

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Leilões em Recursos Energéticos Renováveis (RER) e seu impacto na matriz de energia elétrica no Perú¹

Jean Agustin Velásquez Piñas², Osvaldo José Venturini³, Electo Eduardo Silva Lora⁴, Diego Luís Izidoro Silva⁵, Orly Denisse Calle Roalcaba⁶

¹Aceito para Publicação no 2º Trimestre de 2016.

²Engenheiro Químico e Pesquisador do Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída- NEST no Instituto de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, jean.velasquezp@gmail.com.

³Professor Doutor Associado II na Universidade Federal de Itajuba- UNIFEI, osvaldo@unifei.edu.br.

⁴Professor Doutor Titular na Universidade Federal de Itajuba- UNIFEI, electo@unifei.edu.br.

⁵Engenheiro Mecânico e Pesquisador no Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída- NEST no Instituto de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, diegolisilva@live.com.

⁶Consultant in Rural and Economic Development, Master en Business Administration (MBA) pela Southern Taiwan University of Science and Technology- República da China, orlydenisse@gmail.com.

RESUMO

As Energias Renováveis são tecnologias cuja utilização se tornou de muita importância nos últimos anos devido aos problemas de mudança climática no mundo. O presente artigo faz uma revisão e análise do efeito que os leilões em Recursos Energéticos Renováveis (RER) têm na matriz energética no Perú. Para isto é necessário compreender a legislação existente que enquadra o uso de energias renováveis e conhecer dados de produção de energia por fontes, para avaliar o comportamento da matriz energética. Observa-se que as mudanças na matriz energética na atualidade ainda são limitadas devido aos projetos que ainda não entram em fase comercial, no entanto, estes projetos irão gerar mudanças na matriz energética no Perú nos anos seguintes. Além disso, as tecnologias que estão mais desenvolvidas e que têm um preço menor dentro do mercado de energias renováveis são os projetos em energia hídrica e eólica.

Palavras-chave: Energia eólica, energia solar, energia de biomassa, energia hídrica

Auctions In Renewable Energy Resources (RER) and its impact on the energy matrix in Perú

ABSTRACT

Renewable energy are technologies that are becoming more important because of the environmental degradation and climate change. This article aims to review and analyze the effect that auctions in Renewable Energy Resources (RER) have in the energy matrix, to do this it is necessary to understand existing legislation framing the use of renewable energy and also know about the energy production data sources to assess the behavior of the energy matrix in the time. It is observed that the changes that the energy matrix had so far are still limited due to the projects do not come into commercial stage; however, these projects will generate changes in the energy matrix in Perú in the following years. In addition, the technologies that are more developed and have the lowest price within the renewable energy market are the projects in hydro and wind power.

Keywords: Wind power, solar energy, biomass energy, water energy

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma preocupação a nível mundial pelos impactos causados devido à mudança climática sobre as condições de vida das populações que moram geralmente em regiões geográficas mais vulneráveis (DROBINSKI et al., 2012). As mudanças climáticas pode afetar diferentes setores de um país, entre eles o setor industrial, agricultura, transporte, saúde e energia, tendo efeitos significativos na saúde e na economia das populações (SHONKOFF et al., 2011).

O setor eletricidade¹ a nível mundial é o maior produtor de dióxido de carbono com 48,4% do total de CO₂ produzido o qual representa 16.269.848 kt CO₂E (WORLD BANK, 2014). Segundo dados do Banco Mundial em 2011 a produção de eletricidade por meio de energias renováveis foi de somente 4,2%, mesmo assim o carvão segue sendo maior recurso usado para geração de energia elétrica a nível mundial que representa o 41,2% (WORLD BANK, 2014).

NoPerú o atual sistema elétrico está baseado geralmente em a geração centralizada o qual tem muita seguridade e estabilidade para a entrega de energia respeito ao sistema descentralizado, no entanto as perdas de energia por transporte de eletricidade são elevadas. O sistema centralizado é baseado principalmente em energia hidráulica de grandes projetos os quais em alguns casos geram de impactos ao médio ambiente.

O presente artigo apresenta uma análise das mudanças que se geraram na matriz elétrica noPerú, devido aos leilões de Recursos EnergéticosRenováveis (RER) produto de mudanças na legislação Peruana.

2. PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NO MUNDO

2.1. Energia solar

¹ Inclui geração de energia e produção de calor

As três principais tecnologias para o aproveitamento da energia solar para a produção de energia são a fotovoltaica, a termosolar e a solar termoelétrica. Para converter a energia solar em energia elétrica, são utilizadas células fotovoltaicas, os quais são semicondutores que convertem fótons de luz diretamente em eletricidade (NUCLEO DE ESTUDIOS DE ECONOMIAS DE BAIXO CARBONO, 2012). A energia termosolar é um sistema onde o coletor transforma a radiação solar em calor por meio de um fluido, como a água e transfere para armazenamento em reservatório termicamente isolado para posterior utilização. As usinas solares termoelétricas funcionam concentrando a radiação solar direta para aquecimento de um receptor, que, por sua vez, aquece um fluido. O calor absorvido pelo fluido é então transformado em energia mecânica, por meio de turbinas a vapor, por exemplo, e então convertido em energia elétrica (UCZAI, 2012).

2.2. Biomassa

Existem diferentes fontes para produção de energia a partir da biomassa as quais incluem: resíduos agrícolas; dejetos de animais; resíduos das indústrias florestais; resíduos urbanos (lixo); matéria orgânica de esgotos sanitários; culturas energéticas, entre outros. Segundo (AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA, 2005), do ponto de vista energético, a biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Para isto a energia de solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos.

Os resíduos orgânicos, urbanos, industriais e rurais, são, em geral, as principais fontes para a produção de eletricidade e cogeração. Isso porque os produtos primários das culturas energéticas, normalmente, possuem custo mais elevado, sendo utilizados para a produção de biocombustíveis, como etanol e biodiesel.

Existem diferentes tecnologias que são utilizadas para aproveitar a biomassa, entre as quais estão: O processo de queima conjunta, que consiste em utilizar biomassa sólida e carvão mineral em usinas termelétricas a carvão mineral. A queima em usinas dedicadas à biomassa consiste em o queimado da biomassa para produção de eletricidade, ou de eletricidade e calor (cogeração), por intermédio de sistemas que utilizam caldeira, turbina a vapor e gerador elétrico. A gaseificação que é um processo

termoquímico em que a biomassa é transformada em gás combustível que pode ser queimado diretamente em motores de combustão interna ou turbinas a gás para mover um gerador elétrico. A digestão anaeróbia que é o processo de degradação biológica da biomassa por bactérias, na ausência de oxigênio, produzindo biogás, esse gás pode então ser usado para a produção de energia elétrica, tipicamente, por meio de sua combustão em motores estacionários (UCZAI, 2012).

