

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - CAMPUS ARARANGUÁ

FELIPE MARQUES SANTOS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA**

ARARANGUÁ

2015

FELIPE MARQUES SANTOS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA**

Trabalho de conclusão de curso na modalidade de artigo científico para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina-Campus Araranguá

Aprovado em: 11/12/2015

Banca examinadora:


Prof. Leonardo Elizeire Bremermann (Orientador)


Prof. César Cataldo Scharlau


Prof. Luciano Lopes Sfitscher

SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO: HISTÓRICO, ESTRUTURA E ANÁLISE DE INVESTIMENTOS NO SETOR

Felipe Marques Santos¹

RESUMO

O setor de geração de energia elétrica é um setor fundamental para o desenvolvimento econômico de um país e por este motivo requer investimento constante para que ocorra um crescimento planejado. O Brasil, embora seja um país de grandes dimensões, com potencial para gerar energia elétrica por diversas fontes, possui hoje uma matriz elétrica baseada em hidroeletricidade. Buscando a redução desta dependência, o governo federal vem criando mecanismos para atrair novos investidores para o setor, de forma a diversificar os tipos de empreendimentos de geração de energia elétrica. Este trabalho se propõe a servir como auxílio ao empreendedor na busca por informações para o entendimento e investimentos no setor elétrico através de um levantamento sobre histórico e estrutura do mesmo, apresentando os agentes participantes do Sistema Elétrico Brasileiro, a maneira como são divididos e os modos de comercialização de energia elétrica no país. É apresentada também uma análise dos últimos 10 anos de leilões de venda de energia elétrica no Ambiente de Contratação Regulado de Pequenas Centrais Hidrelétricas, Usinas Hidrelétricas, Centrais de Geração Eólica, Centrais de Geração Solar Fotovoltaica e Usinas Termelétricas, onde foram avaliadas relações como o custo de investimento por MW instalado, a evolução do preço médio de comercialização do MWh e o tempo estimado para o retorno do investimento.

Palavras-chave: Setor Elétrico Brasileiro, Geração de Energia Elétrica, Leilões de Venda de Energia, Ambiente de Contratação Regulado

¹ Graduando do Curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Rodovia Governador Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas Araranguá, Santa Catarina, Brasil, CEP 88900-000. E-mail: felipemarquesms@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A energia, de modo geral, vem ao longo do tempo exercendo papel fundamental para o funcionamento e evolução da sociedade. Atualmente, estamos em uma condição em que a energia elétrica é indispensável para a execução de atividades corriqueiras, onde emprego, saúde e segurança, por exemplo, são necessidades básicas da população que estão subordinadas a existência de energia elétrica de qualidade.

O Brasil, por ser um país de dimensões continentais e possuir uma das maiores economias do mundo, tem uma grande demanda de energia elétrica, que atualmente é suprida por um parque de geração com potência instalada de 140 GW, dos quais, 65% são oriundos de empreendimentos hidrelétricos. Uma vez que a disponibilidade das hidrelétricas está diretamente ligada à incidência de chuva, faz-se necessário a implementação de diferentes tipos de empreendimentos de geração de energia elétrica para que seja obtida segurança no sistema elétrico. Historicamente o país adotou a utilização de termelétricas abastecidas com combustíveis fósseis como energia de reserva para dar suporte ao sistema sempre que a demanda não é atendida pela geração hídrica, no entanto, devido às alterações no clima que vem ocorrendo por causa da utilização destes combustíveis, o governo federal tem direcionado todos os incentivos para a instalação de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis.

Entretanto, embora haja o incentivo governamental para a mudança da matriz elétrica brasileira, muitas vezes o que não existe são investidores com interesse neste segmento de mercado, e um dos motivos para este desinteresse é a complexidade para a obtenção de informações relacionadas a este assunto. Investidores que não estão familiarizados com este ramo de atividade dificilmente aplicarão dezenas ou centenas de milhões de reais em um empreendimento onde as dificuldades, os riscos, e o tempo para o retorno do investimento não estão bem definidos. Por esta razão, faz-se necessário um estudo da história e da estrutura do setor elétrico visando a concentração das diversas informações sobre o mesmo em um único documento que possa auxiliar investidores que pretendem atuar neste ramo do mercado.

Com base no que foi dito, este trabalho visa apresentar uma revisão sobre o histórico, a estrutura e os agentes participantes do sistema elétrico brasileiro, assim como realizar uma análise dos leilões de venda de energia elétrica dos últimos 10 anos, buscando comparar alguns fatores com o intuito de verificar a influência dos mesmos no tempo de retorno do investimento.

2 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

2.1 Histórico

O setor elétrico brasileiro, conforme apresentado na figura 1, pode ser dividido em três períodos: um primeiro período onde se deu início as atividades envolvendo energia elétrica no país, correspondente a primeira metade do século XX; um segundo período onde o Estado esteve muito presente na execução das atividades do setor elétrico, que foi até o final do século XX; e um terceiro período onde ocorreu a reestruturação do setor elétrico para um modelo com maior participação da iniciativa privada e que permanece até os dias de hoje.



Figura 1 – Linha do tempo do Setor Elétrico Brasileiro. Fonte: Autor (2015).

