no que diz respeito à utilização dessas fontes alternativas de energia, há indicativos de que nos próximos anos cerca de 50% da energia gerada no Brasil ainda seja de origem hídrica. O que é preocupante, visto que, os reservatórios das hidrelétricas são responsáveis por grandes impactos nos ecossistemas integrados às bacias hidrográficas (NAIME, 2012).

Naime (2009) descreve os principais impactos ambientais decorrentes dos barramentos nas bacias hidrográficas como sendo: acidificação da água, inundação de áreas que poderiam ser utilizadas para agricultura, pecuária ou reflorestamento, perdas de fauna e flora nativas, aumento da veiculação de doenças de origem hídrica, relocação indiscriminada de grandes populações, dentre outros.

Soares (2009) destaca que milhões de pessoas são atingidas e impactadas no que diz respeito à qualidade de vida, direito a moradia, formas de subsistência e cultura pelo projeto de geração de energia através de hidrelétricas.

Um claro exemplo do grande transtorno socioambiental que uma barragem pode causar é o caso da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte construída na bacia do Rio Xingu, próximo ao município de Altamira-PA, e inaugurada em maio de 2016.

Segundo Ravena e Teixeira (2010), o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) criado para auxiliar a execução da obra da referida hidrelétrica apresentou grandes brechas decorrentes da tentativa de maquiagem os impactos sob o meio ambiente e o modo de vida das comunidades que vivem nas áreas atingidas.

A partir deste ponto, surgem os seguintes questionamentos: quais são os impactos ambientais e sociais causados pela construção de barragens, enquanto obra de engenharia, para a geração de energia por hidrelétricas? De que modo estas construções modificam fauna e flora e afetam as comunidades em que são inseridas?

O presente trabalho se justifica por apresentar-se como um estudo que abrange as respostas para essas perguntas e como subsídio para uma melhor compreensão de como a construção de barragens gera riscos geotécnicos e geológicos, impactos ambientais, agrícolas, socioculturais e econômicos nos territórios e comunidades onde está sendo inserida.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Realizar um estudo dos impactos sociais e ambientais decorrentes da construção de barragens para a produção de energia por hidrelétricas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os principais conceitos que norteiam o projeto e execução de uma barragem;
- Apontar os estudos e avaliações geológicos-geotécnicos e ambientais necessários à implementação deste tipo de obra;
- Apontar e descrever os impactos socioambientais ocasionados pela implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no estado do Pará.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 BARRAGENS

Segundo Chiossi (2013) “barragem pode ser definida como sendo um elemento estrutural construído transversalmente à direção de escoamento de um curso de água, destinado à criação de um reservatório artificial de acumulação de água.” Ele ainda destaca que estas podem ter diversos objetivos, porém os principais são: uso hidrelétrico, irrigação, controle de inundações, fornecimento doméstico e industrial de água e regularização das vazões do curso d’água para fins de navegação.

O projeto de uma barragem envolve aspectos muito diversificados, sobretudo por abranger fatores de natureza bastante distinta quando considerados em função do aspecto enfocado [...]. Os fatores relacionados com a obra propriamente dita referem-se à concepção e ao dimensionamento dos diferentes componentes da obra [...]. Os fatores relacionados com o ambiente em que a obra será inserida dizem respeito às condicionantes naturais do local de implantação da obra e do reservatório formado (COSTA, 2012. p. 23).

Ainda segundo Costa (2012), considerando os objetivos para as quais estão sendo concebidas, as barragens podem ser classificadas em dois grandes grupos: de regularização e de retenção. Estas primeiras são construídas com o objetivo de armazenar água nos períodos em que o fluxo é maior que a demanda para utilizá-las no período de déficit. Já as segundas objetivam deter água de modo temporário ou acumular rejeitos de mineração ou resíduos industriais.

Quanto ao tipo de material utilizado em sua execução, as barragens podem ser de concreto, de terra ou de enrocamento.

A barragem de concreto é o tipo mais resistente e de menor custo de manutenção. Este tipo pode ser adaptado a todos os locais, mas sua altura é limitada pela resistência das fundações. [...] As barragens de terra são obras mais elementares e, normalmente prestam-se a qualquer tipo de fundação, desde rocha compacta até um terreno constituído por materiais inconsolidados. [...] Barragem de

enrocamento é o tipo em que são utilizados blocos de rocha de tamanho variável e uma membrana impermeável na face de montante. O custo para a produção de grandes quantidades de rocha para a construção desse tipo de barragem somente é econômico em áreas em que o custo do concreto seja elevado ou exista escassez de materiais terrosos e, ainda, haja excesso de rocha dura e resistente (CHIOSI, 2013. p. 250-252).

Cech (2013) afirma que as barragens de concreto podem ser classificadas em barragem de concreto-gravidade ou barragem de concreto em arco. A primeira utiliza seu peso para segurar a água, já a segunda possui um desenho curvo que forma um arco e suas extremidades são engastadas em paredes de rocha sólida. As barragens em arco necessitam de menos concreto que as de gravidade, entretanto é necessário que hajam paredes de rocha muito sólidas que sirvam como âncoras para suas extremidades.

Segundo Moreira (2012), no que diz respeito aos processos de projeto e execução da obra de uma barragem existem muitas etapas ditas importantes. Para ele, a execução de uma construção dessa dimensão envolve um grande número de atividades que não estão diretamente ligadas à construção da barragem, mas que são essenciais para que esta se concretize.

O mesmo autor destaca que devido à sua complexidade, é necessário que haja a presença de pessoal especializado em diferentes áreas da Engenharia Civil, de maneira que seja feito o monitoramento de cada atividade a ser executada, sendo estritamente necessário que haja um eficaz trabalho de coordenação dos recursos a serem utilizados (trabalhadores, equipamentos e materiais), de modo que a obra se realize da melhor forma possível.

Dentre as etapas mais importantes da construção de uma barragem encontra-se a investigação geológico-geotécnica que permite conhecer a geologia e a topografia do local onde será instalado o reservatório, viabilizando a escolha do melhor ponto para a execução do barramento, bem como, a caracterização de todos os aspectos da área (COSTA, 2012).

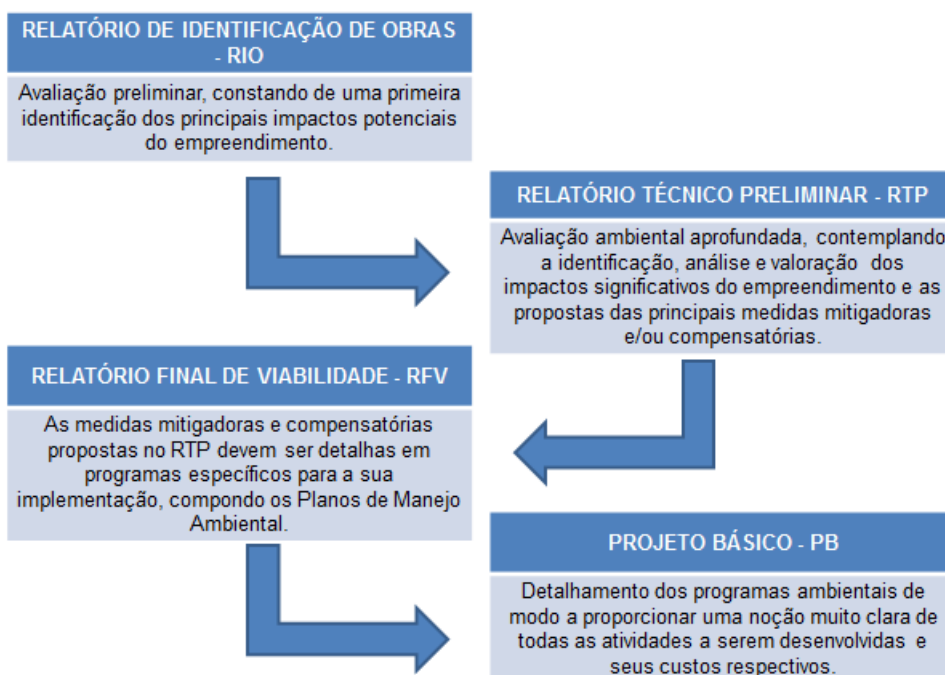
Costa (2012) afirma que durante a fase de investigação geológica é necessário fazer um levantamento de todos os mapas, relatórios, aerofotos e projetos existentes, assim como, um controle de campo que permita a identificação e

caracterização das rochas e solos de cobertura mapeados. A partir deste estudo serão gerados o relatório geotecnológico, o mapa geológico regional e os mapas fotogeológicos da área de interesse aos reservatórios e das áreas próximas a cada eixo barrável.

Uma outra fase de suma importância no projeto de uma barragem é a avaliação ambiental prévia dos impactos. Brasil (2005) destaca que o estudo da viabilidade ambiental é estritamente necessário no que diz respeito às características a serem analisadas, visto que, em alguns casos, os critérios ambientais podem se sobressair aos econômicos. As considerações ambientais devem ser feitas na etapa de estudos e projetos, na etapa de obras e na etapa de operação.

A figura 1 relaciona as diversas fases da sequência de estudos e projetos, com os aspectos ambientais a serem observados antes da execução de uma barragem ou reservatório de acordo com O PROÁGUA Semiárido. Como órgãos governamentais do segmento ambiental não tem um único padrão de exigência para a realização desses relatórios, nem todos os projetos abrangem adequadamente as vertentes de impactos ambientais (BRASIL, 2005).