2.3. Hidroeletricidade

A hidroeletricidade é proveniente da energia da água dos rios que flui de elevações mais altas, para depois descender gerando energia potencial da água que é transformada em energia cinética, que, na turbina, é convertida para energia mecânica, por sua vez transformada em energia elétrica no gerador. A quantidade de energia produzida depende da vazão e da queda, o desnível vertical do aproveitamento.

Os três principais tipos de aproveitamento são usinas com reservatório de acumulação, usinas a fio d'água e usinas com bombeamento. Nas usinas com reservatório de acumulação, é construída uma barragem para o represamento da água do curso de água, criando um reservatório que permite a formação do desnível necessário para o armazenamento da água em volume adequado para a regularização da vazão dos rios, que varia devido a períodos de chuva ou estiagem. No caso das usinas a fio de água, não são construídos reservatórios de acumulação e a energia gerada depende da vazão do rio; são aproveitamentos que reduzem as áreas de alagamento, mas não permitem que seja estocada água para regularizar a produção de eletricidade. Nas usinas com bombeamento possuem dois reservatórios, sendo a água bombeada do inferior para o superior em momentos de baixa demanda, utilizando-se a energia da rede elétrica. Nos momentos de maior demanda, essa água é então liberada, gerando energia elétrica (UCZAI, 2012).

2.4. Energia eólica

A energia eólica provém da energia cinética do ar em movimento (o vento), captada por turbinas, cujo rotor está ligado a um gerador elétrico, seja diretamente ou por intermédio de uma caixa de engrenagens. As turbinas modernas de grande porte utilizam um rotor horizontal, no topo de uma torre, com uma hélice de três pás, que

podem ter o ângulo de ataque ajustado de acordo com a velocidade do vento. O rotor pode ser conectado a um gerador elétrico por meio de uma caixa de engrenagens multiplicadora de velocidade. O eixo do rotor pode também ser ligado diretamente ao gerador, sem a necessidade de caixa de engrenagens, utilizando-se, para tanto, geradores elétricos de maior diâmetro, de múltiplos polos e com excitação por ímãs permanentes.

Os sistemas eólicos podem ser instalados em terra (onshore) ou sobre o mar (offshore). Os sistemas sobre o mar apresentam a vantagem de aproveitarem ventos normalmente mais favoráveis e utilizam as grandes turbinas para instalação em terra com adaptações, como maior proteção à corrosão. Entretanto, enfrentam dificuldades que, até o momento, tornam os projetos no mar mais desafiadores e custosos. A geração no mar requer dispendiosas estruturas de suporte para as torres, exige sistemas submersos de transmissão de eletricidade e possui condições de construção, manutenção e operação mais restritas(UCZAI, 2012).

Além disso, também existe sistemas de pequena escala como os modelos ITPE-100 e SP-500 de baixa potência que são instalados em comunidades isoladas e com disponibilidade do vento (FERRER-MARTÍ et al., 2012). Estes sistemas podem ter benefícios econômicos, técnicos e ambientais, no entanto que o custo inicial do investimento pode ser elevado impedindo a massificação a grande escala.

3. ESTUDO DE CASO: LEILÕES RER E MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA

3.1. Acesso à energia elétrica

Segundo dados do Banco Mundial, o acesso à energia elétrica no mundo é de 78,2 % (vide Figura 1). No Peru o acesso a eletricidade é ainda um dos mais baixos da Sul América depois de Bolívia, sendo que ano de 2011 foi de 89,7% a nível nacional.

O acesso à energia elétrica no Peru cresceu significativamente nos últimos anos (vide Figura 2); este crescimento se deve basicamente aos projetos que o governo Peruano vem desenvolvendo em matérias de eletrificação, principalmente em zonas rurais de onde o acesso à eletricidade ainda é muito baixo. Segundo (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - PERÚ, 2013) tem projetado que nos próximos 10 anos 5,2

milhões de habitantes tenham acesso aos serviços públicos de eletricidade, tendo projetado que a cobertura de energia elétrica alcançara o 99% de todo o país.

O governo do Perú mediante a Dirección Geral de Eletrificação Rural (DGER) impulsiona uma série de projetos em eletrificação rural, estes projetos procuram reduzir a brecha existente entre as zonas mais aleijadas, tendo uma planificação estruturada.

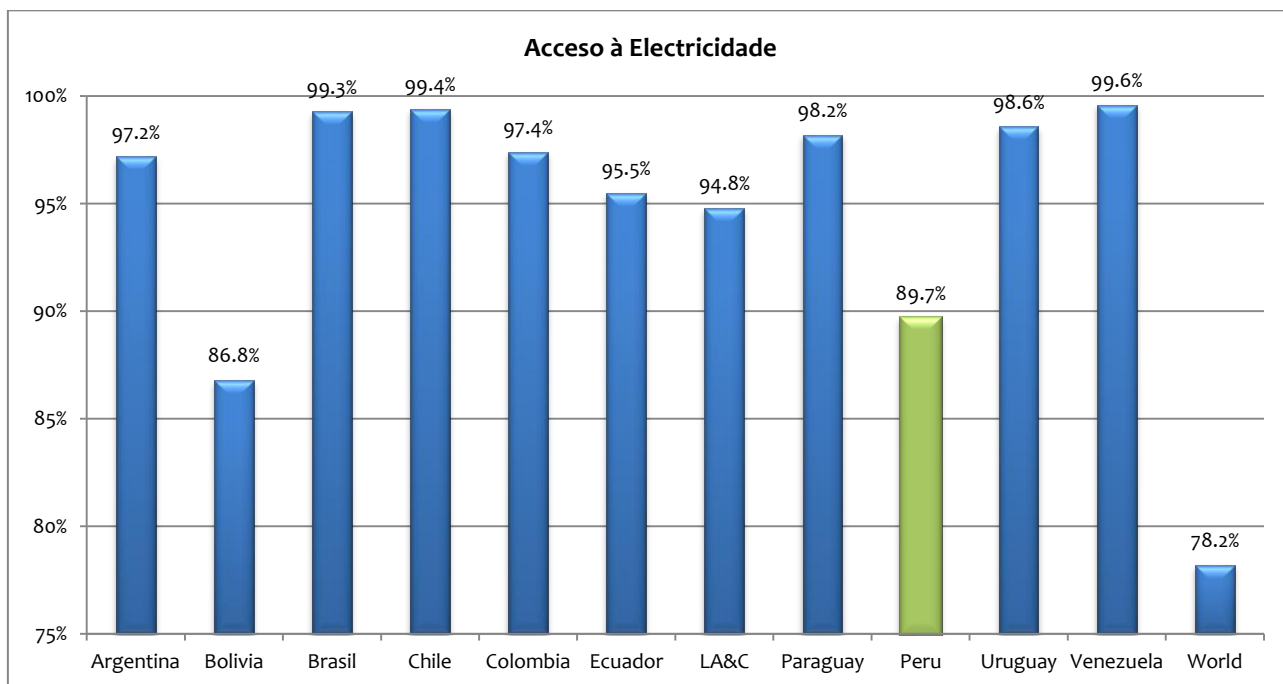


Figura 1. Acesso a eletricidade ao ano 2011

Fonte: (WORLD BANK, 2014)