Conforme a figura 1, no primeiro período deu-se início as atividades de geração e consumo de energia elétrica, assim como a instalação de empresas que participam ativamente do mercado elétrico até hoje como Light, CPFL, CEMIG, CEEE e GE. (ALMEIDA, 2008). Neste período ocorreu também a criação das primeiras leis buscando a regulamentação das atividades do setor e do controle do uso das fontes energéticas, como o Código das Águas, o qual foi promulgado pelo Presidente Getúlio Vargas no ano de 1934 e concedeu ao governo o

poder de controlar rigorosamente as concessionárias de energia elétrica. (BRASIL, 1934). Entretanto, este controle não foi suficiente para o bom funcionamento do setor, uma vez que, nas décadas seguintes ocorreram diversas medidas com intuito de racionamento de energia elétrica.

O segundo período foi marcado pela forte intervenção do Estado com a criação de empresas, agentes reguladores e financiamentos de empreendimentos de geração de energia elétrica buscando a estruturação do setor. Destacam-se neste período a fundação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) em Junho de 1952, o qual forneceu um grande número de empréstimos a empresas para investimento em geração de eletricidade, a criação do Ministério de Minas e Energia – MME, a adoção da frequência de 60 hz para o sistema de energia elétrica no território nacional na década de 60 e a fundação de empresas como a Central Elétrica de Furnas S.A., Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, Centrais Elétricas do Norte – ELETRONORTE, Centrais Elétricas do Sul – ELETROSUL, Empresas Nucleares Brasileiras S.A – NUCLEBRÁS durante as décadas de 70 e 80. (CAMARGO, 2005).

O ano de 1984 foi marcante tanto para o setor elétrico brasileiro, como internacional, com a entrada em operação da primeira das 20 unidades geradoras da Usina Hidrelétrica a Itaipu Binacional, a maior usina hidrelétrica do mundo até então, e a segunda maior da atualidade. (ITAIPU BINACIONAL, 2015). O projeto praticamente dobrou a capacidade de geração de eletricidade no Brasil que naquele ano era de 16,7 mil megawatts e a usina de Itaipu Binacional sozinha acrescentou ao sistema 14 mil megawatts. O ano seguinte teve a entrada em operação da primeira Usina Termonuclear Brasileira – Angra I. (ELETRONUCLEAR, 2015). Dois anos depois, em 1988, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e a Revisão Institucional do Setor Elétrico (REVISE), que foi fundamental para que ocorressem as grandes alterações que o setor elétrico sofreu na década de 90. (CAMARGO, 2005).

O terceiro período corresponde desde a década de 90 até os dias de hoje. Este foi o período onde o governo deixou, em grande parte, o papel de executor dos serviços, para ter a função de regulador do mercado. Esse processo aconteceu por meio do Programa Nacional de Desestatização (PND) que foi criado no ano de 1990 durante o mandato de Fernando Collor, mas que teve resultados efetivos apenas no governo de Fernando Henrique Cardoso, Com os seguintes acontecimentos: (ALMEIDA, 2008).

- Fevereiro de 1995: sancionada a lei Nº 8.987, dispondo sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos.

- Julho de 1995: sancionada a lei Nº 9.074, dispondo sobre as normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos, e a criação da modalidade de Cliente Livre de energia elétrica.
- Setembro de 1995: regulamentação das modalidades de geração de energia elétrica intituladas de Autoprodutor e Produtor Independente por meio do decreto Nº 2.003.
- Agosto de 1997: criação de Eletrobrás Termonuclear S.A. – Eletronuclear, para ser responsável pelas usinas termonucleares brasileiras e instituição do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e da Agência Nacional do Petróleo (ANP) por meio da lei Nº 9.478.
- Dezembro de 1997: instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com base na lei Nº 9.427.
- Maio de 1998: reestruturação da ELETROBRÁS por meio da lei Nº 9.648.
- Julho de 1998: regulamentação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) por meio do decreto Nº 2.655.

2.2 Novo Modelo

A década de 90 foi um período de mudanças importantes para o setor elétrico brasileiro, onde o governo procurou tomar medidas que pudessem atrair investidores para a ampliação do parque gerador de energia elétrica do país, e dessa forma fomentar o desenvolvimento econômico da nação. Estes investimentos, porém, não ocorreram da maneira esperada devido às estratégias políticas antigas que faziam com que as empresas do setor elétrico absorvessem prejuízos para não repassar reajustes aos consumidores. Desta forma a capacidade de geração e transmissão de energia elétrica do país não recebeu investimentos adequados, resultando num sistema defasado que não atendia à demanda de energia. (ALMEIDA, 2008).

Diante deste cenário, bastou um período hidrológico desfavorável para que o sistema brasileiro, fortemente dependente de hidroeletricidade, gerasse aquém do que era necessário, forçando o governo federal a implementar dois programas de racionamento de energia elétrica, um direcionado a região Norte e outro direcionado as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Os programas de racionamento foram de junho de 2001 até fevereiro de 2002 e ocorreram em paralelo a outras ações que buscavam a melhoria do sistema, como por exemplo, o Programa Prioritário de Termoeletricidade, que conseguiu acrescentar 1.527 megawatts no sistema, gerados a partir de termelétricas que tinham gás natural como combustível. (CUBEROS, 2008).

Como medida para solução dos problemas listados anteriormente e para melhoria do sistema brasileiro de energia elétrica, no ano de 2004 foi elaborado o Novo Modelo do Setor Elétrico através das leis N° 10.847 e N° 10.848, sendo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) criada pela primeira, e a regulamentação da comercialização de energia elétrica, pela segunda.

Este novo modelo de comercialização proposto pelo Ministério de Minas e Energia (MME) é baseado em quatro objetivos principais: (ALMEIDA, 2008).