Figura 1. Sequência de estudos e projetos – Aspectos Ambientais



Fonte: Unidade de Gerenciamento do Proágua Semiárido (2005)

No que diz respeito às considerações ambientais na etapa de obras, o mesmo autor destaca:

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA (ou documento equivalente), elaborado para o licenciamento ambiental, e os estudos realizados durante o RIO, RTP, RFV e PB, deverão ter identificado os impactos negativos do empreendimento, em todas as suas etapas de implantação. Vários impactos ambientais negativos poderão ocorrer durante a fase de construção da barragem e execução das atividades correlatas, tais como, abertura de vias de acesso, exploração de áreas de empréstimo, desvio do curso d'água, instalação do canteiro de obras, entre outras (BRASIL, 2005. p. 47).

Com relação à fase de operação, deve-se considerar a manutenção da disponibilidade hídrica, o monitoramento da qualidade da água, o controle da salinização, o controle da poluição e da eutrofização, o plano de conservação e uso do entorno do reservatório e a educação ambiental da população (BRASIL, 2005).

3.1.1 BARRAGENS PARA HIDRELÉTRICAS

Uma usina hidrelétrica pode ser compreendida como sendo o conjunto de obras e equipamentos que tem como objetivo principal a produção de energia elétrica, por intermédio do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio (SISTEMA FURNAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO, 2018).

Além das grandes hidrelétricas, existem, como subdivisões do setor, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH's). Segundo a ABRAPCH - Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas (2016), as PCH's são usinas que possuem menos de 13 Km² de área de reservatório e potência com valores entre 5 e 30 megawatts (MW). As CGH's, por sua vez, são empreendimentos que também geram energia por meio do aproveitamento de fontes hidráulicas, entretanto, com tamanho e potência (até 5MW) ainda mais reduzidos se comparadas às PCH's.

A produção de energia por hidrelétricas se dá a partir da integração entre a vazão do rio, os desníveis do relevo (naturais ou criados artificialmente) e a

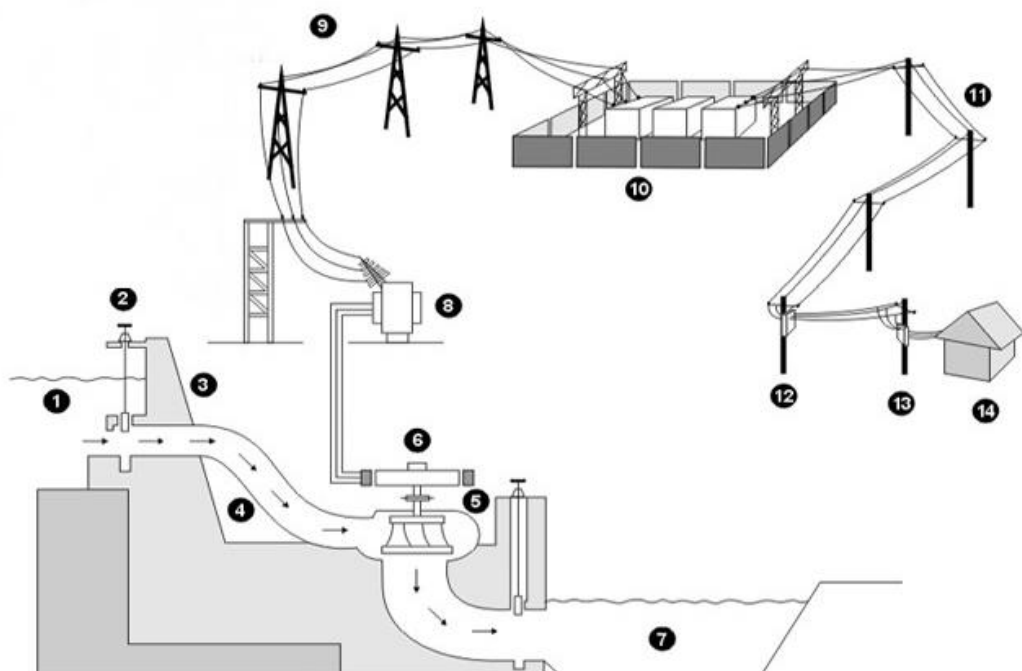
quantidade de água disponível em um determinado espaço de tempo. Os principais componentes da estrutura de uma usina deste tipo são: a barragem, os sistemas de captação e adução de água, a casa de força e o vertedouro. Estes elementos estão associados e funcionam de modo integrado (ANEEL, 2002).

O objetivo da barragem como parte da estrutura de uma usina hidrelétrica é proporcionar a formação do reservatório. Este reservatório tem como função, além de reter a água, permitir a formação do desnível necessário para que haja a energia hidráulica, a captação do volume adequado de água e a regularização da vazão dos rios independente do período ser de chuva ou de estiagem (ANEEL, 2002).

A figura 2 mostra o esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica, onde:

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1. Reservatório; | 8. Transformador elevador; |
| 2. Comporta; | 9. Linha de transmissão; |
| 3. Barragem; | 10. Subestação abaixadora; |
| 4. Conduto forçado; | 11. Rede de distribuição; |
| 5. Turbina hidráulica; | 12. Transformador; |
| 6. Gerador; | 13. Medidor; |
| 7. Canal de fuga; | 14. Consumidor. |

Figura 2. Esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica



Fonte: Sistema Furnas de Geração e Transmissão (2018)

Conforme o Sistema Furnas de Geração e Transmissão (2018), a água represada no lago artificial formado pela barragem é conduzida à casa de força por meio de canais, que também podem ser túneis formados por condutos metálicos. Na casa de força, a água passa pela turbina e é reconduzida ao leito natural do rio por meio do canal de fuga.

A energia hidráulica é convertida em energia mecânica que, depois de girar a turbina e o gerador (mecanicamente acoplado à turbina), é, por sua vez, transformada em energia elétrica. Esta energia é conduzida do gerador até o transformador elevador através de cabos condutores. A tensão é então elevada para que a condução ocorra adequadamente e a energia é levada até os centros de consumo por meio das linhas de transmissão (SISTEMA FURNAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO, 2018).

3.2 ENERGIAS ALTERNATIVAS

As energias denominadas alternativas são aquelas provenientes de fontes renováveis, sendo estas últimas originadas da energia solar como fonte primária e, por este motivo, quase que inesgotáveis. Estas fontes, também denominadas energias não-convencionais, não alteram o balanço térmico da terra e se regeneram rapidamente em ciclos bem definidos (PACHECO, 2006).

O quarto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) deixa claro que cerca de 95% dos estudos científicos comprovam que as mudanças climáticas ocorridas no planeta são decorrentes das práticas humanas (BRASIL, 2014).

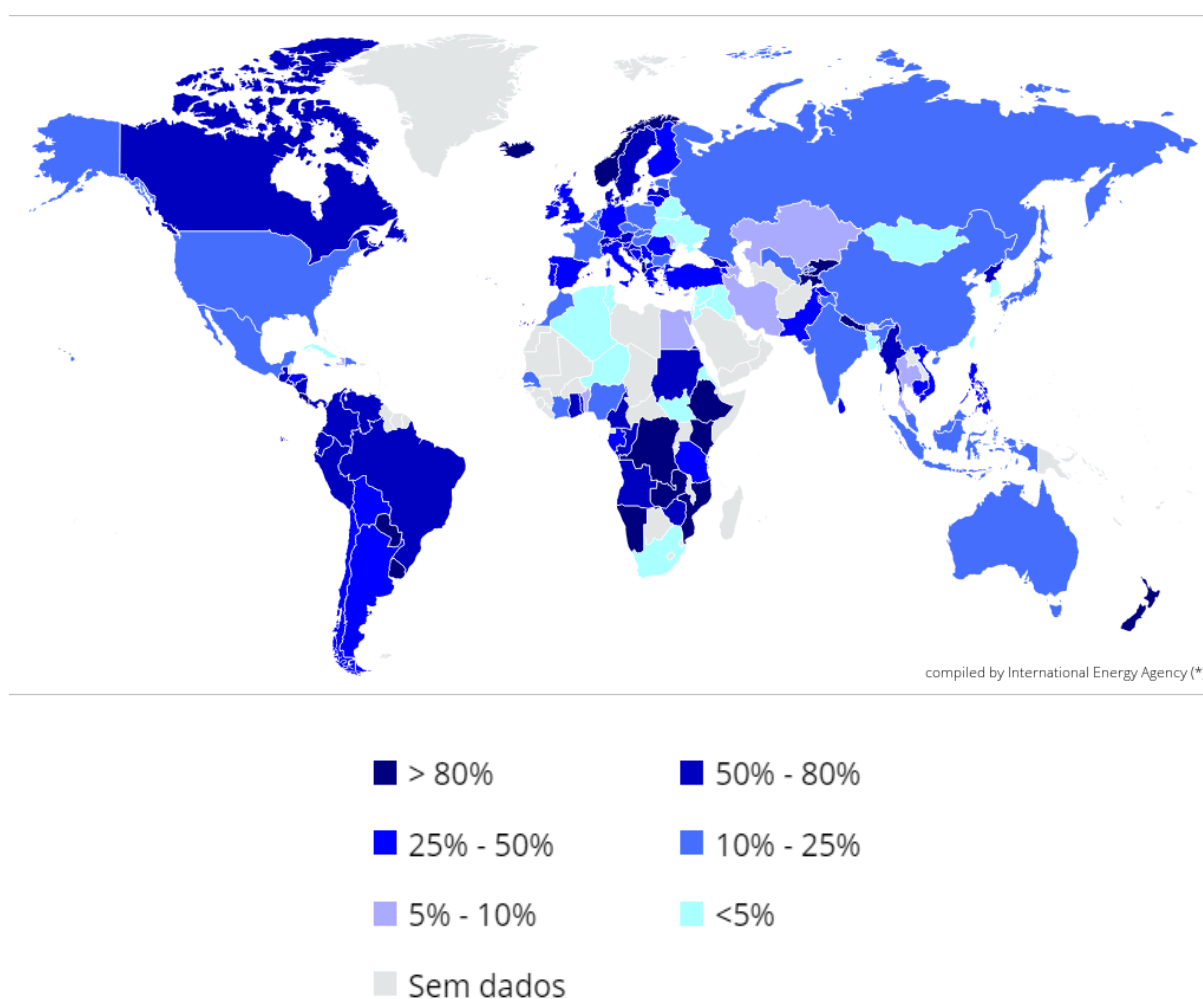
Partindo desta perspectiva, as questões relacionadas à geração energética vêm ganhando uma maior atenção no cenário mundial, tanto pela questão ambiental que aponta, no que diz respeito à necessidade de se diminuir as emissões de gases do efeito estufa, quanto pelo fato de que as fontes de energia não-renováveis vem diminuindo gradativa e significativamente (PACHECO, 2006).

