

CENTRAIS HIDROCINÉTICAS COMO MEIO PARA A REESTRUTURAÇÃO DEMOCRÁTICA DO SETOR ELÉTRICO

Luiza Fortes Miranda ^{a*}, Geraldo Lucio Tiago Filho ^a

^a CERPCH-UNIFEI, Itajubá, Minas Gerais, Brasil

* luiza@unifei.edu.br

Resumo: Com a crescente preocupação ambiental, o setor energético está em processo de mudança e avanços tecnológicos possibilitam aproveitamentos com menores impactos ambientais. Fazem parte desse processo de transição energética o desenvolvimento de tecnologias para uso de fontes renováveis e o incentivo de geração distribuída na matriz elétrica. Essa transição de cenário proporciona a possibilidade de uma reestruturação democrática do sistema elétrico. Aliar desenvolvimento tecnológico a mudanças socioeconômicas e políticas é um desafio essencial, que deve ser considerado durante esse período de transição. Fica claro que só a transição energética (que objetiva a redução de impactos ambientais) não garante a justiça e democracia energéticas; para obter uma 'transição justa' é preciso considerar a engenharia como instrumento que pode unir teoria acadêmica a conhecimentos e necessidades das comunidades. Nesse contexto, a tecnologia hidrocínética é apresentada como uma alternativa viável para aproveitamento hidrelétrico de baixo impacto ambiental e social. Centrais hidrocínéticas não utilizam barragens, pois a turbina é projetada para aproveitar a energia cinética dos rios e não a energia potencial; e, como suas potências são menores, são adequadas para geração distribuída. O presente artigo busca compilar informações e estudos de turbinas hidrocínéticas, além de abordar também o conceito de 'democracia energética', que tem se difundido na academia após ter surgido de movimentos populares. O estudo considera o contexto da América do Sul, com ênfase no caso brasileiro. A implementação de novas tecnologias de aproveitamento energético pode auxiliar na consolidação de sentido de sociedade das populações, inclusive daquelas de menor poder econômico, muitas vezes colocadas à margem das decisões.

Palavras-chave: Democracia energética. Transição energética. Tecnologia hidrocínética.

1 INTRODUÇÃO

O homem utiliza diversas formas de energia e para as mais variadas finalidades, mas o acesso a tecnologias que facilitam a vida humana a partir de aproveitamentos energéticos não é uniforme na sociedade. Assim, as decisões energéticas são hierarquizadas e muitas vezes afastam o homem da consciência sobre os instrumentos que utiliza.

Parte relevante do aproveitamento energético humano passa pela forma de energia *eletricidade*. As redes elétricas permitem a utilização da energia em distância da ordem de grandeza do sistema de transmissão. O sistema elétrico se baseia em geração, transmissão e distribuição e esses três componentes da indústria de eletricidade causam impactos sociais e ambientais. Dessa forma, a participação efetiva da sociedade nas decisões do setor elétrico impacta no setor e na cidadania vivenciada pelas populações.

Existem diversas formas de se gerar energia elétrica, a principal delas no Brasil é a geração a partir de aproveitamentos hídricos, que representam hoje mais de 60% da matriz elétrica brasileira (ANEEL, 2019). O aproveitamento hidrelétrico utiliza uma fonte interna, renovável e limpa, mas é conhecido que grandes hidrelétricas têm impacto social e ambiental relevante devido à necessidade de barragens e reservatórios. Uma alternativa para o aproveitamento hidrelétrico do potencial remanescente é a partir de centrais hidrocinéticas.

1.1 Breve explicação da tecnologia hidrocinética

Turbinas hidrocinéticas são turbinas que transformam energia cinética de correntes de água em potência de eixo – ao contrário de turbinas hidráulicas convencionais, não operam energia potencial. A equação da energia cinética (E_c) é dada na eq. (1):

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad [J] \quad (1)$$

Sendo m a massa e v a velocidade. A potência [Energia/Tempo] disponível (Pot_{disp}) no escoamento é dada na equação (2), sendo \dot{m} a quantidade de massa por unidade de tempo.

$$Pot_{disp} = \frac{1}{2}\dot{m}v^2 \quad [W] \quad (2)$$

O cálculo da vazão mássica, \dot{m} , é dado na equação (3), onde ρ é a massa específica do fluido e A é a área transversal ao fluxo.

$$\dot{m} = \rho Av \quad [kg/s] \quad (3)$$

Substituindo (3) em (2), chegamos na equação da potência disponível no escoamento, (4).

$$Pot_{disp} = \frac{1}{2}\rho Av^3 \quad [W] \quad (4)$$

A equação (4) representa, portanto, a potência que está disponível num dado escoamento de velocidade v , de fluido com massa específica ρ , numa dada área A (área da turbina, transversal ao escoamento).