- A busca pela modicidade tarifária²;
- A garantia da segurança de suprimento de energia elétrica;
- A estabilização do mercado para a atração de novos investidores;
- A universalização do fornecimento de energia elétrica.

2.3 Instituições e Agentes

Após a reestruturação do setor promovida pelas leis do Novo Modelo, a rede de instituições e agentes do Sistema Elétrico Brasileiro ficou distribuída da seguinte maneira:

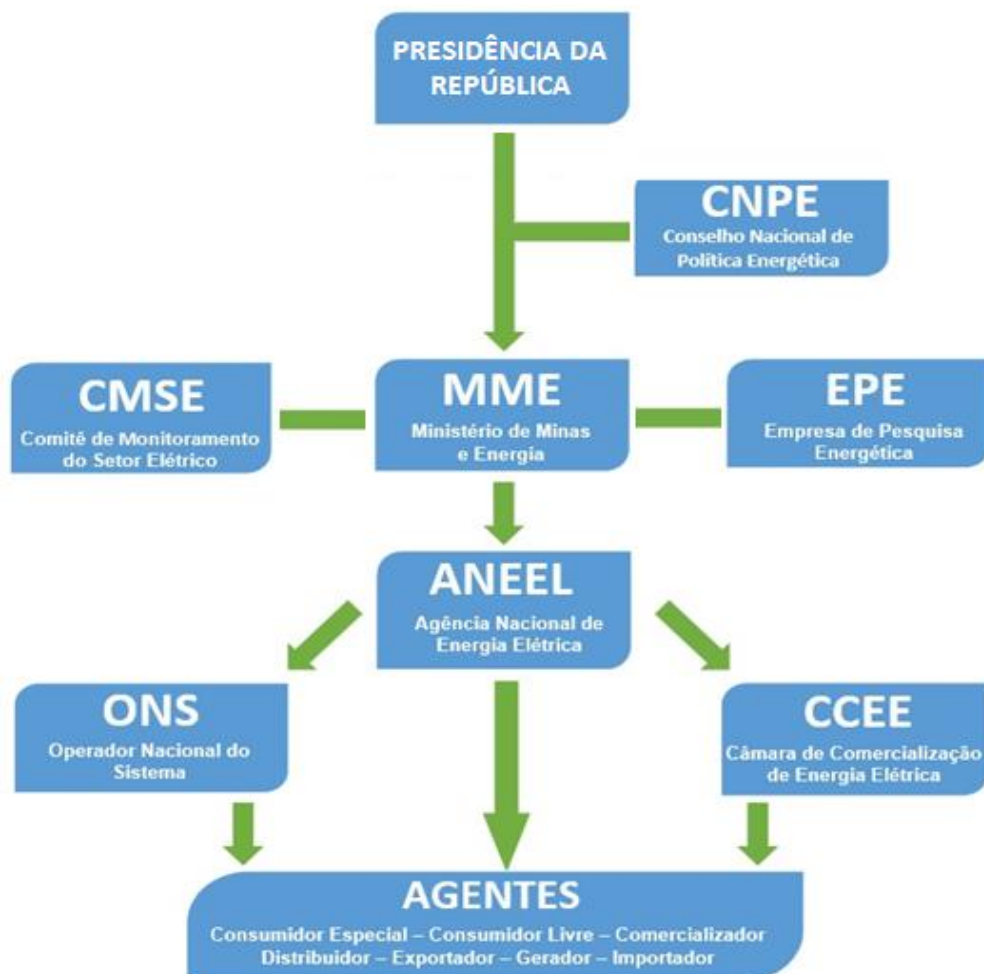


Figura 2 - Organograma do Sistema Elétrico Brasileiro. Fonte: Autor (2015).

² Menor custo possível da energia elétrica para o consumidor.

2.3.1.1 Conselho Nacional de Política Energética

O Conselho Nacional de Política Energética³ (CNPE), criado em 1997 pela lei Nº. 9.478, é um órgão vinculado a Presidência da República e presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia com a responsabilidade de auxiliar no desenvolvimento da política nacional de energia. O CNPE é responsável pelas seguintes medidas:

- Promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do país;
- Assegurar o suprimento de insumos energéticos em toda a extensão do país, até mesmo nas áreas mais remotas e de difícil acesso;
- Rever periodicamente a matriz energética do Brasil, buscando o melhor aproveitamento de fontes convencionais e alternativas, de acordo com a tecnologia disponível;
- Sugerir a adoção de medidas para garantir o atendimento à demanda de energia elétrica.

2.3.1.2 Ministério de Minas e Energia

O ministério de Minas e Energia⁴ (MME), criado em 1960 por meio da lei Nº. 3.782, é o órgão presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia que representa o Governo Federal como poder concedente em assuntos relacionados à geologia, recursos minerais e energéticos, combustíveis, aproveitamento de energia hidráulica, energia elétrica e energia nuclear. O MME é responsável também pela elaboração e implementação de políticas públicas que tratem dos mesmos.

2.3.1.3 Comitê de monitoramento do Setor Elétrico

O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico⁵ (CMSE), criado em 2004 por meio da lei Nº. 10.848, é presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia e tem a função de monitorar constantemente o sistema elétrico brasileiro, através de ações como:

- Avaliação da continuidade e segurança do suprimento eletroenergético;
- Identificação de dificuldades e obstáculos que possam afetar o bom funcionamento do sistema e a elaboração de proposta para a solução dos mesmos.