A figura 3 ilustra o cenário mundial no que concerne à participação das energias renováveis na produção de eletricidade. Conforme os dados da Agência Internacional de Energia (IEA), a República Democrática do Congo, a Islândia, o

Nepal, a Etiópia, o Paraguai e a Albânia são os países com 100% de participação de energias renováveis na produção de eletricidade.

No Brasil este percentual está na faixa entre 70% e 80% e entre os países com menor percentual encontram-se a Jordânia, Bangladesh, Níger e Sudão do Sul com 1% de participação. Todavia, o panorama de utilização de fontes renováveis de geração de energia tem mudado muito fazendo com que os índices de participação de fontes geotérmicas, solares, eólicas e outras, cresçam rapidamente (IEA, 2017).

Figura 3. Participação das Energias Renováveis na Produção de Eletricidade (%)



Fonte: Agência Internacional de Energia – IEA (2017).

Neste cenário, o sol, os ventos e a biomassa apresentam-se como uma alternativa muito promissora no que diz respeito à geração de energia que respeita os parâmetros de sustentabilidade do planeta (GREENPEACE, 2018). Caracterizando cada uma dessas fontes energéticas, tem-se:

3.2.1 ENERGIA SOLAR

É a energia que provém do aproveitamento da irradiação do sol. Tem diversas aplicações, podendo ser utilizada diretamente para a geração de energia elétrica, tendo um potencial para reduzir em até 70% o uso de energia convencional (PACHECO, 2006).

A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2002) destaca que quase todas as formas de energias existentes, seja eólica, biomassa, hidráulica ou mesmo de combustíveis fósseis, são apresentações indiretas da energia proveniente do sol.

Os três tipos mais utilizados de sistemas de energia solar são: o Sistema Solar Térmico, o Sistema Solar Fotovoltaico e Sistema Termossolar, também conhecido como Sistema de Energia Solar Concentrada (NEOSOLAR ENERGIA, 2018).

Segundo a Empresa Solstício Energia (2018), o sistema solar térmico consiste basicamente no uso do sol para aquecer um fluido. Deste modo, este sistema de energia é geralmente utilizado no aquecimento de ambientes e de água para banho, ou em processos industriais.

Já um sistema fotovoltaico é constituído por painéis contendo células de silício que geram eletricidade a partir da luz do sol. Essas células criam uma corrente elétrica ao serem expostas ao sol. Essa corrente é tratada por equipamentos elétricos para que se torne usual (SOLSTÍCIO ENERGIA, 2018).

O sistema termossolar consiste em concentrar energia solar em um ponto e usá-la para o aquecimento de água ou geração de eletricidade. A luz solar é concentrada por espelho em forma de calhas parabólicas ou por um sistema de espelhos (RIO SUSTENTÁVEL, 2018). Segundo Alves (2014), para produzir energia num período de 24h, mesmo em dias de pouca radiação solar, as usinas termossolares armazenam milhares de litros de sal fundido a altas temperaturas. Assim, é possível gerar energia mesmo à noite.

3.2.2 ENERGIA EÓLICA

Segundo a Aneel (2002) a energia eólica é a energia cinética presente no vento. Ela pode ser aproveitada com o emprego de turbinas eólicas (aerogeradores)

que convertem a energia cinética de translação em energia cinética de rotação gerando energia elétrica.

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m^2 , a uma altura de 50 metros; o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s [Grubb and Meyer, 1993]. Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental. Mesmo assim, estima-se que o potencial eólico bruto mundial seja da ordem de 500.000 TWh por ano, o que significa mais de 30 vezes o consumo atual de eletricidade no mundo. Devido, porém, a restrições socioambientais, apenas 53.000 TWh (cerca de 10%) são considerados tecnicamente aproveitáveis. Ainda assim, esse potencial líquido corresponde a cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade (ANEEL, 2002, Pg. 63).

Terciete (2002) destaca que o maior ganho para o meio ambiente com a implementação da geração eólica é a não-liberação de dióxido de carbono (gás responsável pelo efeito estufa) na atmosfera.

O mesmo autor acrescenta que, sendo o vento um recurso renovável e disponível em abundância, esse tipo de geração energética torna-se muito vantajosa em relação a geração por hidrelétricas, por exemplo, visto que o impacto ao meio ambiente é mínimo, principalmente considerando que a emissão de poluentes é praticamente inexistente.

3.2.3 ENERGIA DA BIOMASSA

Biomassa é o material biológico advindo de seres vivos, seja proveniente da agricultura, das indústrias agrícolas ou da parte biodegradável dos resíduos urbanos e/ou industriais, que pode ser transformado em energia (MALICO, 2008). Neste contexto, exemplos de materiais deste tipo que podem ser convertidos em energia são: a cana-de-açúcar, a madeira, o lixo biodegradável, dentre muitos outros.

Conforme Goldemberg (2009) são inúmeras as tecnologias de geração de energia por biomassa. Entre elas destaca-se, além do uso dos biocombustíveis para o setor de transportes, os métodos de produção de calor e eletricidade (cogeração).

No que diz respeito ao uso da biomassa como fonte geradora de energia elétrica a ANEEL (2002) destaca que, embora este uso seja ainda muito restrito, tem sido objeto de vários estudos em virtude da busca por fontes mais competitivas de geração, que minimizem o impacto ambiental, tanto em países em desenvolvimento quanto nos desenvolvidos.

Embora seja difícil avaliar o peso relativo da biomassa na geração mundial de eletricidade, por conta da falta de informações confiáveis, projeções da Agência Internacional de Energia indicam que ela deverá passar de 10 TWh em 1995 para 27 TWh em 2020 [IEA, 1998] (ANEEL, 2002, pg. 55).

O Atlas de Energia Elétrica do Brasil ainda mostra que no país, são excelentes as condições para o uso energético da biomassa, visto que, grande parte de seu território concentra-se em regiões tropicais e chuvosas. Destaca-se ainda que a biomassa ocupa cerca de 20% da oferta primária de energia no país (ANEEL, 2002).

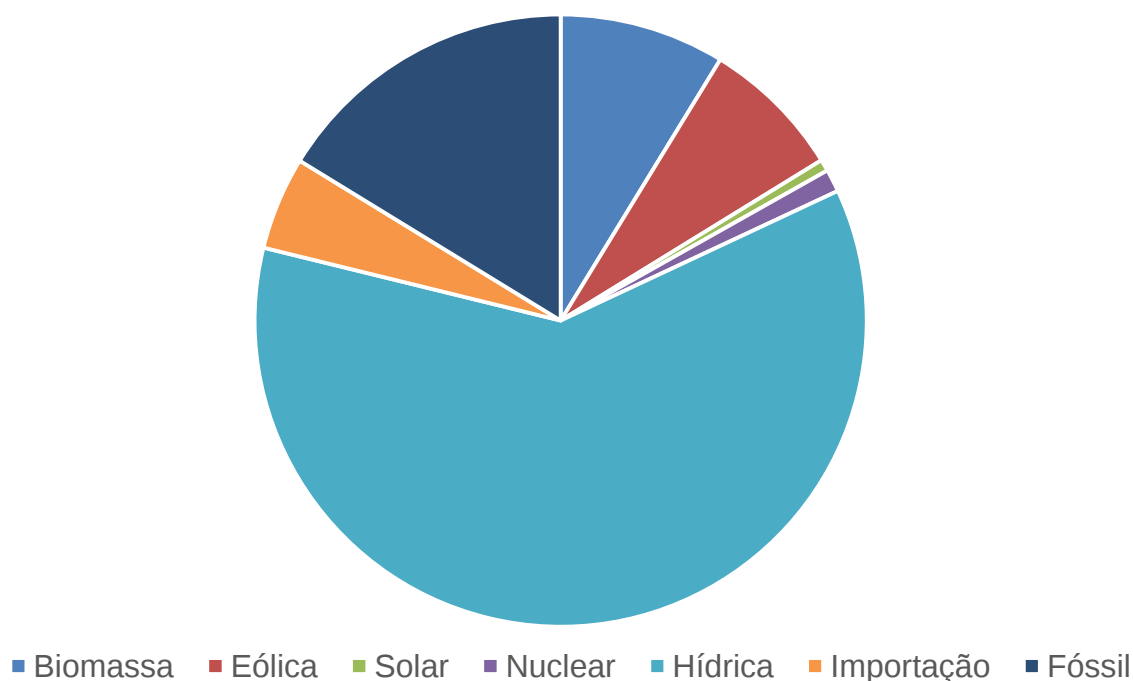
3.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A matriz elétrica brasileira possui em sua base uma grande força das fontes hidráulicas. A geração por hidrelétricas sempre foi dominante no Brasil e isso é justificável pelo fato de este ser um dos países mais ricos do mundo em recursos hídricos (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Em janeiro de 2002, havia registro de 433 centrais hidrelétricas em operação no Brasil, das quais 304 eram empreendimentos de pequeno porte – micro e pequenas centrais hidrelétricas, perfazendo uma capacidade instalada de 62.020 MW (ANEEL, 2002, p. 32).