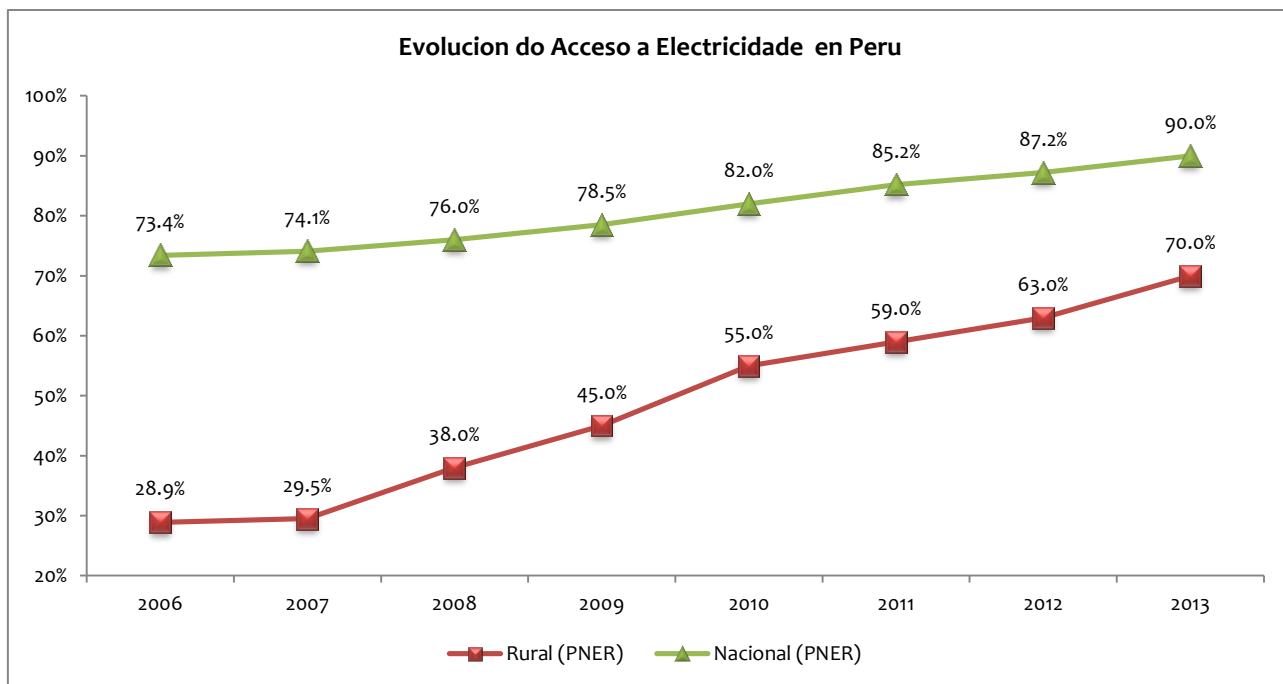


Figura 2. Evolução de acesso a eletricidade no Perú

Fonte:(INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI, 2014a; MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2013a).

Segundo dados do “Instituto Nacional de estadística e Informática – INEI”, se estima que existem no Perú em torno de 8 milhões de viviendas, sendo aproximadamente o 76% do área urbana e o restante 24% do área rural (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI, 2014b). Na Tabela 1 pode-se ver o crescimento do acesso à energia elétrica dos últimos 20 anos, tendo que o acesso à energia elétrica no ano 2013 alcanço o 90% do total da população, entanto que segundo projeções do MINEM para o ano 2023 o acesso a nível nacional estará perto ao 99%.

Tabela 1. Acesso a eletricidade e projeção do acesso a eletricidade.

Acesso a eletricidade	1993	2007	2013	2018*	2023*
Total	54%	74%	90%	97%	99%
Urbano	77%	89%	-	-	-
Rural	8%	30%	70%	95%	98%

* Projeções de Plano Nacional de Eletrificação 2014-2023

Fonte: adaptado de (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI, 2014a; MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2013a).

3.2. Energias Renováveis em Perú

Entende-se por Energias Renováveis à energia que provem de fontes naturais quase inesgotáveis (ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2014). A Produção de energia renovável vai depender muito do grau de desenvolvimento da tecnologia nos países, podendo ser convencionais (grandes centrais hidroelétricas) e não convencionais (eólica, solar, geotermal, biomassa, oceanotérmica, maremotriz e pequenas centrais hidroelétricas) (DESCALZI, 2010).

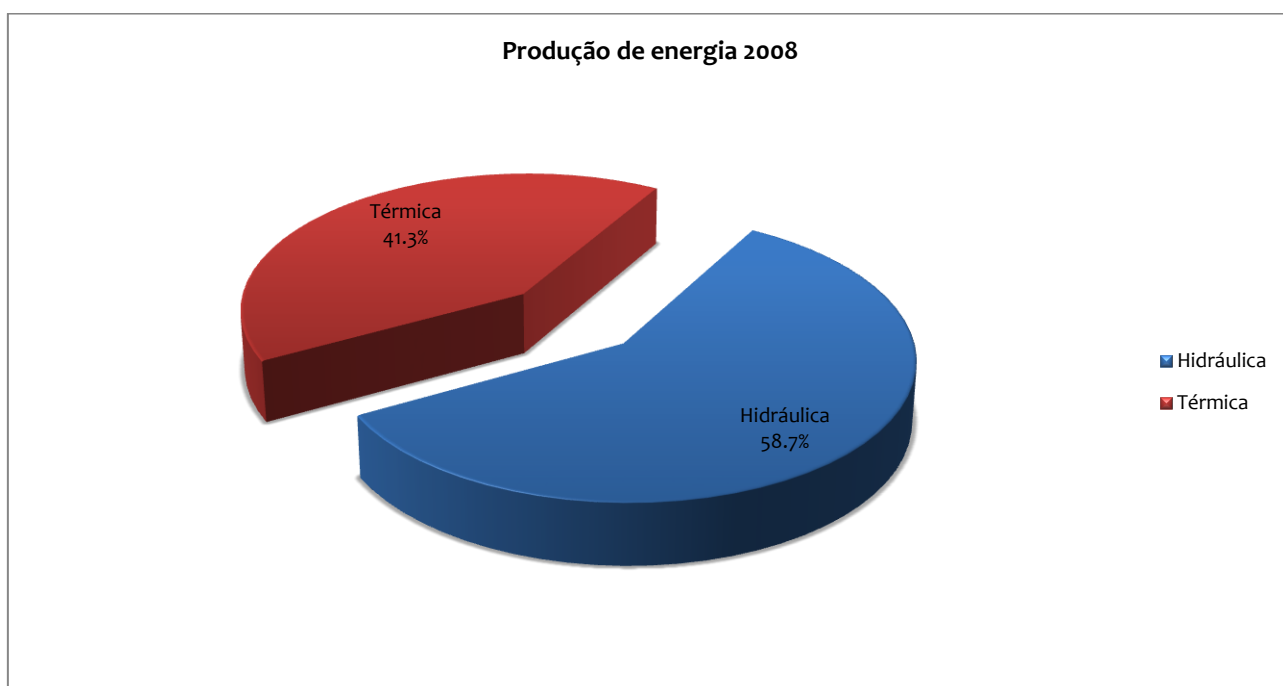


Figura 3. Produção de energia 2008 no Perú

Fonte: (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2008a).