A tecnologia de turbinas hidrocinéticas é análoga a turbinas eólicas (algumas referências que tratam desse assunto são Kumar e Saini (2016) e Laws e Epps (2016). Assim, sabemos que a velocidade do escoamento após a turbina não pode ser nula, ou seja, é impossível o aproveitamento total da Pot_{disp} pela turbina hidrocinética. Considerando esse aspecto, aparece um parâmetro importante tanto para turbinas hidrocinéticas quanto para eólicas: o coeficiente de potência (C_p), que é a porcentagem da potência disponível que é de fato transformada em potência de eixo (P_e) pela turbina, como mostra a equação (5) a seguir:

$$P_e = C_p \frac{1}{2}\rho Av^3 \quad [W] \quad (5)$$

A potência de eixo depende então da área da turbina, da velocidade ao cubo do escoamento, da massa específica do fluido e da capacidade da turbina em aproveitar a potência disponível. O C_p das máquinas pode, teoricamente, variar de 0 a 0,593 (limite de Betz).

A partir da equação (5), nota-se a vantagem das turbinas hidrocínéticas em relação às eólicas devido a maior massa específica da água, mas é preciso considerar que a limitação de área é maior para turbinas hidrocínéticas do que para as eólicas, geralmente. Além disso, como para as turbinas eólicas, é necessário estudo dos melhores locais para aproveitamento (locais de maior velocidade de escoamento).

1.2 Turbinas hidrocínéticas e turbinas convencionais

A água é um recurso renovável e interno do país, por isso sua utilização para geração de energia sempre foi uma alternativa interessante para países que têm esse recurso em abundância. Porém, quando pensamos no aproveitamento de recursos hídricos para geração de eletricidade é comum pensarmos apenas nas grandes usinas hidrelétricas, que são conhecidas pelos grandes impactos ambientais e sociais.

Usinas hidrelétricas convencionais necessitam de barragens, condutos forçados, grandes estruturas para a casa de máquinas, subestações elevadoras para transmissão da energia. Assim, para construção de usinas convencionais é comum que se alague grandes áreas (destruição de fauna, flora, questões sociais de reassentamento, conflitos com povos indígenas pelo território), além de causar impactos na vida e reprodução de peixes.

Já turbinas hidrocínéticas, por aproveitarem apenas a energia cinética dos rios, não necessitam de barragens, não represam água (evita o conflito de uso) e têm influência quase nula na vida dos peixes (AMARAL et al, 2011). É um tipo de aproveitamento que gera potências mais baixas do que as usinas hidrelétricas convencionais, por isso é adequado pensar em turbinas hidrocínéticas para geração distribuída, ligada diretamente à rede de distribuição (baixa tensão), ou mesmo para geração isolada.

Assim, não é possível resumir o aproveitamento hidrelétrico às grandes UHEs (Usinas Hidrelétricas, mais de 30MW instalados), é preciso considerar as possibilidades de aproveitamento de menor porte. Os aproveitamentos de menor porte são adequados à tendência de geração distribuída para ampliação da matriz elétrica brasileira, além de causarem menores impactos ambientais e sociais.

2 DEFINIÇÃO DE DEMOCRACIA ENERGÉTICA

Para compreensão deste trabalho é imprescindível ter consciência da definição de ‘democracia energética’ considerada, para que não se cometa o erro comum de utilização de termos que se propagam em textos acadêmicos ao mesmo passo que são esvaziados de seu sentido concreto. Assim, a definição do que se tomou por ‘democracia energética’ ao longo da produção do presente artigo evita que se perca a motivação desse termo, que surgiu antes como ação em movimentos sociais e apenas depois na academia (VEELEN e HORST, 2018). Assume-se, portanto, o risco de tratar de um assunto complexo de maneira demasiadamente superficial, com o logro de esclarecer o escopo do trabalho.