A figura 4 ilustra a matriz elétrica brasileira segundo suas fontes geradoras. Conforme os dados do Banco de Informações de Geração (BIG) da ANEEL, a geração por fontes hídricas corresponde a aproximadamente 61%, seguida das fontes fósseis que somam cerca de 16%. Na sequência estão as fontes de geração por biomassa e eólica que correspondem a 8,7% e 7,5% respectivamente. As importações somam pouco menos que 5% e a geração nuclear aproximadamente 1,2%. A fonte solar ainda é a menos explorada na matriz elétrica nacional, não atingindo nem 1% de participação.

Figura 4. Potência da Matriz Elétrica Brasileira por fonte



Fonte: Banco de Informações de Geração – BIG (2018)

A figura 5 mostra um comparativo da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) entre os anos de 2015 e 2016. Pode-se destacar o aumento em 2016 da oferta das energias de origem eólica e solar que cresceram consideravelmente em comparação com 2015.

Analisando também a geração hidráulica, é perceptível que esta tornou-se mais acentuada em 2016, destacando assim sua soberania em relação às outras fontes energéticas (MME, 2017).

Figura 5. Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE)

ESPECIFICAÇÃO	GWh		16/15 %	Estrutura (%)	
	2015	2016		2015	2016
HIDRÁULICA	359.743	380.911	5,9	58,4	61,5
BAGAÇO DE CANA	34.163	35.236	3,1	5,5	5,7
EÓLICA	21.626	33.489	54,9	3,5	5,4
SOLAR	59	85	44,7	0,010	0,014
OUTRAS RENOVÁVEIS	15.074	15.805	4,8	2,4	2,6
ÓLEO	25.657	12.103	-52,8	4,2	2,0
GÁS NATURAL	79.490	56.485	-28,9	12,9	9,1
CARVÃO	18.856	17.001	-9,8	3,1	2,7
NUCLEAR	14.734	15.864	7,7	2,4	2,6
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	11.826	11.920	0,8	1,9	1,9
IMPORTAÇÃO	34.422	40.795	18,5	5,6	6,6
TOTAL	615.650	619.693	0,7	100,0	100,0
<i>Dos quais renováveis</i>	<i>465.087</i>	<i>506.320</i>	<i>8,9</i>	<i>75,5</i>	<i>81,7</i>

Fonte: Ministério de Minas e Energia - MME (2017)

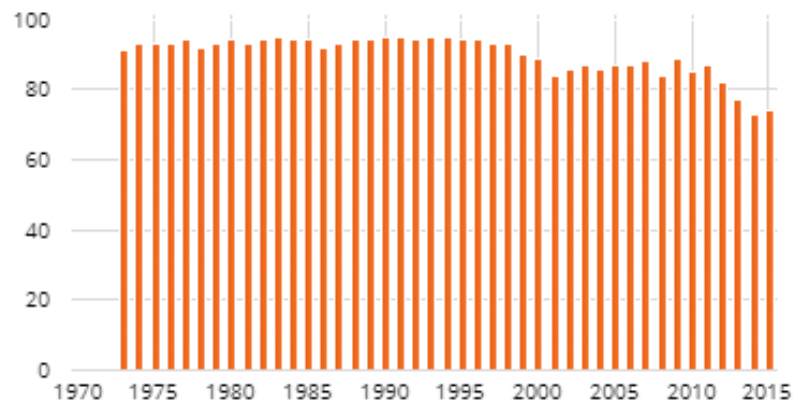
É importante destacar que no que diz respeito à utilização de fontes renováveis de energia, o Brasil está em vantagem em relação aos outros países, principalmente quando leva-se em consideração as grandes dimensões territoriais, os altos índices de luminosidade e seu estruturado sistema de aproveitamento da energia da biomassa (PACHECO, 2006).

Conforme nota técnica da EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2012), o Brasil possui altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, fatores que lhe concedem a possibilidade de gerar uma importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos solares, que potencializam a atração de investidores concedendo à energia por geração solar a possibilidade de desenvolver um papel importante na matriz elétrica do país.

A figura 6 mostra os índices percentuais de participação das energias renováveis na produção de eletricidade no Brasil entre 1970 e 2015. Os dados mostram que, embora essa participação tenha decrescido nos últimos anos, voltou a crescer atingindo valores próximos a 80% em 2015 (IEA, 2017).

Em 2016, conforme apresentado na figura 3, esse percentual de participação dessas fontes alternativas na matriz energética nacional chegou a atingir 81,7% do total produzido no país (MME, 2017).

Figura 6. Participação das Energias Renováveis na Produção de Eletricidade no Brasil (%)



Fonte: Agência Internacional de Energia - IEA (2017)

Comparando-se as inúmeras fontes de geração de energias renováveis que produzem reduzidos impactos ambientais, as fontes eólicas têm se apresentado como uma das mais interessantes em termos de produção, segurança de fornecimento e sustentabilidade ambiental (GWEC, 2008; EWEA, 2010 apud CAVALCANTE NASCIMENTO, 2012).

No entanto, a participação dessas fontes geradoras, assim como a da biomassa, gás natural, derivados do petróleo e nuclear, na oferta interna de energia elétrica brasileira ainda é muito pequena (Figura 5).

4 METODOLOGIA

Segundo Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica é a compilação sistemática do material contido em livros, revistas, publicações avulsas ou trabalhos mimeografados acerca de um determinado tema que se deseja estudar.

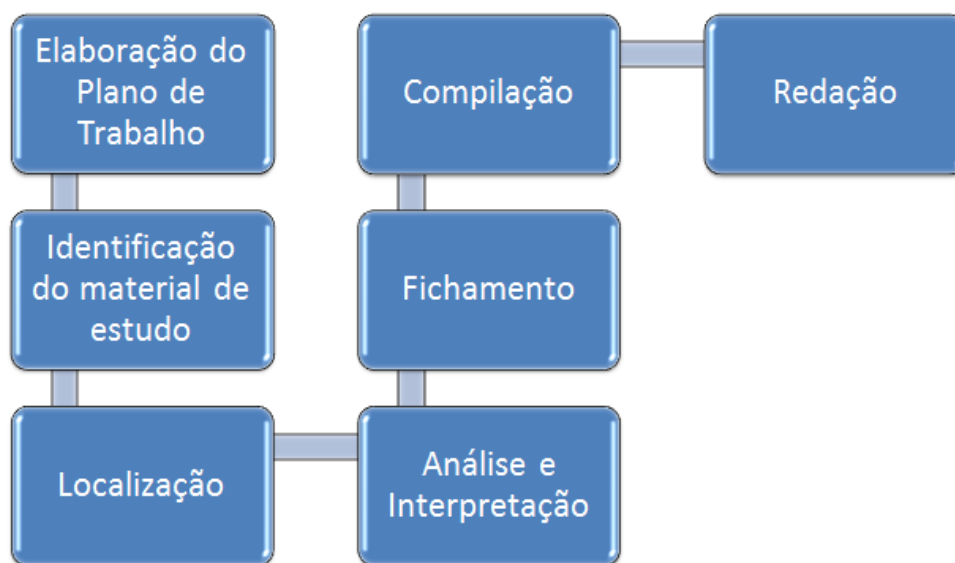
Neste sentido, o presente trabalho consiste na revisão e análise de materiais publicados, considerando a relevância do tema, buscando conhecer sob o olhar de alguns autores os principais impactos ambientais provenientes da construção de barragens, enquanto obra de engenharia, para a geração de energia por usinas hidrelétricas.

A elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso teve como ferramenta base, materiais já publicados sobre o tema; tais como: livros, artigos científicos, publicações periódicas e materiais na internet disponíveis em diversas plataformas online.

O referido trabalho constitui-se de uma monografia de caráter teórico e cunho bibliográfico cuja pretensão é de ser uma sistematização simplificada de pensamentos provenientes de fontes consagradas, acerca do tema estudado em suas especificidades.

A organização da pesquisa se deu seguindo as fases do trabalho de revisão bibliográfica descritas por Lakatos e Marconi (2003), conforme a figura 7:

Figura 7. Fluxograma das fases do trabalho de revisão bibliográfica



Fonte: Lakatos e Marconi (2003).

Na fase de elaboração do plano de trabalho o problema a ser estudado foi identificado e as hipóteses foram enunciadas. As seguintes questões nortearam o ponto de partida: Quais são os impactos ambientais causados pela construção de barragens, enquanto obra de engenharia, para a geração de energia por hidrelétricas? De que modo estas construções modificam fauna e flora e afetam as comunidades em que são inseridas?

Já na etapa de identificação do material de estudo, fez-se um levantamento das obras (livros, artigos, periódicos, sites, entre outros) relacionadas à problematização em questão e todas as vertentes que partiam deste ponto. Essas obras foram localizadas em bibliotecas, sites e outras plataformas online e reunidas na fase de compilação.

A partir do fichamento, executado na sequência, foi possível analisar e interpretar o material bibliográfico. Com base nesta análise e interpretação, a redação do texto foi realizada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

5.1.1 IMPACTOS AMBIENTAIS

Os problemas relacionados a construções de obras que envolvam a transformação do espaço permeiam uma série de conflitos. São numerosas as implicações ambientais que ainda são mal avaliadas e tratadas, na maioria dos casos, de modo negligente (FERREIRA NETO; SILVA; PEREIRA, 2012).

Chiossi (2013) destaca que ao projetar uma barragem é necessário que se faça um estudo das condições ambientais que predominam na dada região onde se pretende construir, bem como, uma avaliação dos impactos que a obra poderá exercer sobre o meio ambiente. Essas análises devem estar pautadas em normas pré-estabelecidas por órgãos regulamentadores tanto em nível federal como estadual.