No Perú a energia elétrica antes da entrada dos leilões foi produzida por centrais hidroelétricas e por centrais térmicas as quais utilizarão combustíveis como o Diesel 1,

Diesel 2, Bagaço, Carvão, Gás Natural, Residual 5, Residual 500, Residual 6, Gás Refinaria e Outros. Esta produção das centrais térmicas se vê favorecida pela exploração do gás natural, a qual no ano 2008 foi utilizada 2,4 bilhões de metros cúbicos para geração de eletricidade (vide Tabela 2). A produção de energia elétrica no Perú para o ano 2008 foi de 58,7% a partir da energia hidráulica, enquanto que um 41,3% foi a partir da energia térmica (vide Figura 3). (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2008a).

O Perú tem potencial para geração de energia elétrica por meio de energia hidráulica, além disso, também tem potencial para gerar energia elétrica através da energia da biomassa, solar, geotermia e eólica, dos quais a maior parte ainda não foram aproveitados (SINGH; TAPIA; CHAVEZ, 2014). No entanto que a energia eólica pode ter potencial de produzir energia com menor impacto ambiental e social que outras fontes de energia renovável, principalmente por suas emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE (UN-WATER, 2014).

Segundo (Q&V INGENIEROS SAC; MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2007), no qual fiz o avaliação do potencial para exportação de energia elétrica para o Brasil, chego à conclusão que o Perú tem 15 projetos de centrais hidroelétricas com potências instaladas maiores de 200 MW factíveis de exportar-se aos centros de carga do Brasil, com uma potência instalada total de 19.285 MW e 114.837 GWh de energia firme total a entregar.

Tabela 2. **Tipo de combustíveis usados em as centrais térmicas.**

Tipo de combustível	Unidade	Geração para		Total
		Mercado elétrico	Mercado próprio	
Bagaço	Toneladas	-	1.055.101	1.055.101
Carvão	Toneladas	343.931	-	343.931
Diesel 1	Galones	-	40.629	40.629
Diesel 2	Galones	36.529.211	39.072.173	75.601.384
Gás Natural	Metros Cúbicos	2.384.094.713	86.606.823	2.470.701.536
Residual 500	Galones	61.991.581	403.315	62.394.896
Residual 6	Galones	31.588.236	8.909.157	40.497.393

Gás Refinaria	Metros Cúbicos	-	25.623.661	25.623.661
Outros	Galones	7.669.987	-	7.669.987

Fonte: adaptado de (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2008a).

3.3. Leilões em Recursos Energéticos Renováveis (RER)

Antes do 2008 no Perú não tinha uma legislação referente ao uso das energias renováveis. O Decreto Legislativo N° 1002-2008 de Promoção do Investimento para a Geração de Eletricidade com o uso de Energias Renováveis, o qual tem por objeto promover o aproveitamento dos Recursos Energéticos Renováveis (RER) para melhorar a qualidade de vida da população e proteger o meio ambiente, mediante a produção eletricidade, deu início os investimentos em energias renováveis pelo setor privado (DIARIO OFICIAL EL PERÚANO, 2008).

Segundo a legislação Perúana são considerados Recursos Energéticos Renováveis a energia elétrica proveniente de energia da biomassa, solar, eólica, geotérmica e maremotriz; em o caso de energia hidráulica é considerada RER quando sua capacidade instalada não supera os 20 MW (DIARIO OFICIAL EL PERÚANO, 2008)

Existem duas regulamentações que tem importância e que são as que promovem os leilões em Recursos Energéticos Renováveis.

- Regulamento de Geração de Eletricidade com Energias Renováveis aprovado com Decreto Supremo N° 012-2011-EM². O qual tem por objeto promover edesenvolverasatividades de produção de energia elétrica aproveitando Recursos Energéticos Renováveis (RER) (DIARIO OFICIAL EL PERÚANO, 2011).
- Regulamento para a Promoção do investimento de Energia Elétrica em Áreas Não Conectadas à Rede aprovado por Decreto Supremo N° 020-2013-EM. O qual tem por objeto promover o aproveitamento dos Recursos Energéticos Renováveis (RER) para melhorar a qualidade de vida da população localizada nas Áreas Não Conectadas a Rede (zonas isoladas) (DIARIO OFICIAL EL PERÚANO, 2013).

Até agora foram realizados três leilões RER para o abastecimento de Energia ao Sistema Elétrico Interconectado (SEIN) e um leilão RER para abastecimento de Energia

² Substituí-o ao Decreto Supremo N° 050-2008-EM

Elétrica em Áreas Não Conectadas a Rede (Instalações RER Autônomas). Como se mostra na Tabela 3 e na Tabela 4, no Peru tiveram até o ano 2015 três leilões para sistemas interconectados a rede (SEIN) e um leilão para sistemas isolados, este último geralmente em populações asilados no interior do país.

Tabela 3.Características dos Leilõesno Peru (parte 1)

Leilão	Data de começo de operação comercial	Biomassa*	Eólica	Solar (Fotovoltaico)	Hídrico
Primeiro Leilão (SEIN) - 1ª chamada	dez 2012	813	320	181	500** *
Primeiro Leilão (SEIN) - 2ª chamada	dez 2012	419		8	338** *
Segundo Leilão (SEIN)	dez 2014	828	429	43	681
Terceiro Leilão (SEIN)	dez 2016	320**			1.300

Todas as unidades em GWh/ano

* Resíduos agroindustriais e resíduos urbanos

**Solo corresponde a resíduos agroindustriais

***Potência instalada MW

Fonte: adaptado de (ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2010a, 2010b, 2011, 2013).

Tabela 4.Características dos Leilõesno Peru (parte 2)

Leilão	Data de começo de operação comercial	Solar (Fotovoltaico)			
		Unidades	Vivenda	Saúde	Escola
Primeiro Leilão (Sistemas Isolados)	mar 2015 atedez 2018	500.000	85*	425*	850*

* Wp (watt pico)

Fonte: adaptado de (ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2010a, 2010b, 2011, 2013).

Na **Error! Reference source not found.** Figura 4 pode-se observar a localização dos projetos RER do primeiro Leilão onde a maioria dos projetos ficam na costa Peruana, sendo a maioria dos projetos hídricos, seguidos de eólico, solar e biomassa.