³ Maiores informações sobre o CNPE estão disponíveis em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe>>

⁴ Maiores informações sobre o MME estão disponíveis em: <<http://www.mme.gov.br/>>

⁵ Maiores informações sobre o MME disponíveis em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cmse>>

2.3.1.4 Empresa de Pesquisa Energética

A Empresa de Pesquisa Energética⁶ (EPE), criada em 2004 pela lei N°. 10.847, é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que tem por finalidade prestar serviços na área de estudo e pesquisa que servem de base para o planejamento do setor energético. São exemplos de informações disponibilizadas pela EPE:

- Matriz energética do país;
- Capacidade instalada de geração de energia elétrica;
- Estimativa de demanda futura;
- Planejamento de expansão do sistema elétrico.

2.3.1.5 Agência Nacional de Energia Elétrica

A Agência Nacional de Energia Elétrica⁷ (ANEEL), criada em 1996 pela lei N°. 9.427, é uma autarquia de regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia que tem a finalidade de regular e fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil.

2.3.1.6 Operador Nacional do Sistema

O Operador Nacional do Sistema⁸ (ONS), criado em 1998 pela Lei N° 9.648 e regulamentado pelo Decreto N° 5.081 de 2004, é uma pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil sem fins lucrativos e sob regulação e fiscalização da ANEEL.

O ONS é responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN).

2.3.1.7 Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

O comercializador de energia elétrica surgiu no ano de 1998, quando a lei N° 9.648 criou e o decreto N° 2.655 regulamentou o Mercado Atacadista de Energia (MAE), com a finalidade de viabilizar as transações de energia elétrica de forma a permitir a livre concorrência e a competição entre as empresas executoras de serviços ligados ao Sistema Interligado Nacional.

Após alguns anos de ajustes e intervenções da ANEEL, é criada no ano de 2004 a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica⁹ (CCEE) pela lei N° 10.848 e regulamentada pelo decreto N° 5.177 do mesmo ano. A CCEE, uma pessoa jurídica de direito privado sem fins

⁶ Maiores informações sobre a EPE estão disponíveis em: <<http://epe.gov.br/>>

⁷ Maiores informações sobre a ANEEL disponíveis em: <<http://www.aneel.gov.br>>

⁸ Maiores informações sobre o ONS disponíveis em: <<http://www.ons.org.br>>

⁹ Maiores informações sobre a CCEE disponíveis em: <<http://www.ccee.org.br>>

lucrativos e sob regulação e fiscalização da ANEEL, tem como principal diferença a maneira de atuar em relação ao modelo anterior a criação de dois ambientes de contratação, o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Os participantes da CCEE são empresas que atuam no setor de energia elétrica nas áreas de geração, distribuição e comercialização e são denominados agentes¹⁰. A divisão dos agentes da CCEE é feita em três categorias:

- Agentes de Geração;
- Agentes de Comercialização;
- Agentes de Distribuição.

Por fim, as principais atividades da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica são as seguintes:

- Realização de leilões de contratação de energia elétrica;
- Registro dos contratos firmados entre compradores e vendedores;
- Contabilização das operações de compra e venda de energia elétrica;
- Liquidação financeira das operações realizadas;
- Monitoramento do mercado.

2.3.1.7.1 Agentes integrantes da CCEE

2.3.1.7.1.1 Agentes de Geração

Todas as empresas que possuem concessão ou autorização para geração de energia elétrica podem ser participantes da CCEE e vender energia tanto no Ambiente de Contratação Regulado, quanto no Ambiente de Contratação Livre. Estes agentes são classificados em três modalidades:

- Concessionários de Serviço Público de Geração;
- Produtores Independentes de Energia Elétrica;
- Autoprodutores de Energia Elétrica.

O agente Concessionário de Serviço Público é a pessoa jurídica ou o consórcio de empresas que tem a autorização do Serviço Público Federal, concedida mediante licitação, para a exploração e prestação de serviços públicos de energia, assim como a comercialização da energia gerada assegurada em contato. O Produtor Independente de Energia Elétrica, também é a pessoa jurídica ou grupo de empresas que possui autorização para geração de energia

¹⁰ O cadastro com todos os agentes participantes da CCEE está disponível em:
<http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/conheca_os_agentes>

elétrica, entretanto a comercialização desta energia está por sua conta e risco. Por fim, o autoprodutor de energia elétrica é a pessoa física ou jurídica que possui permissão de geração de energia elétrica para seu uso próprio, podendo ocorrer a comercialização da mesma mediante autorização da ANEEL. (CCEE, 2015).

2.3.1.7.1.2 Agentes de Comercialização

Os agentes de comercialização estão classificados da seguinte maneira: (CCEE, 2015).

- **Comercializador:** O agente comercializador realiza a compra de energia no Ambiente de Contratação Livre e pode revender esta energia também no Ambiente de Contratação Livre a outros comercializadores, geradores, consumidores livres ou a consumidores especiais. Existe também a possibilidade de revenda da energia aos agentes distribuidores, entretanto para este fim, a energia deve ser vendida por meio de leilão;
- **Consumidor Especial:** O consumidor especial é responsável por uma unidade consumidora ou por um conjunto de unidades consumidoras do Grupo tarifário A e que tenha carga igual ou superior a 500 KW. Consumidores especiais podem adquirir energia no Ambiente de Contratação Livre apenas de empreendimentos que utilizem as fontes Eólica, Solar, Biomassa ou Pequenas Centrais Hidrelétricas;
- **Consumidor Livre:** O consumidor livre pode escolher seus fornecedores de energia elétrica, desde que possua demanda mínima contratada de 3MW e tensão de fornecimento maior ou igual a 69 kV para unidades consumidoras instaladas até 07 de julho de 1995, e para fornecimento em qualquer nível de tensão para unidades consumidoras instaladas após esta data;
- **Exportador:** O agente exportador possui autorização para a exportação de energia elétrica para o abastecimento de países vizinhos;
- **Importador:** O agente importador é aquele que possui autorização para a importação de energia elétrica visando o abastecimento do mercado interno.