A norma ISO 14000 considera fundamental, na interação meio ambiente/empreendimento, a caracterização dos aspectos ambientais, e explicita no seu item 4.3.1.: “A organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais se presume que ela tenha influência, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam ter impactos significativos sobre o meio ambiente. A organização deve assegurar que os aspectos relacionados a esses impactos significativos sejam considerados na definição de seus objetivos ambientais”. (CHIOSI, 2013. p. 313)

A figura 8 mostra uma tabela que relaciona as ações realizadas pelo homem e os seus respectivos impactos negativos gerados sob meio ambiente por efeito da construção e operação de reservatórios, seja qual for o uso para o qual serão destinados.

Figura 8. Possíveis impactos da implantação de um reservatório

AÇÕES	IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS
Desapropriação e remoção da população	Desalojamento das pessoas; desagregação familiar; mudanças de atividades; impactos culturais.
Instalação do canteiro de obras e alojamentos	Impactos culturais; disseminação de doenças; destinação dos dejetos; destinação do lixo.
Desmatamento	Desaparecimento da vegetação terrestre, inclusive da mata ciliar; danos à fauna; aumento da erosão do solo; assoreamento dos recursos hídricos; alteração no escoamento da água.
Exploração das áreas de empréstimo e jazidas	Retirada da vegetação; danos à fauna; alterações na topografia; mudança no escoamento das águas; incremento da erosão; emissão de poeiras e ruídos.
Usos do solo marginal ao reservatório e da água	Alterações no regime hidrológico; inundação de extensas áreas; afogamento da vegetação; alterações na qualidade da água; salinização da água devido à evaporação; prejuízos à fauna; inundação de benfeitorias e infraestrutura.
Barramento e acumulação da água	Movimentos de terra; erosão do solo; assoreamento e compactação do solo; mudanças no escoamento da água; circulação de veículos e máquinas pesadas; emissão de ruídos e poeiras; afugentamento de animais.
Obras Civas	Desaparecimento da vegetação terrestre, inclusive da mata ciliar; aumento da erosão do solo; assoreamento dos recursos hídricos; alteração no escoamento da água.
Barramento e acumulação da água	Alterações no regime hidrológico; inundação de extensas áreas; afogamento da vegetação; alterações na qualidade da água; salinização da água devido à evaporação; prejuízos à fauna; inundação de benfeitorias e infraestrutura.
Usos do solo marginal ao reservatório e da água	Desmatamento; erosão do solo; assoreamento; caça e pesca predatórias; geração de resíduos sólidos e líquidos; empobrecimento do solo; salinização; usos múltiplos conflitantes; lançamento de resíduos de embarcações.

Fonte: Ministério da Integração Nacional, 2005.

O item “obras civis” na tabela acima relaciona os principais impactos que deverão ser avaliados na implantação de barragens. Entretanto, dependendo de fatores como o porte do reservatório e sua localização, alguns desses impactos poderão não ter uma ocorrência significativa, assim como a aparição de outras consequências negativas terá de ser considerada (BRASIL 2005).

5.1.2 IMPACTOS SOCIAIS

A criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA culminou em uma mudança significativa em um cenário triste no que diz respeito à percepção dos impactos causados pelas atividades que causam danos ao meio ambiente, como é o caso da construção de barragens para hidrelétricas (SOARES, 2009).

Soares (2009) ainda infere que antes do CONAMA não existia nenhum movimento significativo que levasse em consideração esses impactos. A construção de usinas hidrelétricas era vista como um projeto positivo que acarretaria o bem estar da população e o desenvolvimento da região onde seriam inseridas.

Entretanto, quando um barramento de um dado curso de água é feito com o intuito de gerar eletricidade, uma grande área é inundada e os habitantes do espaço que agora será ocupado pela hidrelétrica precisam ser retirados. Nesse processo, os habitantes desses locais recebem indenizações pela perda de suas propriedades. Soares (2009) lembra, no entanto, que para o cálculo do valor dessas indenizações são considerados apenas o valor da propriedade, as benfeitorias e os cultivos ali produzidos.

Mas, cabe o questionamento: e o custo social desse deslocamento? A história e a cultura do povo, as memórias de experiências vividas naquele local, não são levadas em consideração. Sem o direito de escolha, essas pessoas são praticamente obrigadas a receber o dinheiro da indenização e deixar seus locais de origem, seus meios de vida, que na maioria dos casos são a agricultura e pesca, e reconstruírem suas vidas em outro lugar.

Magalhães Junior et al. (2016) ressalta que algumas mudanças sociais começam a acontecer antes mesmo de a barragem ser implantada. Na fase de planejamento da obra, com a chegada das diversas classes de profissionais ocorrem inúmeras transformações no cenário social regional, tanto pelo aspecto econômico como sociocultural.

Neste sentido, é importante observar o fato de que pode ser que a cidade não esteja devidamente preparada para receber a grande quantidade de operários e novos profissionais, com suas respectivas famílias, que se deslocarão para construção da usina. Este deslocamento é justificado pelo fato de que na maioria destas obras, a região não oferta mão de obra qualificada suficiente para completar todas as vagas necessárias para suas execuções.

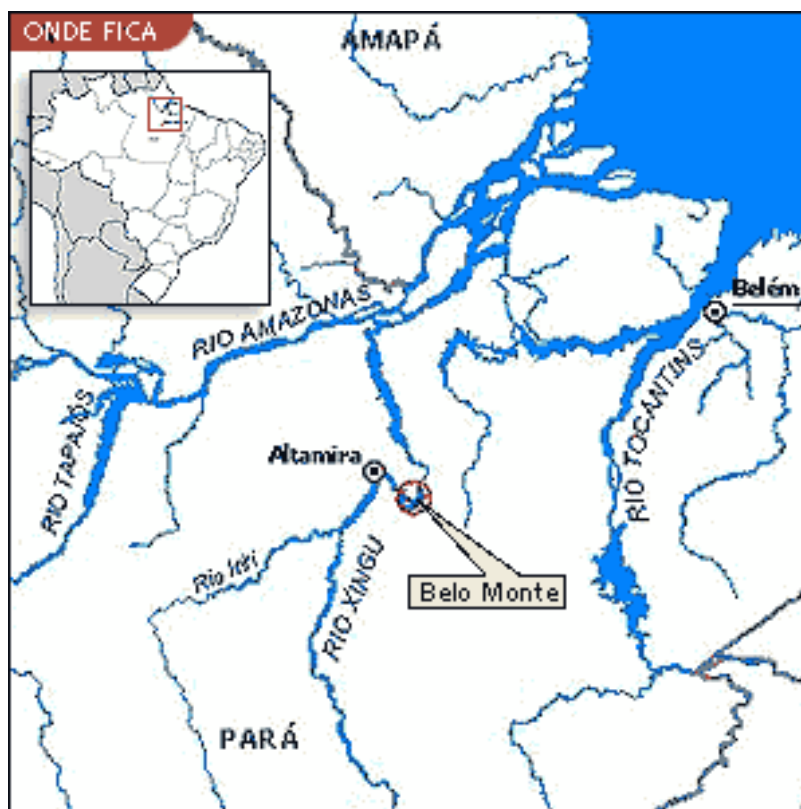
No entanto, para atender às necessidades adquiridas por consequência da vinda desses trabalhadores é preciso que novos empreendimentos como escolas, hospitais, estradas, estabelecimentos comerciais, entre outros, sejam construídos acarretando uma mudança nos hábitos e costumes da população local.

5.2 O CASO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE

5.2.1 CARACTERIZAÇÃO

A Usina Hidrelétrica Belo Monte está localizada no município de Altamira, sudoeste do Pará. A figura 9 mostra um mapa que indica a localização da usina.

Figura 9. Mapa de Localização da Usina Hidrelétrica Belo Monte



Fonte: Cartografia das controvérsias sobre a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (2018).

Após um leilão de concessão do empreendimento ocorrido em 20 de abril de 2010, a implantação e operação da Usina Hidrelétrica Belo Monte está sob a responsabilidade da Norte Energia S.A. – Sociedade de Propósito Específico (SPE) formada após o leilão anteriormente citado. A hidrelétrica está em funcionamento desde abril de 2016 e conta com 14 de suas 24 unidades geradoras em atividade, sendo oito na Casa de Força Principal e seis na Casa de Força Complementar (NORTE ENERGIA, 2017).

Segundo o Portal Brasil (2016) a usina Belo Monte é a maior hidrelétrica 100% nacional e a terceira maior do mundo. Sua capacidade instalada é de 11.233,1 megawatts (MW), o que se estima ser suficiente para atender 60 milhões de pessoas em 17 Estados brasileiros, o que representa algo em torno de 40% do consumo elétrico residencial de todo o Brasil.

Figura 10. Usina Hidrelétrica de Belo Monte



Fonte: Norte Energia, 2017.

5.2.2 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DA HIDRELÉTRICA

A instalação da infraestrutura da Usina de Belo Monte, em julho de 2010, nas cidades de Altamira, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio, no estado do Pará, acarretou uma forte discussão por parte da sociedade e através das mídias e imprensa televisiva que destacaram a perda irreversível de espécies da fauna e flora

local e o desvio do leito original do rio Xingu que contribuiu para a diminuição da oferta de água.

Essas discussões giraram em torno também das inundações ocorridas que ocasionaram a perda de áreas pesqueiras e provocaram o aumento dos custos da atividade, inviabilizando-a como fonte de renda principal para as famílias daquela região.

Em outubro de 2009 foi publicado o Painel de Especialistas - Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte, que se trata um documento produzido por 24 autores e 14 colaboradores, sendo estes especialistas vinculados a diversas Instituições de Ensino e Pesquisa que identificaram e analisaram, de acordo com suas áreas de especialidade, graves problemas e sérias lacunas no EIA (Estudo de Impacto Ambiental) de Belo Monte.