Ao pensar em democracia energética, podemos considerar o significado de democracia, como direção a ser seguida para liberdade humana, a partir de decisões ligadas à vida das pessoas. Assim, democracia passa a ter um papel constitutivo em decisões que anteriormente eram tratadas apenas nos campos técnicos e econômicos (SOVACOOOL et al. 2016). Ao mesmo tempo que a palavra democracia assume um significado amplo e não formal, é necessário que sejam construídos os instrumentos que permitem a concretização da democracia.

Na questão formal, a luta por democracia energética pode ser tratada como processo gradual. Com inserção de meios para exercício da cidadania por parte das populações. Trazer populações antes excluídas para a tomada de decisão no setor elétrico já pode ser uma

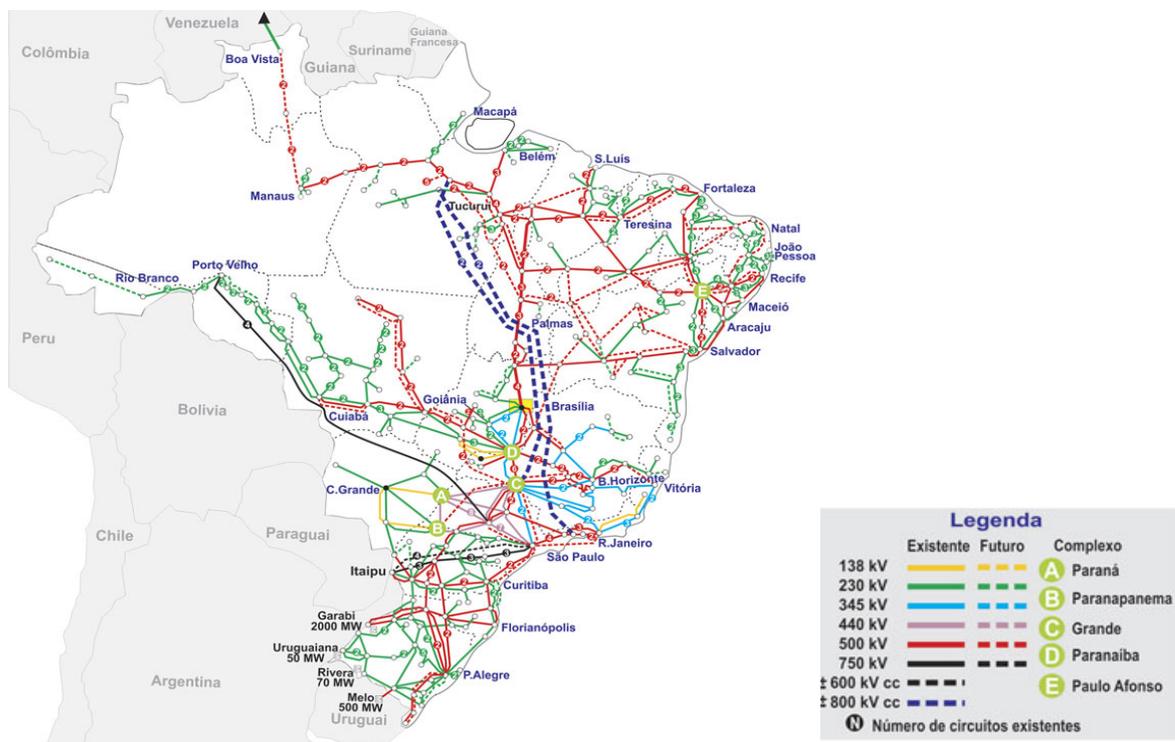
realidade, levando em conta os desenvolvimentos tecnológicos do setor (JENKINS, MCCAULEY e FORMAN, 2017). Mas, para diferentes realidades, medidas diferentes devem ser tomadas em prol da democracia energética, assim é imprescindível analisar o contexto tratado.

A democracia energética deve ser levada em conta ao se planejar o setor energético. A eletricidade ocupa papel relevante nesse setor, dessa maneira, a atenção para as formas de geração, transmissão e distribuição de eletricidade é crucial. A decisão dos meios tecnológicos pode ser meio de promoção da cidadania e ampliação de uma democracia concreta vivida por populações que hoje são excluídas das decisões. Essa democracia concreta só é possível quando se considera a democracia idealizada na concepção dos caminhos para o desenvolvimento tecnológico.