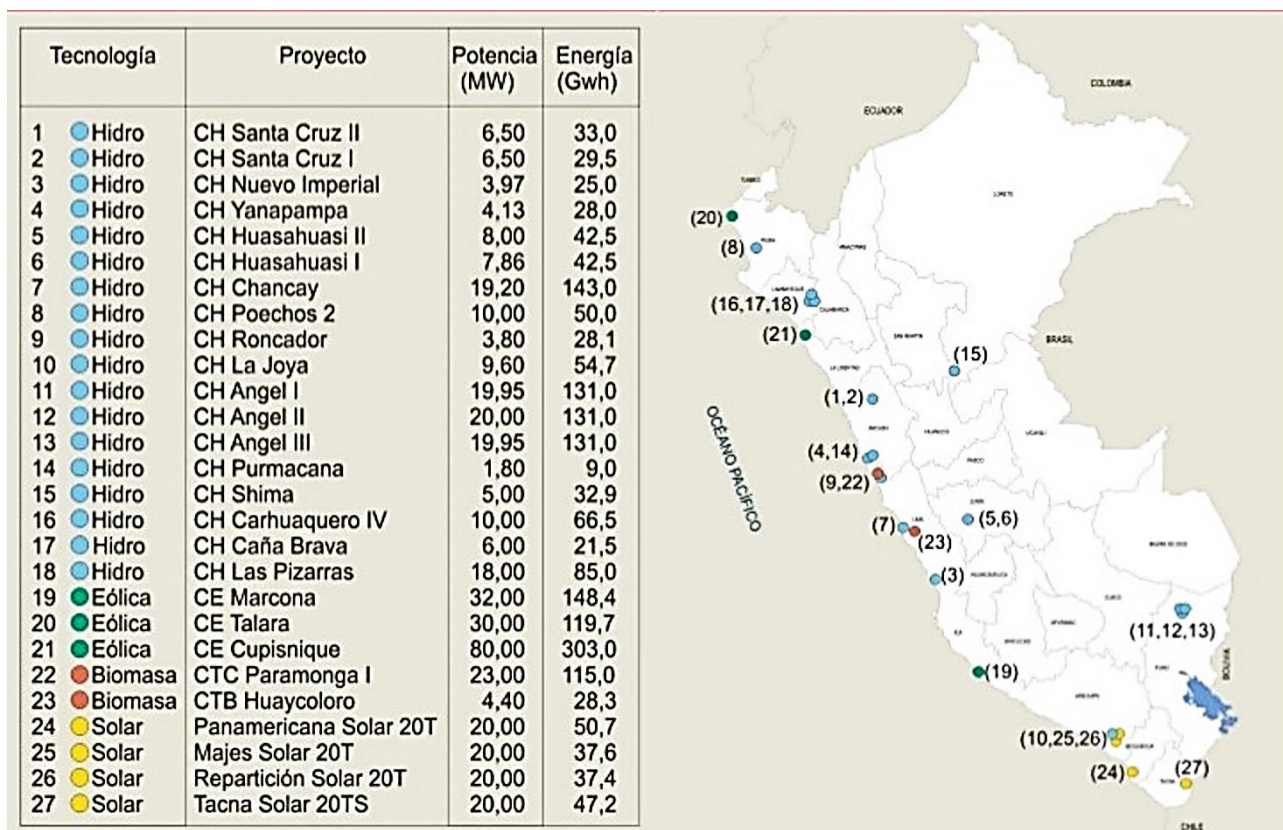


Figura 4. Mapa de ubicação de projetos RER (primeiro Leilão)

Fonte: (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, [s.d.]).

3.4. Mudança de matriz energia elétrica

No total até momento os três leilões em Recursos Energéticos Renováveis para conexão ao sistema elétrico interconectado (SEIN) vendo-se 4.405 GWh/ano de energia com um total de 46 projetos entre de biomassa, solar, eólica e hídrica. Até o momento o impacto em a mudança de a matriz energética resulta ser mínimo, já que os projetos desde o segundo leilão têm data de início comercial depois de dezembro de 2014.

Tabela 5. Características dos Leilões no Perú (parte 3).

Leilão	Características	Unidades	Biomassa	Eólica	Solar	Hídrica
Primer Leilão*	Iniciativas	Nº	2	3	4	20
	Energia anual	GWh/ano	143	571	173	1.087
	Potencia	MW	27	142	80	181
	Preço de leilão	USD/MWh	81,00	79,17	222,13	60,15
Segundo Leilão	Iniciativas	Nº	1	1	1	7
	Energia anual	GWh/ano	14	416	43	680
	Potencia	MW	2	90	16	102
	Preço de leilão	USD/MWh	99,99	69,00	119,90	52,45
Terceiro Leilão	Iniciativas	Nº	-	-	-	19
	Energia anual	GWh/ano	-	-	-	1.278
	Potencia	MW	-	-	-	240
	Preço de leilão	USD/MWh	-	-	-	56,49

*Inclui primeira y segunda convocatória

Fonte: adaptado de (ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2010a, 2010b, 2011, 2013).

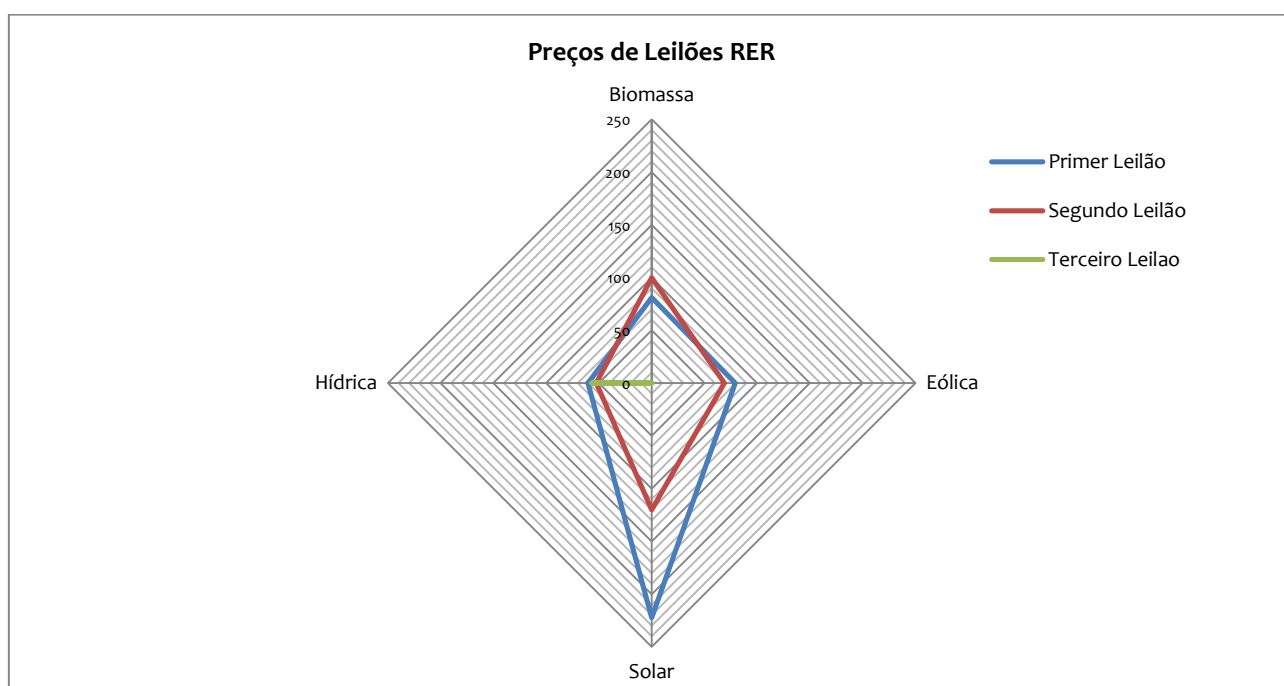


Figura 5. Preços de Leilões RER no Perú

Fonte: adaptado de (ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2010a, 2010b, 2011, 2013).