Esta análise permitiu constatar que os impactos causados pela implantação de Belo Monte são muito maiores do que os que o EIA apontou. Lisboa e Zagallo (2010) destacam que estes impactos não são contemplados pelos programas e medidas propostos, sendo em alguns aspectos irreversíveis. Abaixo estão listados alguns problemas apresentados pelo Painel de Especialistas e destacados por Lisboa e Zagallo (2010):

- a) Subdimensionamento da população atingida e área afetada;
- b) Risco de proliferação de doenças endêmicas;
- c) Ausência de estudo sobre índios isolados;
- d) Hidrograma ecológico não-baseado nas necessidades dos ecossistema;
- e) Subdimensionamento das emissões de metano;
- f) Ameaça de Extinção de Espécies endêmicas no Trecho de Vazão Reduzida;
- g) Ausência de análise de impacto declusas;
- h) Perda irreversível de biodiversidade;
- i) Ausência de análise de impactos a jusante da usina;
- j) Análise insuficientes sobre impacto da migração sobre desmatamento e terras indígenas;
- k) Ausência de análise sobre impactos associados ao assoreamento no reservatório principal.

Fearnside (2015) afirma que o ponto principal das discussões que a construção de Belo Monte propõe é mais profundo que os impactos diretos no local do reservatório. Para ele, em condições ideais de Brasil, a hidrelétrica poderia até chegar a produzir grande parte dos benefícios que seus apoiadores elencam. Entretanto, considerando o Brasil nas condições reais que vive, deve-se entender Belo Monte mais como uma geradora de impactos ambientais e sociais desastrosos do que como um benefício à população brasileira.

5.2.2.1 IMPACTOS SOCIAIS

Barcelos e Barros (2017) afirmam que mesmo depois de muitos anos após o início das obras em 2011, Belo Monte ainda sofre com as fortes consequências sociais que a implantação da usina acarretou. Os autores ressaltam que os problemas vão desde a falta de implementação do saneamento básico urbano (Figura 11) a questões relacionadas à construção de escolas e postos de saúde, bem como, más condições do reassentamentos das famílias removidas.

Figura 11. Falta de saneamento básico em regiões próximas à Usina Hidrelétrica de Belo Monte.



Fonte: Projeto Colabora (2017)

A Norte Energia afirmou ter atendido um total de 9923 famílias (reassentadas ou indenizadas) sendo 7405 famílias na área urbana e 2518 na área rural. No entanto, a unidade da Defensoria Pública da União (DPU) instalada em Altamira – PA para atender as famílias afetadas pela implantação de Belo Monte tinha, em maio de 2016, 700 casos de pedidos de reassentamento ou indenização em análise, a grande maioria desses casos era de pessoas que não tinham como comprovar a posse sob as terras atingidas (CRAIDE, 2016).

Magalhães et al. (2009) destacam que o EIA do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte subestima a população atingida, bem como, os impactos de sua construção. Segundo as autoras, a delimitação da população proposta no EIA está relacionada aos parâmetros de delimitação física da área e, para tanto, dividida em área de influência indireta, área de influência direta e área diretamente afetada. Todos os municípios incluídos na região de influência indireta estariam fora dos programas de compensação.

Nesta perspectiva, muitos agricultores teriam suas terras parcialmente engolidas pela obra, no entanto, por não se caracterizarem como parte da área diretamente afetada, que constitui a área efetivamente ocupada pelo lago e pelos canteiros, teriam seus casos avaliados apenas posteriormente (MAGALHÃES et al., 2009).

É importante ressaltar que, embora parte da população atingida tenha recebido um valor indenizatório pelas terras inundadas, as questões culturais, as memórias e as experiências de vida construídas naquele local são perdas irreparáveis. Sem a posse do território onde antes viviam as novas gerações não terão acesso às características culturais de seus povos e estas serão perdidas (BELO..., 2016).

Um grande número de pescadores e ribeirinhos, que viviam ao longo do rio Xingu, foram praticamente forçados a deixar suas casas, suas realidades, e se mudar para reassentamentos urbanos construídos pela Norte Energia. A figura 12 ilustra a situação precária de um desses reassentamentos.

A figura 13 mostra um ribeirinho trabalhando em uma região irregular para ocupação em Belo Monte. Mesmo sendo zonas protegidas pela Norte Energia, estes locais ainda são frequentados por habitantes da região que dependem da pesca com única fonte de renda e, portanto, de sobrevivência própria e de suas famílias.

Figura 12. Reassentamento Jatobá, onde foram construídos 1.100 lotes para famílias removidas por Belo Monte.



Fonte: ESTRONIOLI (2015).

Figura 13. Trabalho clandestino às margens de área de protegida em Belo Monte.



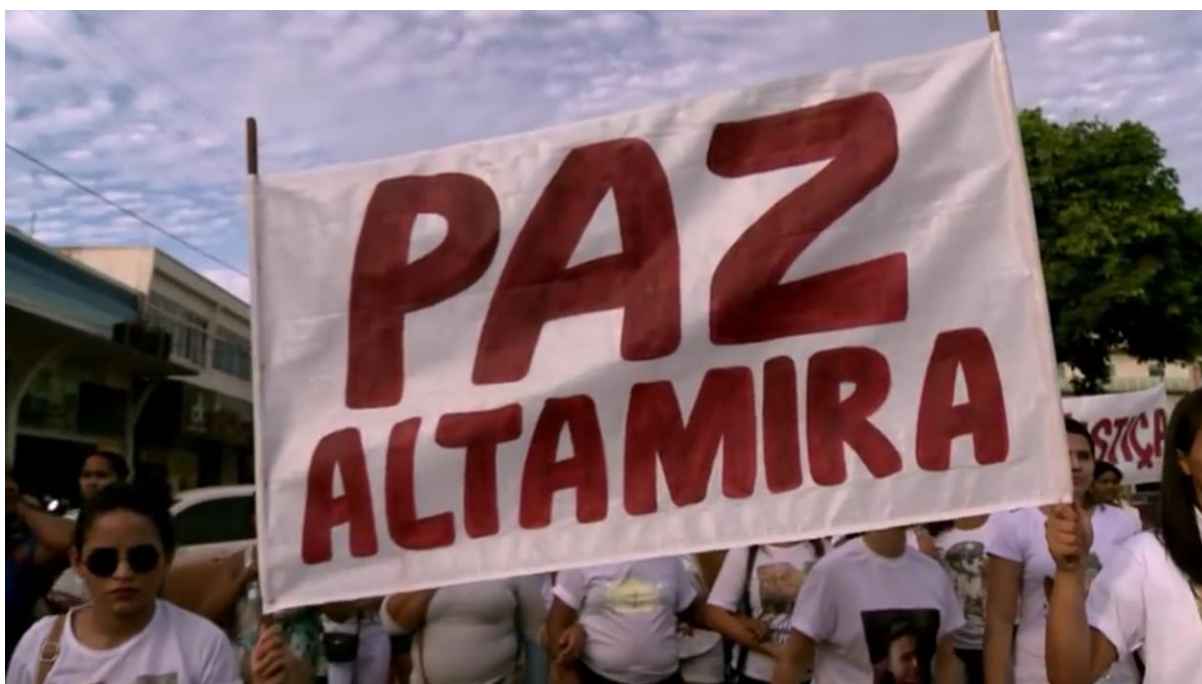
Fonte: Belo Monte depois da inundação (2016).

Por conta dos altíssimos custos de manutenção e da precariedade das construções, muitas pessoas estão saindo do RUC – Reassentamento Urbano Coletivo, vendendo ou alugando as casas e indo morar em outros lugares por não terem condições financeiras de se manter no reassentamento (BELO..., 2016).

Partindo para uma nova análise, pode-se observar que as obras de Belo Monte acarretaram uma grande necessidade de contratação de mão de obra para a construção da barragem. Estima-se que a população de Altamira tenha saltado de 80 mil habitantes para 150 mil. A cidade não estava preparada para tão grande boom populacional e as consequências foram muitas, dentre as quais se pode destacar o crescimento dos índices de criminalidade, que apontam que a taxa de homicídio praticamente dobrou, e o aumento de 140% no número de acidentes de trânsito (BELO..., 2016).

A figura 14 ilustra uma manifestação feita por parte da população de Altamira que protestava contra a violência instaurada na cidade.

Figura 14. Moradores de Altamira vão às ruas pedir pelo fim da violência na cidade.



Fonte: Belo Monte depois da inundação (2016).

Com a conclusão das obras de Belo Monte, milhares de trabalhadores foram demitidos, o que também acarretou um forte impacto sob o modo de vida da população. Grande parte desses trabalhadores demitidos retornou ao seu lugar de

origem, impactando diretamente a economia local que havia se estabilizado pós-boom populacional. A outra parcela que ficou em Altamira, e não conseguiu um novo emprego, contribuiu para o aumento da taxa de desemprego já existente (BELO..., 2016).

Os impactos de Belo Monte não cessam por aí. O art. 231 da Constituição Federal de 1988 assegura, em seu parágrafo terceiro, que o aproveitamento dos recursos hídricos em terras indígenas só pode ser efetivado sob autorização do Congresso Nacional, se as comunidades afetadas forem ouvidas (BRASIL, 1988). No entanto, em 2005, um decreto legislativo aprovou o projeto de construção da hidrelétrica sem consultar os indígenas.

Neste sentido, Araújo, Pinto e Mendes (2014) destacam que a perda indígena ocasionada por Belo Monte não se restringe somente às alterações do modo de vida dessas comunidades, mas envolve a destruição da identidade e do direito a preservação da memória desse povo. Para eles a segurança do patrimônio material e imaterial das Nações Indígenas foi ameaçada pela usina, visto que sítios arqueológicos, cemitérios e locais sagrados foram afogados pelas águas do rio Xingu e, conseqüentemente, apagados da história.