3 CONTEXTUALIZANDO O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) possui características ímpares que o diferencia de outros sistemas elétricos no mundo, apontam-se (TOLMASQUIM, 2016) como características: predominância de geração hidrelétrica com participação (cada vez menor) de usinas com capacidade de regularização e usinas em cascata; complementariedade de características hidrológicas entre as regiões; extenso sistema de transmissão de longa distância – o Sistema Interligado Nacional (SIN) tem dimensão continental.

Figura 1 - Integração eletroenergética do SEB, horizonte 2017



Fonte: ONS, 2019

A Figura 1 caracteriza o SEB. É possível notar que grande parte do país é abrangido pelo SIN, que é composto por quatro subsistemas, mas os estados do Amazonas, Acre e Roraima ainda possuem sistemas isolados.

A operação centralizada apresenta vantagens ao sistema predominantemente hidrelétrico, pois permite a utilização das usinas com reservatório de regularização para beneficiar não só a bacia dessa usina, mas todas as bacias integradas ao sistema. Para a complexa operação do

SIN existe o Operador Nacional do Sistema, que realiza o despacho das usinas de maneira idônea e independente.

Para segurança no fornecimento de eletricidade, considerando o aumento de demanda e para assegurar um ambiente adequado ao desenvolvimento industrial, é preciso o incremento da potência instalada no país. Países atualmente desenvolvidos já exploraram largamente seu potencial hidráulico, sendo que os países em desenvolvimento ainda possuem possibilidade de expansão nesse campo. O Brasil apresenta significativo potencial hidrelétrico a ser explorado, sendo que 70% desse potencial se encontra nos biomas da Amazônia e Cerrado, de complexas questões ambientais e sociais (TOLMASQUIM, 2016).

3.1 Universalização do acesso à energia elétrica

O acesso à energia elétrica é um fator importante para desenvolvimento social e, concomitantemente, econômico de um país. A universalização desse acesso é então agenda imprescindível para as políticas públicas. Os impactos do acesso à energia elétrica são inúmeros e desencadeiam infinitos outros efeitos, sendo então de difícil mensuração. Como aspectos mais evidentes cita-se a iluminação artificial, a possibilidade de utilização de eletrodomésticos, o aumento na praticabilidade de fornecimento de serviços de saúde e educação.

É instintivo pensar que as regiões mais carentes de acesso à energia elétrica são rurais. As populações locais desassistidas na distribuição de energia muitas vezes poderiam se beneficiar da utilização da energia elétrica para auxílio na agricultura familiar ou desenvolvimento de outra atividade econômica. Cita-se como exemplo a possibilidade de se utilizar forrageiras elétricas (mais baratas em custo inicial e manutenção do que as que utilizam combustíveis fósseis).

Em regiões caracterizadas por longos períodos de seca a eletrificação se mostra ainda mais indispensável, pois permite o uso de bombas em poços, viabilizando o uso da água para as pessoas, para irrigação de plantações e hidratação dos animais.

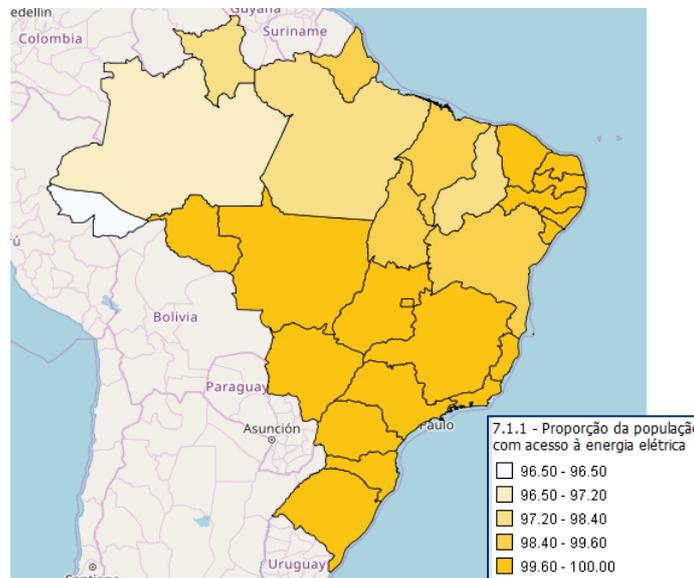
Com o acesso à eletricidade, a iluminação pública se torna viável e estudo recente (FALSETE, 2013) relaciona o acesso à energia elétrica à redução na criminalidade, especificamente nos casos de homicídios.