2.3.1.7.1.3 Agentes de Distribuição

Os agentes de distribuição são as empresas que possuem concessão para fornecer serviços de distribuição de energia elétrica, ou seja, são empresas responsáveis por fornecer energia elétrica para os consumidores cativos do Ambiente de Contratação Regulada. (ANEEL, 2015). Os distribuidores só podem participar do ambiente de contratação regulada, onde os mesmos têm a possibilidade de participar de leilões de energia existente, energia nova e leilões

de ajuste de carga. A exceção para contratação dos distribuidores ao ambiente regulado é a possibilidade de contratação de energia no ACL com o intuito de atender a 100% de sua demanda, a qual é uma exigência da legislação. Em casos como estes as distribuidoras devem seguir algumas condições pré-estabelecidas pelos órgãos gestores do SEB. (BRASIL, 2004).

Os agentes distribuidores são representados pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), uma sociedade que foi fundada no ano de 1975 com o intuito de garantir a viabilidade do negócio de distribuição de energia elétrica, buscando investimentos que incrementem a eficiência operacional do sistema, a melhoria do serviço prestado ao consumidor e a garantia de tarifas justas e adequadas. (ABRADEE, 2015).

2.3.1.7.2 Atividades da CCEE

Como mencionado anteriormente, a CCEE é a empresa responsável por fazer do mercado elétrico brasileiro um ambiente de negociação competitivo, sustentável e seguro. Para alcançar este objetivo, a empresa desenvolve cinco atividades de extrema importância, as quais são abordadas na sequência.

- Realização de leilões de contratação de energia elétrica: Os leilões são a principal forma de contratação de energia elétrica no Brasil. Os mesmos são realizados pela CCEE através de delegação da ANEEL e servem para atender as demandas dos Agentes Distribuidores, que por sua vez atendem os consumidores cativos. O critério de menor tarifa é sempre utilizado para definir os vencedores do leilão, garantindo desta forma a modicidade tarifária, a qual é uma das missões da CCEE. (CCEE, 2015).
- Registro dos contratos firmados entre compradores e vendedores: Os acordos entre os agentes participantes da CCEE de compra e venda de energia devem ser registrados na câmara constando o montante de energia contratada e o período de vigência. Os valores envolvidos nas transações do ambiente de contratação livre não são registrados publicamente, uma vez que este sigilo garante o caráter competitivo do mercado. Por sua vez, o ambiente de contratação regulado, possui os preços da energia contratada estabelecidos pela ANEEL em leilões públicos. (CCEE, 2015).
- Contabilização das operações de compra e venda de energia elétrica: Esta atividade visa encontrar a diferença entre a quantidade de energia contratada e a quantidade de energia efetivamente medida, seja ela gerada ou consumida por cada agente. Este balanço serve para que seja mantido o equilíbrio do sistema elétrico. (CCEE, 2015).
- Liquidação financeira das operações realizadas: De posse dos valores de débito ou crédito referente a participação de cada agente, a CCEE realiza mensalmente o processo

de liquidação financeira das diferenças. A liquidação ocorre no mercado de curto prazo e é valorada de acordo com o Preço de Liquidação das Diferenças, o qual é um preço para MWh determinado semanalmente de acordo com as condições do mercado e que possui limitantes inferiores e superiores previstos em lei. (JÚNIOR, 2012). O pagamento e recebimento não ocorre diretamente entre dois agentes específicos, o que ocorre é que um agente credor recebe de todos os devedores, e um agente devedor efetua o pagamento a todos os credores. (CCEE, 2015).

- **Monitoramento do mercado:** Visando manter a confiabilidade das operações de comercialização de energia elétrica, a CCEE realiza o constante monitoramento dos agentes de mercado. Esta atividade busca identificar ações de agentes que estejam em desacordo com as normas do SEB e que possam representar riscos ao mercado. Em caso de descumprimento das regras pode ocorrer, em última instância, o desligamento do agente do quadro de agentes da CCEE. Entretanto, antes disso o agente passa por um estágio de monitoramento, onde o mesmo tem a possibilidade de apresentar defesa ou então regularizar sua situação para poder voltar ao status de agente sem pendências, status este, que ocorre após seis ciclos de faturamento sem que seja verificada uma nova irregularidade. (CCEE, 2015).

2.4 Comercialização de energia elétrica

O mercado brasileiro de compra e venda de energia elétrica é bastante dinâmico, e as atividades dos agentes do SEB acontecem em dois ambientes de contratação, o Ambiente de Contratação Regulado e o Ambiente de Contratação Livre. A figura 3, mostra como ocorre a interação entre os agentes durante a comercialização. (BRASIL, 2004).



Figura 3 – Ambientes de contratação de energia (Adaptado). Fonte: Rodrigues (2006)

2.4.1 Ambientes de contratação

Os ambientes de contratação de energia elétrica do sistema brasileiro foram criados pela lei Nº 10.848 de 2004 e regulamentados pelo decreto Nº 5.163 do ano de 2004. A seguir estão descritos os ambientes de contratação regulados, livres, e o mercado de curto prazo.