A figura 15 ilustra as manifestações feitas pelos grupos indígenas contra a implantação da Usina de Belo Monte.

Figura 15. Grupos indígenas protestam contra a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.



Fonte: BARNES (2012)

Sob outro ponto de vista, Belo Monte também desencadeia muitos questionamentos no que tange à saúde e segurança da população, visto que, o EIA não apresentava uma avaliação precisa dos efeitos que a construção e operação da hidrelétrica trariam à saúde da população (COUTO; SILVA, 2009).

Segundo Couto e Silva (2009), as falhas de análise dos riscos à saúde vão desde a falta da construção do inventário das substâncias químicas presentes no processo produtivo da energia elétrica até a não observância de pontos importantes, como: os fatores ambientais que causam significativo impacto sobre a saúde humana, a avaliação sobre a morbidade e mortalidade e a estimativa de exposição das populações aos riscos.

5.2.2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS

As implicações de Belo Monte não são exclusivas de cunho social. Pelo contrário, grandes danos foram gerados ao meio ambiente, alguns deles, irreversíveis.

Uma das faces deste problema diz respeito à mortandade dos peixes. A região da floresta amazônica que permanece alagada mesmo na estiagem dos rios é chamada pelos ribeirinhos de igapó. Esta é uma área que costuma acumular uma quantidade significativa de peixes que ficam sobre o espelho d'água e se alimentam dos frutos das árvores. Entretanto, após a implantação da barragem da hidrelétrica, os jurunas (grupo indígena situado a baixo do rio Xingu, no Pará, na Terra Indígena Paquichamba) afirmam que esta região não fica mais inundada (G1, 2016).

A Norte Energia foi, em 2016, multada em R\$35,3 milhões pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA). Constatou-se que 16,2 toneladas de peixes foram mortas durante o enchimento do reservatório da hidrelétrica de Belo Monte. A figura 16 ilustra este fato. No mesmo ano, a empresa foi multada pelo descumprimento de uma das condicionantes da Licença de Operação (LO) e por ter afirmado falsamente que havia efetuado a contratação de trabalhadores para o resgate do conjunto de peixes daquela região biogeográfica (IBAMA, 2016).

Figura 16. Peixes mortos no Rio Xingu em decorrência da implantação de Belo Monte.



Fonte: ABRAPCH (2016)

Em 2017, a Norte Energia já havia sido autuada pelo menos outras 27 vezes pelo IBAMA, totalizando um valor de R\$ 76.183.605,60 em multas (IBAMA, 2017).

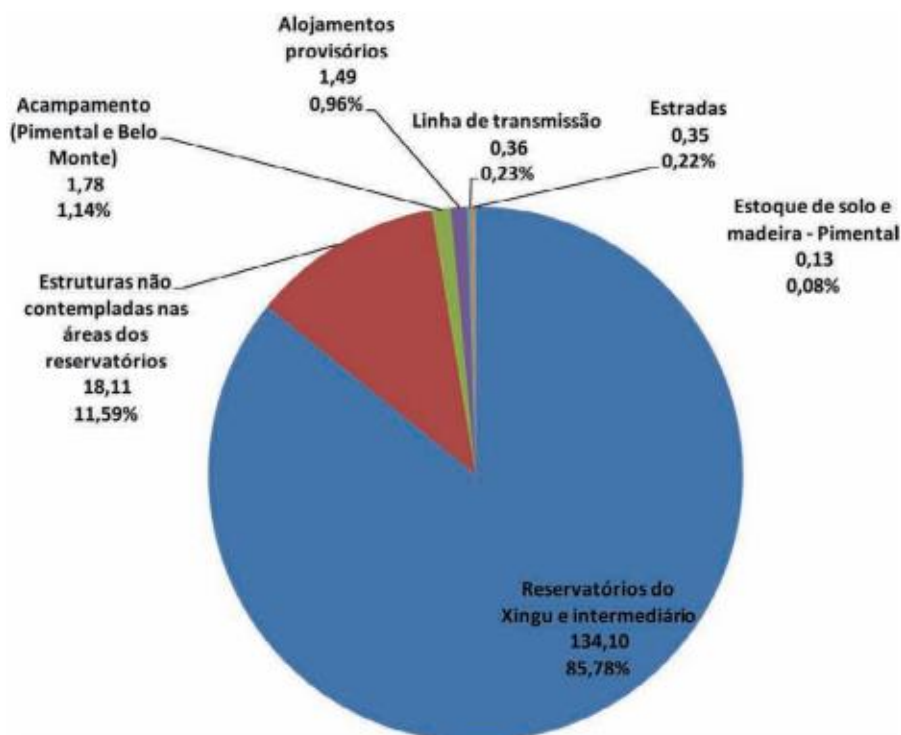
Em 2018, o mesmo órgão solicitou à Norte Energia a paralização dos testes das novas turbinas da usina em virtude da continuidade dos acontecimentos de morte de peixes. Segundo Borges (2018) a decisão do IBAMA foi tomada com base na averiguação de que a cada acionamento das máquinas, milhares de peixes são mortos, inclusive no período de desova. Técnicos do órgão ambiental confirmaram que o problema tem tido continuidade mesmo após as medidas de mitigação anteriormente tomadas pela empresa.

Outra vertente da grande teia de danos ambientais é a questão do desmatamento. A figura 17 apresenta um gráfico que relaciona a área projetada pela, Norte Energia, para desmatamento direto para a instalação da UHE Belo Monte. Os dados mostram que a contribuição mais significativa para o desmatamento na região seria a construção dos reservatórios.

Com os desmatamentos as margens do rio e remoção de estruturas geológicas na área do represamento, ocorre a desconstrução da estrutura geomorfológica do canal fluvial, uma vez que novas ilhas

fluviais surjam e outras desapareçam. Somam-se ainda os impactos negativos na biodiversidade local, que terá que adaptar-se às novas áreas estabelecidas, ou mesmo desaparecerão sem habitat adequado (FREIRE, 2014, p. 3).

Figura 17. Área desmatada (em Km² e %) de acordo com cada ação executada em Belo Monte.



Fonte: Barreto et al. (2011).

Os vários processos construtivos indiretamente ligados à construção de Belo Monte também geram impactos no meio ambiente. A construção de edificações e pavimentação nas ruas, por exemplo, necessárias devido ao grande crescimento populacional, ocasionaram a impermeabilização do solo, a derrubada da vegetação e a instalação de fossas sépticas sem o rigor adequado, contaminando assim o lençol freático (FREIRE, 2014).

Freire (2014) ainda destaca que os impactos relacionados ao rio Xingu se deram principalmente pela junção dos elementos de barragem, reservatório, tomada d'água e casa de força. O principal problema identificado está relacionado diretamente com o represamento e desvio de parte das águas do Xingu, bem como, a mudança no nível das águas. Ele demonstra que estes fatores implicam diretamente na dinâmica do relevo fluvial, modificando a disposição de sedimentos.

A figura 18 mostra uma parte do Rio Xingu que teve seu nível de água diminuído impossibilitando a navegação.

Figura 18. Partes do Rio Xingu têm níveis de água diminuídos.



Fonte: Instituto Socioambiental (2016)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente trabalho, foi possível compreender os principais conceitos que norteiam o projeto e a execução de uma barragem, bem como, analisar os principais impactos socioambientais gerados pela construção de uma obra deste porte, destacando o caso da implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e seus consequentes impactos sobre o meio ambiente e a sociedade local.

Mesmo ainda sendo entendida como uma alternativa limpa e com características sustentáveis, e tendo o Brasil um vasto potencial para o aproveitamento deste tipo de geração, a exemplo de Belo Monte, pode-se perceber que, em alguns casos, as questões socioambientais devem prevalecer sobre os demais fatores.

Neste sentido, as energias alternativas como, a eólica, a solar e a proveniente da biomassa, apresentam-se como fontes muito mais vantajosas em relação à hidráulica por implicarem em menores riscos ao meio ambiente e por possuírem um enorme potencial de geração a ser aprimorado, mesmo que ainda sejam muito pouco exploradas.

Portanto, a partir desta análise, é possível realizar-se futuramente estudos que destaquem a importância do investimento na implantação de fontes alternativas de energia, como as anteriormente citadas, permitindo o entendimento e a implementação de metodologias que concedam a possibilidade de gerar energia elétrica com o mínimo de dano ao meio ambiente e às sociedades envolvidas.

REFERÊNCIAS

ABRAPCH - Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas. **O que são PCHs e CGHs.** 2016. Disponível em: <<http://www.abrapch.org.br/pchs/o-que-sao-pchs-e-cghs>>. Acesso em: 19 mar. 2018

ABRAPCH - Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas. **IBAMA multa Belo Monte em R\$ 27 mi por morte de peixes.** 2016. Disponível em: <<http://www.abrapch.org.br/noticias/557/ibama-multa-belo-monte-em-r-27-mi-por-morte-de-peixes>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA - IEA. **Atlas de Energia da IEA.** 2017. Disponível em: <<http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1118783123/3>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Energia Eólica. In: (ANEEL), Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** Brasília: Aneel, 2002. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.

ALCOFORADO, Fernando. **A Ciência e os avanços do conhecimento em energia.** 2016. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/ci%C3%A4ncia-e-os-avan%C3%A7os-do-conhecimento-em-energia-fernando-alcoforado>> Acesso em: 04 dez. 2017.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **Energia Solar Concentrada.** 2014. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2014/03/21/energia-solar-concentrada-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

ARAÚJO, Mayara Moreno Vasconcelos; PINTO, Karina de Jesus; MENDES, Flávio de Oliveira. **A Usina de Belo Monte e os impactos nas terras indígenas.** 2014. Disponível em: <A Usina de Belo Monte e os impactos nas terras indígenas>. Acesso em: 23 mar. 2018.