Na Figura 5 pode-se observar a variação dos preços dos leilões no Perú dos diferentes recursos energéticos renováveis, sendo que os preços médios dos Leilões foram de 90,5 USD/MWh para biomassa, 74,09 USD/MWh para energia eólica, 171,01 USD/MWh para energia solar e de 56,36 USD/MWh para hidroelétricas. Comparado com preço do último leilão realizado o 28/11/2014 com preços de 81,81 USD/MWh para biomassa, 53,72 USD/MWh para energia eólica e 63,95 USD/MWh³ para hidroelétricas, o preço de energias renováveis por MWh não é muito diferente do mercado brasileiro o qual supera somente os preços das usinas hidroelétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, 2014).

Tabela 6. Vivendas por eletrificar no âmbito rural.

Fase	Ano	N° de viviendas por eletrificar		
		Solar	Hídrico	Total
Fase I (Período de infraestrutura)	2008	-	-	-
	2009	-	-	-
	2010	-	-	-
Fase II (Período de eletrificação inicial)	2011	10.000	-	10.000
	2012	20.000	-	20.000
Fase III (Período de desarrollo de eletrificação)	2013	30.000	1.930	31.930
	2014	30.000	2.006	32.006
	2015	30.000	1.840	31.840
	2016	30.000	1.085	31.085
	2017	30.000	3.551	33.551
	2018	30.000	8.086	38.086
Fase IV (Período de conclusão de eletrificação)	2019	30.000	-	30.000
	2020	21.520	-	21.520
Total		261.520	18.498	280.018

³ <http://www.oanda.com/lang/pt/currency/converter/>

Fonte: adaptado de (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2008b).

Na Tabela 6. pode-se ver a planificação para o fornecimento de energia elétrica baseado no Plano Mestre de Eletrificação Rural com Energia Renovável na República do Perú, onde os sistemas fotovoltaicos jogam um papel importante no abastecimento de energia elétrica.

Os efeitos da Primeira Subasta RER para Subministro de Energia a Áreas No Conectadas a Rede (Isolada) vai ter impacto em o acesso à energia e vai ajudar a cumprir metas de o governo com respeito à universalização de a energia elétrica. Os câmbios na matriz elétrica do leilão (isolados) terá impactos ainda ao ano 2018, onde os sistemas encontrem-se funcionando e operando em sua totalidade.

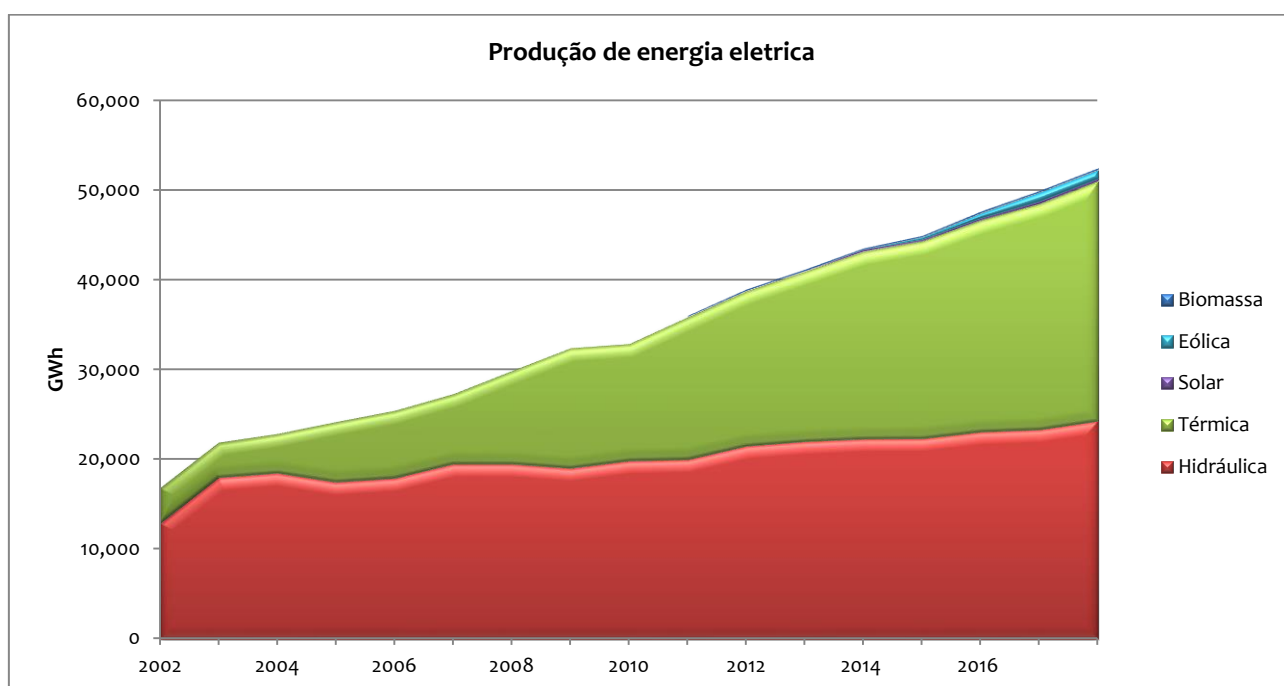


Figura 6. Evolução da energia no Perú

Fonte: adaptado de (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013b; ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2011, 2013, 2010a, 2010b).

Na Figura 6 pode-se observar a projeção da geração de energia elétrica e as mudanças na matriz energética, as quais incluem os Recursos Energéticos Renováveis provenientes dos leilões a partir do 2011. As mudanças que a matriz energética vai gerar são mais notáveis a partir do 2015, já que é a data em que a maior parte dos projetos começaram seu funcionamento comercialmente. No entanto para a massificação das energias renováveis na matriz energética se precisam de mudanças na legislação existente que permita, além de venda de energia por subastas, o autoconsumo de energias gerada proveniente de pequenos sistemas elétricos isolados nas cidades e nas zonas rurais, preferentemente nas zonas onde o abastecimento de energia pode ser difícil pela condições de acesso como o caso da Amazônia peruana (COELLO; ACOSTA; VELÁSQUEZ, 2009).