2.4.1.1 Ambiente de Contratação Regulado

O decreto Nº 5.163 do ano de 2004 no seu Art.1º e §2º descreve o Ambiente de Contratação Regulado como:

O segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores¹¹ e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

Conforme art. 11º do decreto Nº 5.163 do ano de 2004, as negociações no ACR se dão majoritariamente por meio de leilões de venda de energia elétrica. Estes leilões são promovidos pela CCEE e têm a finalidade de garantir o fornecimento para 100% da demanda de energia elétrica das distribuidoras. A obrigatoriedade da contratação de quantidade que atenda 100% da demanda, ao invés dos 95% que eram requeridos anteriormente, é uma obrigação prevista no inciso II do art. 2º do mesmo decreto, e visa dar mais segurança a operação do sistema e ao mesmo tempo buscar a modicidade tarifária, uma vez que ao recorrer ao mercado de curto prazo¹² para complementar a disponibilidade de energia para seus clientes as distribuidoras acabam pagando mais caro pelo MWh do que pagariam em leilões de venda de energia.

Excepcionalmente, como forma de cumprimento da exigência de atendimento a 100% da demanda da distribuidora, é permitido que a mesma adquira energia sem participar de leilão. Nestes casos existe a possibilidade da distribuidora comprar energia proveniente dos seguintes empreendimentos: (BRASIL, 2004).

- Geração distribuída¹³;
- Usinas que gerem energia a partir de energia eólica, pequenas centrais hidrelétricas ou empreendimentos que utilizem biomassa como combustível;
- Itaipu Binacional;

¹¹ São considerados vendedores os agentes com autorização para gerar ou comercializar energia elétrica.

¹² O mercado de curto prazo está descrito no item 2.3.1.3 deste documento.

¹³ Geração distribuída é aqui considerada como a geração de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração conectados diretamente a rede de distribuição do agente distribuidor, estando limitada a capacidade instalada de até 30MW para usinas hidrelétricas, e para eficiência energética de pelo menos 65% para usinas termelétricas que não utilizem biomassa ou resíduos do processo como combustível. A contratação de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração distribuída ocorre por meio de chamada pública e é limitada a atendimento de 10% da carga do agente de distribuição.

- Angra I e Angra II;
- Cotas de garantia física de energia e potência de usinas hidrelétricas que tiveram suas concessões prorrogadas.

2.4.1.1.1 Leilões de compra de energia elétrica

De acordo com o que já foi mencionado, os agentes de distribuição são obrigados a contratar a energia que fornecem aos seus clientes via leilão, visando entre outras coisas, obter preços mais baixos. De forma que organize e promova a expansão do SEB os empreendimentos de geração de energia são separados em dois grupos nos leilões, os quais são:

- Leilão de energia elétrica proveniente de novo empreendimento de geração;
- Leilão de energia elétrica proveniente de empreendimento de geração existente;

A definição de novo empreendimento de geração segundo o artigo 11 do decreto Nº 5.163 de 2004 é a seguinte:

Entendem-se como novos empreendimentos de geração aqueles que até a data de publicação do respectivo edital de leilão:

I - não sejam detentores de concessão, permissão ou autorização; ou

II - sejam parte de empreendimento existente que venha a ser objeto de ampliação, restrito ao acréscimo da sua capacidade instalada.

Os novos empreendimentos são fundamentais para a manutenção, a segurança e ampliação do sistema elétrico brasileiro e por este motivo as distribuidoras são incentivadas a adquirirem energia elétrica destas fontes. (CUBEROS, 2008). Os empreendimentos de geração de energia existentes, por sua vez, são usinas que tiveram suas licenças de operação e contratos de comercialização encerrados, portanto estão aptas a novas negociações. Os custos de contratação de energia oriundas destes empreendimentos tendem a ser mais baixos do que de novos empreendimentos, uma vez que estas usinas já tiveram o investimento amortizado. (BRASIL, 2004).

Visando a expansão planejada do sistema, existem diferentes tipos de leilões de compra de energia, os quais são classificados de acordo com duas categorias: leilões com base no horizonte de contratação e os leilões especiais.

2.4.1.1.1.1 Leilões de acordo com o horizonte de contratação

Os leilões do ACR ocorrem considerando o início das operações e comercialização da energia elétrica em ano chamado de “ano-base A”, sendo que a diferença entre o momento da contratação e o momento da entrada em operação pode ser de até 5 anos. Existem quatro tipos de leilões que se enquadram nesta categoria: os leilões A-5, A-3, A-1 e o leilão de ajuste. (Brasil, 2004).