BANCO DE INFORMAÇÕES DE GERAÇÃO - BIG (Brasil). Aneel. **Matriz de Energia Elétrica.** 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

BARCELOS, Iuri; BARROS, Ciro. **Depois de Belo Monte.** 2017. Disponível em: <<https://apublica.org/2017/11/depois-de-belo-monte/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BARNES, Taylor. **An Earth Summit Draws on Oil, Mining and Utility Largess (NYT).** 2012 Disponível em: <<http://www.internationalrivers.org/resources/an-earth-summit-draws-on-oil-mining-and-utility-largess-nyt-7587>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BARRETO, Paulo et al. **Risco de desmatamento associado à hidrelétrica de Belo Monte.** Belém: Imazon, 2011.

BELO Monte depois da inundação. Direção de Todd Southgate. Roteiro: Todd Southgate. S.I.: 2016. (54 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bw4eHUVIMAk&t=685s>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

BERMANN, Célio. **Energia no Brasil, Para que? Para quem?: crise e alternativa para um país sustentável.** Editora Livraria da Física, 2002.

BORGES, André. **Morte de peixes paralisa turbinas de Belo Monte.** 2018. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,morte-de-peixes-paralisa-turbinas-de-belo-monte,70002224592>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semiárido. **Diretrizes ambientais para projeto e construção de barragens e operação de reservatórios.** / Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-arido. – Brasília: Bárbara Bela Editora Gráfica e Papellaria Ltda., 2005.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). 2014.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2011/11/painel-intergovernamental-sobre-mudancas-climaticas-ipcc>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

CARTOGRAFIA DAS CONTROVÉRSIAS SOBRE A CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE. **Mapa da localização da usina de Belo Monte.** Disponível em: <<https://usinabelomonte.wordpress.com/imagens/mapa-da-localizacao-da-usina-de-belo-monte/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

CAVALCANTE NASCIMENTO, Thiago; TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA, Andréa; KINDL DA CUNHA, Sieglinde. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 10, n. 3, 2012.

CECH, Thomas V.. **Recursos Hídricos: História, Desenvolvimento, Política e Gestão.** 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 428 p.

CHIOSSI, Nivaldo. A Geologia de Engenharia em Barragens. In: CHIOSSI, Nivaldo. **Geologia de engenharia.** 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Cap. 13. P. 245-276.

COSTA, Walter Duarte. **Geologia de Barragens.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 350 p.

EPE, NOTA TÉCNICA. Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira. **Nota Técnica da EPE, Rio de Janeiro**, 2012.

ESTRONIOLI, Elisa. **Belo Monte vai remover 2.000 famílias em dois meses em Altamira**. 2015. Disponível em: <<http://amazoniareal.com.br/belo-monte-vai-remover-2-000-familias-em-dois-meses-em-altamira/>>. Acesso em: 23 mar. 2018

FEARNSIDE, Philip M. Barragens na Amazônia: Belo Monte e o desenvolvimento hidrelétrico da bacia do rio Xingu. **HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA**, p. 231, 2015.

FERREIRA NETO, Michele; SILVA, Paulo César Mendes da; PEREIRA, Ronildo Alcântara. Impactos sócio-ambientais causados pela construção de barragem: estudo de caso Acauã – PB. **Scire**, v. 1, n. 1, p.1-10, ago. 2012. Disponível em: <<http://www.revistascire.com.br/artigo/2012/SETEMBRO/IMPACTOSPELACONSTRUCAODEBARRAGEM.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

FREIRE, Luciana Martins. **Impactos ambientais no rio Xingu diante da implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no estado do Pará**: subsídios para o planejamento ambiental. 2014. Disponível em: <www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1748/1636>. Acesso em: 27 mar. 2018.

G1. **Construção de Belo Monte afeta a vida de comunidades no sudoeste do Pará**. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/05/construcao-de-belo-monte-afeta-vida-de-comunidades-no-para.html>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

GOLDEMBERG, José. Biomass and energy. **Química nova**, v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

GREENPEACE (Brasil). **Energias Renováveis contra o Aquecimento Global**. 2018. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **IBAMA multa Norte Energia em R\$ 35 milhões por mortandade de peixes em Belo Monte**. 2016. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/noticias/58-2016/171-ibama-multa-norte-energia-em-r-35-milhoes-por-mortandade-de-peixes-em-belo-monte>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Norte Energia é autuada em R\$ 7,5 milhões e recebe multas diárias de R\$ 810 mil por descumprir exigências do licenciamento de Belo Monte**. 2017. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/noticias/422-2017/1071-norte-energia-e-autuada-em-r-7-5-milhoes-e-recebe-multas-diarias-de-r-810-mil-por-descumprir-exigencias-do-licenciamento-de-belo-monte>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Belo Monte, o que fizeram de nós?** 2016. Disponível em: <<http://www.medium.com/@socioambiental/belo-monte-o-que-fizeram-de-nó-37c4c90b4805>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india>. Acesso em: 11 dez. 2017.

LISBOA, Marijane Vieira; ZAGALLO, José Guilherme Carvalho. **Violações de Direitos Humanos no Licenciamento da Usina Hidrelétrica de Belo Monte**. 2010. Disponível em: <<http://www.xinguvivo.org.br/wp-content/uploads/2010/10/Relatorio-da-Plataforma-DHESCA-sobre-violações-dos-direitos-humanos-do-projeto-Belo-Monte.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MAGALHÃES JUNIOR, Carlos Alberto de Oliveira et al. **Aspectos sociais na avaliação de impactos de construção de barragens em ambientes fluviais**. 2016. Maringá - PR. Disponível em: <<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/download/1/13>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

MAGALHÃES, Sônia; MARIN, Rosa Azevedo; CASTRO, Edna (2009). **Análise de situações e dados sociais, econômicos e culturais**. Em: Painel de Especialistas (2009): Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte, International Rivers, pp. 23-35.

MALICO, Isabel. Energia da biomassa. **Geoboletim**, v. 7, p. 4-5, 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – Dezembro de 2016**. Brasília: MME, 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Resenha Energética Brasileira - Exercício de 2016**. Brasília: 2017. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energética+Brasileira+2017+-+ano+ref.+2016+\(PDF\)/13d8d958-de50-4691-96e3-3ccf53f8e1e4?version=1.0](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energética+Brasileira+2017+-+ano+ref.+2016+(PDF)/13d8d958-de50-4691-96e3-3ccf53f8e1e4?version=1.0)>. Acesso em: 05 fev. 2018.

MORAIS, Luciano Cardoso de. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e tendências futuras**. 2015. 136f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

MOREIRA, Ana Raquel Palatino. **Método de Execução de uma barragem**. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

NAIME, Roberto. **Análise dos Impactos Socioambientais de Barragens**. Revista Visão Socioambiental. 2009. Disponível em: <http://www.visaosocioambiental.com.br/site/index.php?options=com_content&task=view&id=557&Itemid=84> Acesso em: 10 dez. 2017.

NAIME, Roberto. **Impactos socioambientais de hidrelétricas e reservatórios nas bacias hidrográficas brasileiras**. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 7, n. 7, p. 1409-1422, 2012.

NEOSOLAR ENERGIA (São Paulo). **Energia Solar**. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar/>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

NORTE ENERGIA S.A. - SOCIEDADE DE PROPÓSITO ESPECÍFICO (SPE). **UHE Belo Monte: Geração de energia e desenvolvimento sustentável para o crescimento do Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://norteenergiasa.com.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, v. 149, p. 4-11, 2006.

PORTAL BRASIL. **Dilma inaugura usina hidrelétrica de Belo Monte**. 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2016/05/dilma-inaugura-usina-hidreletrica-de-belo-monte>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

PROJETO COLABORA. **Belo Monte põe Altamira no topo do Mapa da Violência**. 2017. Disponível em: <<http://www.projetocolabora.com.br/cidades/belo-monte-provoca-explosao-de-violencia-no-para/>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

RAVENA, Nírvea; TEIXEIRA, Eliana Franco. **Usina de Belo Monte: quando o desenvolvimento viola direitos**. Ponto de vista, nº 10, out. 2010.

RIO RENOVÁVEL (Rio de Janeiro). **Energia Solar Concentrada (CPS)**. Disponível em: <<https://riorenovavel.com/renewable-technologies/solar-energy/concentrated-solar-power-csp>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

SISTEMA FURNAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO. Eletrobrás. **Como funciona uma usina hidrelétrica?** Disponível em: <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemapfurnas/usina_hidr_fuciona.asp>. Acesso em: 13 mar. 2018

SOARES, Vânia Ribeiro. **Impactos sociais causados pela construção de hidrelétricas em populações ribeirinhas na Zona da Mata mineira: o caso específico da Usina Hidrelétrica Candonga - Rio Doce/ Santa Cruz Escalvado - Minas Gerais**. 2009. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/graduacaoocienciasociais/files/2010/11/IMPACTOS-SOCIAIS-CAUSADOS-PELA-CONSTRUÇÃO-DE-HIDRELÉTRICAS-EM-POPULAÇÕES-RIBEIRINHAS-NA-ZONA-DA-MATA-MINEIRA-Vânia-Ribeiro-Soares.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

SOLSTÍCIO ENERGIA (Campinas). **Qual a diferença entre a energia solar térmica e a fotovoltaica?** Disponível em: <<https://www.solsticioenergia.com/2017/05/22/energia-solar-termica-e-fotovoltaica/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

TERCIOTE, Ricardo. A energia eólica e o meio ambiente. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.