Na Figura 7 e na Figura 8 pode-se observar a mudança na matriz de energia elétrica em os quais se estimou o incremento da participação eólica que aumento de 0,5% no ano 2014 a 2,0% no ano 2016. As estimativas foram realizadas tendo em conta os GWh dos projetos subastados os quais foram inclusos nas projeções da matriz energética dos anos 2014 e 2016.

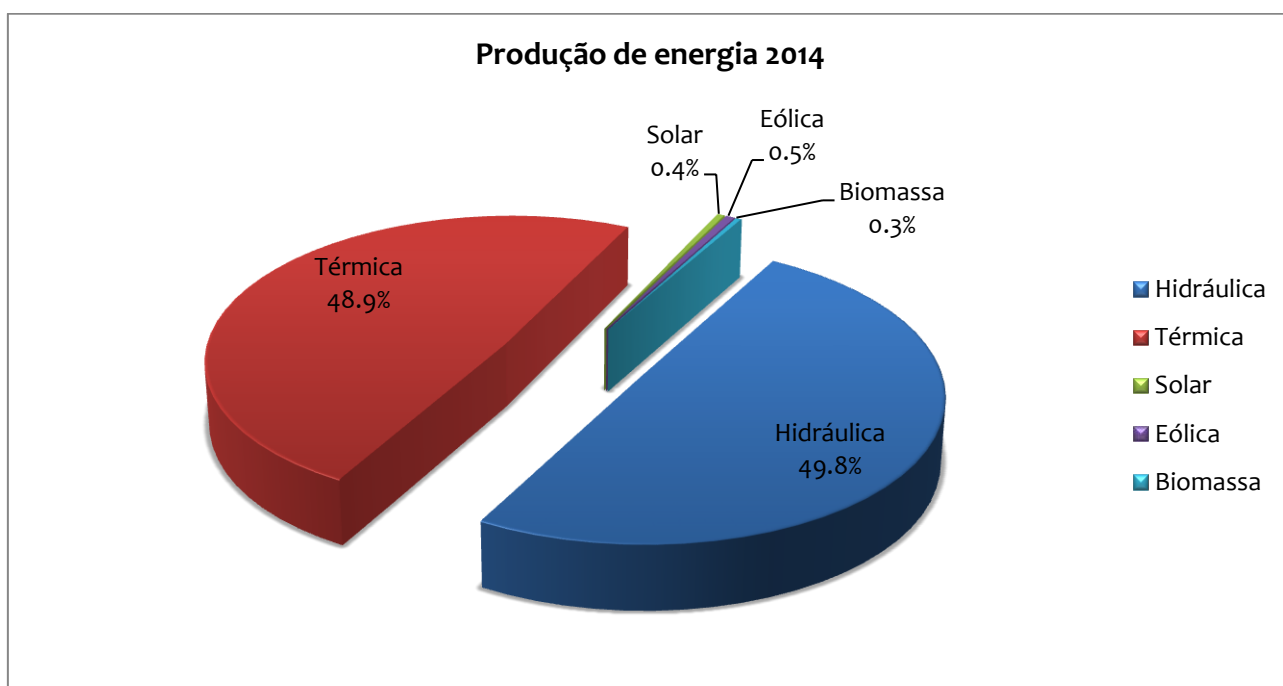


Figura 7.Produção de energia no Perú ano 2014.

Fonte: adaptado de(MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013b; ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2011, 2013, 2010a, 2010b).

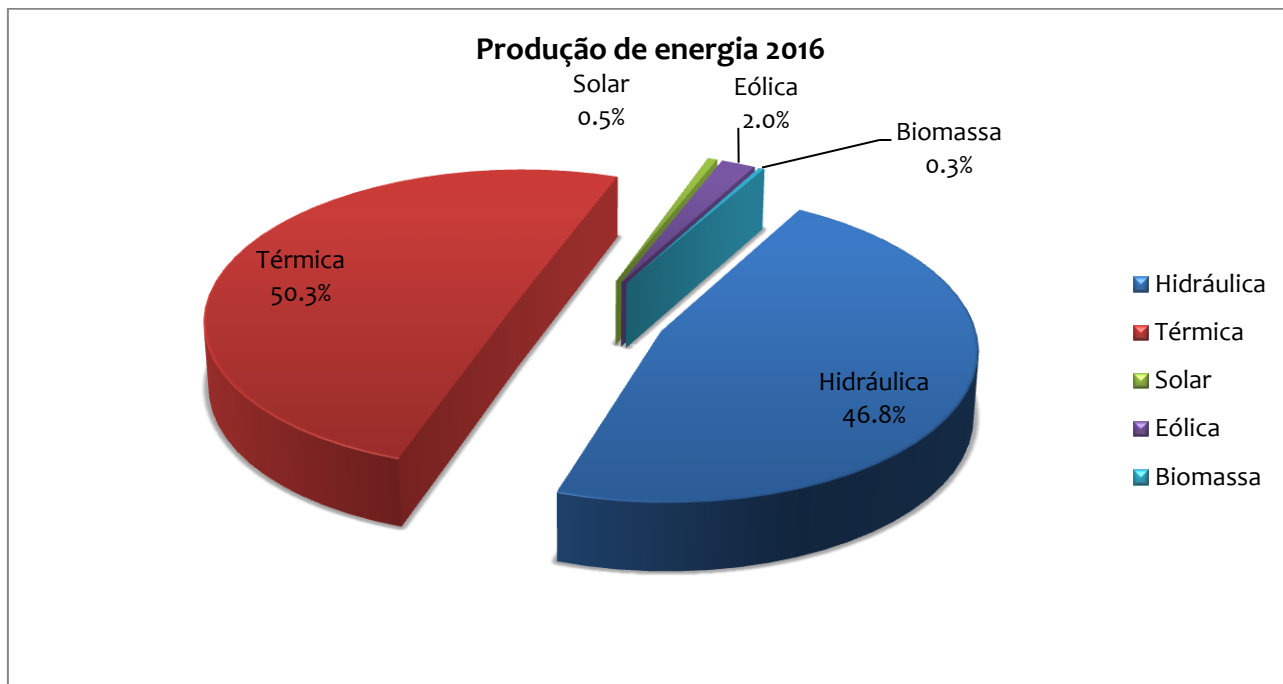


Figura 8. Projeção de produção de energia no Peru ano 2016.

Fonte: adaptado de(MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013b; ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN, 2011, 2013, 2010a, 2010b).

4. CONCLUSÕES

Os leilões em Recursos Energéticos Renováveis que se desenvolveram no Peru têm efeitos diretos na mudança da matriz de energia elétrica devido a que estão incorporando novos projetos em energia renovável os quais ficaram interconectados em o SEIN, sendo que terão maior visibilidadena medida que os projetos entrem na etapa comercial os quais são estabelecidos por OSINERGMIN.