- Leilão A-5: A categoria de leilão A-5 é a que ocorre primeiro na sequência de eventos preparatórios para que uma determinada demanda seja atendida no futuro. O leilão do tipo A-5 é um leilão para novos empreendimentos de geração e ocorre cinco anos antes do ano-base, sendo composto normalmente por empreendimentos hidrelétricos, uma vez que os mesmos necessitam de maiores prazos para a conclusão das obras. (MME, 2015).
 - Leilão A-3: A categoria de leilão A-3 é a segunda oportunidade para os agentes distribuidores contratarem o fornecimento de energia elétrica para o atendimento de 100% de suas demandas. O leilão A-3 ocorre a três anos do ano-base e também é um leilão de novos empreendimentos de geração de energia elétrica, porém, este possui maior participação de empreendimentos de geração térmica, uma vez que estas usinas necessitam de menos tempo para que sejam postas em operação. (MME, 2015).
- Leilão A-1: A categoria de leilão A-1 é a terceira oportunidade que as distribuidoras possuem para adquirir energia elétrica. Este leilão ocorre um ano antes da entrada em operação do empreendimento e inclui na maior parte empreendimentos de energia existente. Por este motivo, esta categoria não é considerada parte do planejamento e ampliação do sistema, mas sim uma oportunidade dos agentes distribuidores complementarem a demanda de fornecimento de energia elétrica. (MME, 2015).
- Leilão de Ajuste: O leilão de ajuste, assim como o leilão A-1 é um leilão que envolve empreendimentos de energia existente, uma vez que ocorre com antecedência máxima de 4 meses do início do fornecimento. O objetivo desta categoria é evitar que as distribuidoras fiquem reféns da oscilação do mercado, como por exemplo a entrada de grandes consumidores na sua rede que podem fazer com que os indicadores de fornecimento não atinjam o mínimo necessário. (CUBEROS, 2008).

2.4.1.1.2 Leilões especiais

Os leilões especiais, diferente dos leilões citados anteriormente, não necessariamente possuem os prazos e preço do MWh negociado como fatores preponderantes. Os leilões especiais ocorrem com o objetivo de garantir a estabilidade do sistema, seja possibilitando às distribuidoras a contratação de fornecimento de energia elétrica ou incentivando a instalação de empreendimentos de geração que utilizem fontes alternativas visando a diversificação da matriz de geração de energia elétrica. Os leilões especiais são classificados da seguinte maneira:

- Leilão de geração distribuída: Os leilões de geração distribuída, como mencionado anteriormente, são alternativas para que as concessionárias de distribuição de energia

elétrica consigam atender a totalidade de seus clientes. Estes leilões ocorrem por meio de chamada pública, e as distribuidoras estão limitadas a contratar energia equivalente ao valor máximo de 10% das suas cargas, estando sujeitas a penalidades caso não respeitem este limite.

- **Leilão de energia de reserva:** O leilão de energia de reserva tem como objetivo garantir a segurança do setor elétrico e estão aptos a participar de leilões de energia de reserva, tanto novos empreendimentos de geração quanto empreendimentos existentes que não possuem contrato de fornecimento de energia elétrica ativo. Neste leilão são contratados empreendimentos que irão gerar energia elétrica apenas em momentos que não é possível ou interessante utilizar o potencial hídrico do sistema. Desta maneira os empreendimentos de energia de reserva atuam como o primeiro elemento de segurança do SEB, entrando em operação antes das usinas termelétricas, as quais geralmente possuem custos maiores de geração. Os custos atrelados aos empreendimentos de energia de reserva são divididos entre todos os consumidores do SIN. (BRASIL, 2008).
- **Leilão de Fontes alternativas:** O leilão de fontes alternativas ocorre de maneira semelhante aos leilões A-5, A-3 e A-1, com o intuito de possibilitar às distribuidoras o atendimento a 100% de seus mercados. As diferenças desta categoria de leilão são a permissão para participação de ambos os empreendimentos, novos e existentes, e a possibilidade de realização do leilão a qualquer momento entre cinco e um ano antes da entrada em operação da usina. (BRASIL, 2007).
- **Leilão estruturante:** O leilão estruturante é responsável pela contratação de energia elétrica oriunda de empreendimentos que são considerados estratégicos para o país, os quais são indicados pelo CNPE e precisam ser aprovados pelo presidente da república. Nestes leilões é permitida a participação de novos empreendimentos de geração, e os mesmos ocorrem nos anos A-5 e A-3. (BRASIL, 2007).

2.4.1.1.1.3 Histórico dos leilões

A CCEE disponibiliza em seu site todos os resultados¹⁴ dos leilões promovidos pela câmara desde o ano de 2004.

¹⁴ Os resultados consolidados dos leilões promovidos pela CCEE estão disponíveis em: <www.ccee.org.br/portal/faces/oquefazemos_menu_lateral/leiloes>

2.4.1.1.2 Contratos de compra e venda de energia elétrica

A formalização das negociações no ACR ocorre via contratos bilaterais entre os geradores e pool de distribuidores¹⁵ participantes do leilão, os quais são chamados de Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica no Ambiente Regulado – CCEAR's. De acordo com o decreto N° 5.163 de julho de 2004, os CCEAR's terão os seguintes prazos de duração:

- I - no mínimo quinze e no máximo trinta anos, contados do início do suprimento de energia proveniente de novos empreendimentos; e
- II - no mínimo um e no máximo quinze anos, contados do início do suprimento de energia proveniente de empreendimentos existentes;
- III - no mínimo dez e no máximo trinta anos, contados do início do suprimento de energia proveniente de fontes alternativas.

Os contratos no ACR são divididos em duas modalidades de fornecimento de energia elétrica, sendo uma composta por contratos de quantidade de energia e outra por contratos de disponibilidade de energia. Nos contratos de quantidade de energia os custos associados a riscos hidrológicos são assumidos pelos vendedores, enquanto nos contratos de disponibilidade estes custos são repassados aos agentes compradores que por sua vez podem repassar aos consumidores finais.

2.4.1.2 Ambiente de contratação Livre

O decreto N° 5.163 do ano de 2004 no seu Art.1° e §2° descreve o Ambiente de Contratação Livre (ACL) como:

Segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos bilaterais livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

O Ambiente de Contratação Livre é composto por agentes geradores, comercializadores, consumidores livres e consumidores especiais. Neste ambiente, assim como no ambiente de contratação regulado apenas os agentes geradores e comercializadores são responsáveis pela venda de energia, no entanto no ACL todos os seus integrantes podem realizar a compra de energia.