A eletricidade, então, permite o desenvolvimento social e aliada a condições econômicas favoráveis, movimentam expressivamente mercados; alguns dados quantitativos que representam essa importância econômica da eletricidade são apresentados na avaliação do Luz para Todos de 2009 (MME, 2009). O acesso à eletricidade deve, indubitavelmente, ser universalizado, sendo papel do Estado desenvolver políticas públicas que permitam essa universalização.

No Brasil, as políticas públicas de universalização do acesso à energia elétrica ganharam força a partir do programa Luz no Campo, em 2000. Esse primeiro programa teve sido substituído em 2003 pelo programa Luz para Todos. Esse segundo programa, com um modelo diferente e mais democrático, tem mostrado resultados positivos expressivos no desenvolvimento principalmente de zonas rurais. Com duração inicialmente prevista para apenas 5 anos, o Luz para Todos foi prorrogado diversas vezes e tem finalização prevista hoje para 2022.

O número de pessoas sem acesso à eletricidade é cada vez menor, graças à adoção de políticas públicas que priorizam a eletrificação. A Figura 2 a seguir mostra a faixa de porcentagem de população com acesso à energia elétrica por estado no Brasil em 2015 (IBGE, 2015).

Figura 2 Proporção da população com acesso à energia elétrica no Brasil por estado em 2015



Fonte: IBGE, 2015

As populações que ainda não têm acesso à energia elétrica (ou têm acesso precário e intermitente) se encontram em sua maioria em locais de difícil acesso. Portanto, é preciso encontrar soluções tecnológicas para garantir o acesso dessas pessoas à energia elétrica confiável e, de preferência, a partir de fonte renovável.

3.2 Possibilidades de integração energética

A indústria de gás natural e a de eletricidade apresentam características diferentes de outras indústrias, sendo consideradas indústrias de rede (possuem interdependência elevada entre os componentes da rede). Ao mesmo tempo que torna sua operação complexa, essa característica promove a possibilidade de integração regional. É possível também promover a transição energética para um modelo com menores impactos ambientais e socialmente adequado com integração regional (CINTRA, 2018). Existem casos de sucesso de integração energética na América Latina, devido à grande complementariedade entre as fontes nos diversos países (EPE, 2018).

A integração energética tem o papel de promover desenvolvimento econômico, segurança energética, sinergia entre outros setores estratégicos de diferentes países, incentivo a fontes renováveis de maneira sistêmica, entre outras vantagens. É evidente que para um planejamento adequado é preciso manter atenção na independência e soberania nacional.

Na América do Sul

Citando a integração na indústria de eletricidade entre países da América do Sul, a Empresa de Pesquisa Energética apresenta a Figura 3 para a integração elétrica na América do Sul (EPE, 2018).

Figura 3 - Experiência de integração elétrica na América do Sul

América do Sul	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	EQU	GUI	GFR	PAR	PER	SUR	URU	VEN
ARG													
BOL	S/C												
BRA	T	S/C											
CHI	T	S/C											
COL			S/C										
EQU					T								
GUI			S/C										
GFR			S/C										
PAR	G/T	S/C	G/T										
PER		S/C	S/C	S/C	S/C	T							
SUR			S/C				S/C	S/C					
URU	G/T		T										
VEN			T		T		S/C						

Legenda: G – Geração compartilhada.

T – Interconexão por linha de transmissão.

S/C – Países fronteiriços sem conexão.

 Países com estudos/projetos de integração referenciados em seus Planos Nacionais de Energia.

 Países não fronteiriços.

Fonte: EPE, 2018

A integração energética entre os países depende das ações diplomáticas. A União de Nações Sul-Americanas (UNASUL), por exemplo, apresentou documento (UNASUR, 2010) com objetivo de ampliar a integração energética entre os países participantes. Porém é conhecido que mediante descaso com essa organização intergovernamental e suas propostas, além do atrito ideológico entre governos, diversos países anunciaram saída da UNASUL, inclusive o Brasil.

4 ESTABILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA HIDROCINÉTICA NOS CONTEXTOS BRASILEIROS – REESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

Estamos diante de um processo inevitável de mudança do setor eletroenergético. Santos (2014) propõe que, em situações de mudança, o que está estabelecido tenta manter sua hegemonia, enquanto o novo encontra os caminhos para se tornar vigente. Um exemplo disso ocorreu na mudança do setor energético quando o petróleo assumiu o papel de principal fonte energética, ocupado anteriormente pelo carvão. Existem caminhos diversos para obtenção de uma matriz energética mais limpa e é relevante que esses caminhos sejam analisados e definidos, com o propósito de agregar desenvolvimento humano ao processo.