Os leilões RER em biomassa estão destinados principalmente ao uso de resíduos agroindustriais, o qual limita o crescimento, observando que para terceiro leilão entro

em subasta 320 GWh e não se apresentam nenhum ofertante para este tipo de energia, este último pode ser devido a limitações técnicas com referente ao uso de resíduos agroindustriais para geração de energia por parte das empresas agroindustriais.

Note-se que a tecnologia que, mas quantidade de GWh vendeu mediante leilão é a hídrica com 3.045 GWh, seguido da eólica, solar e biomassa com 987 GWh, 216 GWh e 157 GWh respectivamente. Isto último pode explicar as limitações e dificuldades de cada tecnologia em o âmbito Peruano sendo que a tecnologia em biomassa ainda precisa ser desenvolvida técnica e comercialmente.

Pode verse que os preços médios de os leilões das tecnologias hídrica e eólica (56,36 USD/MWh para hídrica e 74,09 USD/MWh para eólica) são mais baixos que os preços das tecnologias solar e biomassa (171,01 USD/MWh para solar e 90,5 USD/MWh para biomassa), isto e por que estas tecnologias hídrica e eólica estão mais consolidadas dentro de o mercado Peruano, sendo que a tecnologia solar ainda necessita ser de grande escala e contar com um preço de subasta elevado para ser rentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Apoio da Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Núcleo de Excelência Em Geração Térmica e Distribuída (NEST) e à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) por sua colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA. Biomassa. In: **Atlas de energia elétrica no Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005. p. 77–92.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Leilão A-5 registra R\$ 196,11 por MWh para preço médio de venda de energia**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8269&id_area=90>. Acesso em: 30 novembro 2014.
- COELLO, J.; ACOSTA, F.; VELÁSQUEZ, J. Options for small-scale biodiesel production to self-supply the energy needs of isolated communities in Amazonia. **Boiling Point: Liquid Fuels**, v. 1, n. 56, p. 12–15, 2009.
- DESCALZI, C. H. **Matriz energética en el Perú y energías renovables: I. Energías Convencionales, combustibles fosiles y Sistema Electrico**. Lima: Fundación Friedrich Ebert. 59p., 2010.
- DIARIO OFICIAL EL PERUANO. Decreto Legislativo N° 1002. **Promoción de la Inversion para la Generación de Electricidad con el uso de Energias Renovables**, n. 10219, p. 371670–371673, 2 maio 2008.
- DIARIO OFICIAL EL PERUANO. Decreto Supremo N° 012-2011-EM. **Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables**, n. 11338, p. 439443–439448, 23 março 2011.
- DIARIO OFICIAL EL PERUANO. Decreto Supremo N° 020-2013-EM. **Reglamento para la Promoción de la Inversión Eléctrica en Áreas No Conectadas a Red**, p. 498132–498135, 27 junho 2013.
- DROBINSKI, P. et al. Model of the Regional Coupled Earth system (MORCE): Application to process and climate studies in vulnerable regions. **Environmental Modelling and Software**, v. 35, p. 1–18, 2012.
- FERRER-MARTÍ, L. et al. Evaluating and comparing three community small-scale wind electrification projects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 7, p. 5379–5390, setembro 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI. Cap.16. Electricidad y Agua. In: **Compendio Estadístico Perú 2014**. Lima: INEI, 2014a.

p. 1133–1150.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI. Cap. 4. Vivienda y Hogar. In: **Compendio Estadístico Perú 2014**. Lima: INEI, 2014b. p. 197–254.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Mapa de proyectos, adjudicados en la 1º Subasta RER (2010-02-12)**. Disponível em: <http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=6&idTitular=635&idMenu=sub115&idCateg=347>. Acesso em: 12 dezembro 2014.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario estadístico de Electricidad 2006**. Lima, Perú: MINEM, 2006.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario Estadístico de Electricidad 2007**. Lima, Perú: MINEM, 2007.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario estadístico de Electricidad 2008**. Lima, Perú: MINEM, 2008a.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú**. Lima, Perú: MINEM, 2008b.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario Estadístico de Electricidad 2009**. Lima, Perú: MINEM, 2009.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario estadístico de Electricidad 2010**. Lima, Perú: MINEM, 2010.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario Estadístico de Electricidad 2011**. Lima, Perú: MINEM, 2011.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario Estadístico de Electricidad 2012**. Lima, Perú: MINEM, 2012.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Plan Nacional de electrificación RURAL 2014-2023**. Lima, Perú: MINEM, 2013a.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - MINEM. **Anuario Estadístico de Electricidad 2013**. Lima, Perú: MINEM, 2013b.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - PERÚ. **Plan Nacional de Electrificación Rural. Periodo 2014-2023**. Lima, Perú: MINEM, 2013. Disponível em: <http://dger.minem.gob.pe/ArchivosDger/PNER_2014-2023/C0-PNER-2014-2023.pdf>

NUCLEO DE ESTUDIOS DE ECONOMIAS DE BAIXO CARBONO. **Cenários e perspectivas no desenvolvimento fontes renováveis de energia no Brasil**. Riberão Preto: EBC, 2012.

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN. **Acta de Adjudicación de Buena Pro - Primera subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energeticos Renovables (primera convocatoria)**. , 2010a.

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN. **Acta de Adjudicación de Buena Pro - Primera subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energeticos Renovables**

- (segunda convocatoria). , 2010b.
- ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN. **Acta de Adjudicación de Buena Pro - Segunda subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energeticos Renovables.** , 2011.
- ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN. **Acta de Adjudicación de Buena Pro - Tercera subasta para el Suministro de Electricidad al sistema Electrico Interconectado Nacional con Recursos Energeticos Renovables.** , 2013.
- ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA Y MINERIA - OSINERGMIN. **Subastas de Recursos Energeticos Renovables - RER.**
Disponível em:
<<http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/EnergiasRenovables.html>>.
Acesso em: 27 novembro 2014.
- Q&V INGENIEROS SAC; MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. **Informe final: elaboracion de resúmenes ejecutivos y fichas de estudios de las centrales hidroelectricas con potencial para la exportación a brasil.** Lima, Perú: MINEM, 2007.
- SHONKOFF, S. B. et al. The climate gap: environmental health and equity implications of climate change and mitigation policies in California—a review of the literature. **Climatic Change**, v. 109, n. S1, p. 485–503, 24 novembro 2011.
- SINGH, G.; TAPIA, A.; CHAVEZ, S. **Perú. Evaluación del estado de preparación de las energías renovables 2014.** Lima, Perú: IRENA, 2014.
- UCZAI, P. **Energias Renováveis: Riqueza Sustentável ao Alcance da Sociedade.** Braislia: Câmara. 275 p., 2012.
- UN-WATER. Agua y Energía: Resumen Ejecutivo del Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2014. p. 1–12, 2014.
- WORLD BANK. **World Development Indicators 2014: HIGHLIGHTS.** Washington, DC: The World Bank, 2014. Disponível em:
<<http://data.worldbank.org/sites/default/files/wdi2014-highlights.pdf>>