Temos pela frente a oportunidade de garantir o acesso à eletricidade para toda população, com segurança e a partir de fontes limpas, ao mesmo tempo que se ampliam as possibilidades de liberdade e democracia ao povo. Isso só é possível mediante interesse do Estado e dos movimentos populares em definir e efetivar esses caminhos.

Quando pensamos em geração distribuída e limpa, é preciso pensar em complementariedade de fontes. Não existe uma fonte energética ideal, todas acarretam

impactos ambientais, sociais e de operação do setor. Nesse contexto, a tecnologia hidrocínética aparece como uma fonte interessante pelo baixo impacto ambiental e possivelmente social que ocasiona, além de estabilidade operacional e previsibilidade maiores do que a eólica e solar, por exemplo.

É imprescindível reconhecer que o processo de decisão das fontes energéticas pode se beneficiar de decisões democráticas. Considerar as opiniões e necessidades efetivas de quem será diretamente atingido é um passo que não deve ser ignorado. Essa medida democrática só é possível mediante difusão de informações sobre o setor elétrico e as fontes de energia e criação de instrumentos democráticos adequados, promovendo a cidadania e aumento da coesão social.

Muito tem se discutido sobre as possibilidades de ampliação da geração distribuída e aumento do ambiente livre no setor elétrico brasileiro como possibilidade de ampliação da matriz elétrica de maneira limpa. Como um exemplo cita-se a Consulta Pública 33 do Ministério de Minas e Energia. Mas é preciso ir além e pensar em uma transição justa desse setor. Isso só é possível considerando as necessidades do povo, inclusive daqueles que vivem hoje à margem das decisões.

4.1 Sobre o papel da engenharia

Nesse contexto a engenharia aparece com papel central, visto que o setor elétrico contém aspectos técnicos irrefutáveis. Mas os aspectos sociais, econômicos e ambientais são tão irrefutáveis quanto os técnicos e devem ser encarados dessa maneira. A discussão interdisciplinar e com grupos de diferentes conhecimentos tem potencial de engrandecer o papel da engenharia e seus resultados.

A engenharia é imprescindível para encontrar soluções técnicas viáveis social, ambiental e economicamente. Para que isso ocorra, em um mundo globalizado e com cada vez mais especialização, a comunicação científica assume papel constitutivo da própria engenharia. É preciso que a ciência consiga se comunicar com os interesses das populações em diálogo e não de maneira impositiva, além de promover a interdisciplinaridade entre as ciências humanas e exatas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou trazer informações relevantes para se pensar na inserção de diferentes visões também na produção tecnológica – não só na apropriação das tecnologias criadas num contexto pouco democrático – especificamente na geração de energia.

A engenharia deve considerar não só os limitantes físicos (técnicos) da natureza, mas também os humanos, sociais. É claro para qualquer projetista que não podemos obrigar a água a se comportar como queremos para que nossa turbina tenha maior eficiência (e sim que devemos projetar a máquina para conseguir aproveitar o máximo da energia disponibilizada no rio). Com igual clareza devemos considerar as questões humanas como imprescindíveis na execução de projetos de engenharia, visto que as máquinas devem se adequar e servir à sociedade e não o oposto.

A adequação de tecnologias aos diferentes contextos só pode ser feita mediante trabalho interdisciplinar, em grupo. A especialização das ciências (que possibilita conhecimentos específicos de grande valor) deve ser aliada a um trabalho conjunto; não se deve separar de todo as ciências, visto que devem servir a um só propósito: o ser humano.

Essas considerações são imprescindíveis ao se pensar na engenharia como meio para promover o desenvolvimento de fato (que não é apenas econômico, mas também humano, social) no Brasil, um país caracterizado pela grande desigualdade social. Tendo a democracia

e a justiça social como linhas diretoras, a promoção de novas fontes de geração de eletricidade tem potencial relevante para esse propósito.

5.1 Trabalhos futuros

Considerando os assuntos abordados superficialmente nesse trabalho, surgem possibilidades interessantes de trabalhos futuros. Algumas delas são:

- Considerar os diferentes tipos de mercado de energia já definidos na academia. Estudar as possibilidades e implicações da mudança de um tipo de mercado para outro no contexto de um país de grande desigualdade social.
- Estudar a democracia energética e suas possibilidades nos países da América Latina. Estudos de democracia energética têm assumido importância crescente em países atualmente desenvolvidos devido às mudanças esperadas do setor energético e podem agregar conhecimento relevante para países de outros níveis econômicos, inclusive pela possibilidade de crescimento econômico mediante investimentos em infraestrutura do setor elétrico.
- Ampliar as pesquisas de hidrocínica no Brasil, considerando as aplicações já existentes e estudando o que pode ser melhorado para aumentar a estabilização dessa tecnologia nos contextos sociais brasileiros.
- Promover as diferentes fontes de energia renovável e limpa viáveis no Brasil, considerando as necessidades sociais e econômicas. Estudo da relação entre a sociedade e as novas tecnologias de geração de eletricidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energias Oceânicas e Fluviais (INEOF) e ao CNPq pela concessão de bolsas de pesquisa. Agradecem ainda ao Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH) pelo apoio à pesquisa e divulgação de informações sobre o setor elétrico e fontes renováveis de energia.

REFERÊNCIAS

AMARAL, S. *et al.* **Evaluation of Fish Injury and Mortality Associated with Hydrokinetic Turbines**. Report by Alden Research Laboratory. pp 108. 2011. Disponível em:

https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Evaluation_of_Fish_Injury_and_Mortality_Associated_with_Hydrokinetic_Turbines.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração: BIG**. 2019. Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm> Acesso em: 15 mar. 2019.

CINTRA, Roberta H. S. **Panorama e perspectivas das políticas públicas e normativas para a transição energética no contexto da UNASUL**. Tese (doutorado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Panorama e perspectivas sobre integração energética regional**. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados->

[abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Integracao%20Energetica%20Regional.pdf](#) Acesso em: 23 mar. 2019.

FALSETTE, F. O., **O impacto do programa de eletrificação no brasil na redução de homicídios**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Percentagem da população com acesso à eletricidade**. 2015. Disponível em: <https://indicadoresods.ibge.gov.br/objetivo7/indicador711> Acesso em: 23 mar. 2019.

JENKINS, Kirsten; MCCAULEY, Darren; FORMAN, Alister. **Energy justice: A policy approach**, Energy Policy, Volume 105, 2017, Pages 631-634, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.052> Acesso em: 24 mar. 2019.

KUMAR, Anuj; SAINI, R.P. **Performance parameters of Savonius type hydrokinetic turbine – A Review**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 64, 2016, Pages 289-310, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.005> Acesso em: 20 mar. 2019.

LAWS, Nicholas D.; EPPS, Brenden P. **Hydrokinetic energy conversion: Technology, research, and outlook**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 57, 2016, Pages 1245-1259. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.189> Acesso em: 20 mar. 2019.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Pesquisa Quantitativa Domiciliar de Avaliação da Satisfação e de Impacto do Programa Luz para Todos – Principais Resultados**. 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3042878/Pesquisa+Quantitativa+Domiciliar+de+Avalia%C3%A7%C3%A3o+da+Satisfa%C3%A7%C3%A3o+e+de+Impacto+do+Programa+Luz+para+Todos/49b511b8-5ce3-46db-aed7-11c9abe6dd4a;jsessionid=551760B88FA2B910A25A383296C44F6F.srv155> Acesso em: 23 mar. 2019.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico, “Mapas do SIN, horizonte 2017”, 2019. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas> Acesso em: 22 mar. 2019.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia**. 6ª edição, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014.

SOVACOOOL, Benjamin K. *et al.* **Energy decisions reframed as justice and ethical**, Nature Energy. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.24> Acesso em: 24 mar. 2019.

TOLMASQUIM, Mauricio T. (coord.), **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. – Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf> Acesso em: 22 mar. 2019.



UNASUR – Unión de Naciones Suramericanas. **Decisión para la aprobación de los lineamientos de la estrategia energética suramericana, los lineamientos del plan de acción para la integración energética regional y la estructura del tratado energético suramericano.** 2010. Disponível em:

http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_integracao/docs_UNASUL/DEC.2010.ESTRENERG.pdf Acesso em: 20 mar. 2019.

VEELEN, Bregje van; HORST, Dan van der. **What is energy democracy? Connecting social science energy research and political theory**, Energy Research & Social Science. Disponível em: Volume 46, 2018, Pages 19-28. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.010> Acesso em: 24 mar. 2019.