A atividade dos comercializadores no ambiente livre é adquirir energia elétrica dos agentes geradores e vender para os consumidores livres, especiais, distribuidores do mercado regulado e até mesmo para agentes geradores. O último caso mencionado que é a compra de energia elétrica por parte dos agentes geradores ocorre quando os mesmos não conseguem gerar

¹⁵ Pool de distribuidores é a denominação para o grupo de agentes distribuidores que declara necessidade de contratação de energia elétrica em um leilão de venda de energia. Este grupo de distribuidores participa do leilão em forma de cooperativa, de maneira que a soma das necessidades declaradas por cada agente é adquirida de maneira conjunta, buscando assim preços mais baixos na contratação da energia elétrica.

a quantidade de energia estipulada em contrato e então recorrem ao mercado livre para sanar esta diferença.

As negociações no ACL ocorrem livremente entre vendedores e compradores, sem a estipulação de preços por parte das agências reguladoras, no entanto, assim como ocorre no ACR, todos os contratos devem ser registrados na CCEE.

Devem também ser celebrados contratos para o uso do sistema de transmissão com o ONS e contratos para a conexão com a rede de transmissão ou de distribuição com a respectiva concessionária. (CUBEROS, 2008).

2.4.1.3 Mercado de curto prazo

O mercado de curto prazo pode ser definido como um ambiente onde a diferença entre energia gerada e consumida por cada agente é contabilizada. A contabilização destes montantes é realizada pela CCEE, assim como a comparação destes valores com os contratos bilaterais firmados entre vendedores e compradores. As diferenças apuradas neste processo sejam elas de crédito ou débito são posteriormente liquidadas financeiramente com base no Preço de Liquidação das Diferenças (PLD). (CCEE, 2015).

2.5 Capacidade de geração e planejamento energético

O Brasil, devido a suas dimensões, possui diferentes possibilidades para gerar energia elétrica, sendo que, atualmente, a matriz energética brasileira é baseada em quatro fontes: hidro, termo, eólica, e solar.

De acordo com a tabela 1 o sistema elétrico brasileiro tem recebido aumento constante na capacidade instalada de geração de energia elétrica ao longo dos últimos anos. No ano de 2014, a capacidade instalada de geração de energia elétrica do país alcançou 133.913 MW, valor este, 7.171 MW maior do que a capacidade instalada referente ao ano anterior de acordo com o Balanço Energético Nacional de 2015. É possível observar também que as maiores contribuições para este número vieram de usinas hidrelétricas e parques eólicos, sendo que o segundo, percentualmente, foi o que teve maior contribuição para o aumento da capacidade no referido ano, dobrando sua participação no mercado de energia elétrica brasileiro. (BEN, 2015).

USINAS	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CGH	107	112	154	173	185	216	236	266	308
PCH	1.566	1.820	2.490	2.953	3.428	3.896	4.101	4.620	4.790
UHE	72.005	74.937	74.901	75.484	77.090	78.347	79.956	81.132	84.095
UTE	20.372	21.229	22.999	23.350	29.689	31.243	32.778	36.528	37.827
UFV	-	-	-	-	1	1	2	5	15
UEE	237	247	398	602	927	1.426	1.894	2.202	4.888
UTN	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	1.990	1.990
TOTAL	96.294	100.352	102.949	104.569	113.327	117.135	120.975	126.743	133.913

CGH - Central Geradora Hidrelétrica | PCH - Pequena Central Hidrelétrica | UHE - Usina Hidrelétrica | UTE - Usina Termelétrica
UFV - Central Geradora Solar Fotovoltaica | UEE - Central Geradora Eólica | UTN - Usina Termonuclear

Tabela 1 - Incremento da capacidade de geração ao longo dos anos. Fonte: BEN (2015) (Adaptado)

O ano de 2015 apresenta crescimento semelhante, onde nos três primeiros trimestres ocorreu o acréscimo de aproximadamente 5.000 MW na capacidade instalada do país. Segundo o Banco de Informação de Geração - BIG¹⁶ (2015) este acréscimo resultou em um total de 4.323 empreendimentos de geração de energia elétrica em operação conforme disposto na tabela 2.

TIPO DE USINA	EMPREENDIMENTOS EM OPERAÇÃO		EMPREENDIMENTOS EM CONSTRUÇÃO		EMPREENDIMENTOS COM CONSTRUÇÃO NÃO INICIADA	
	Quant.	Potência Instalada (kW)	Quant.	Potência Outorgada (kW)	Quant.	Potência Outorgada (kW)
CGH	527	373.262	1	848	40	27.599
PCH	467	4.822.945	34	414.600	132	1.878.929
UHE	198	85.353.663	11	15.269.142	5	479.000
UTE	2.829	39.719.134	20	1.634.639	150	8.453.822
UFV	25	21.233	-	-	40	1.142.975
UEE	275	6.679.947	158	3.851.012	303	7.149.454
UTN	2	1.990.000	1	1.350.000	-	-
CGU	-	-	-	-	1	50
Total	4.323	138.960.184	225	22.520.241	671	19.131.829

CGH - Central Geradora Hidrelétrica | PCH - Pequena Central Hidrelétrica | UHE - Usina Hidrelétrica | UTE - Usina Termelétrica
UFV - Central Geradora Solar Fotovoltaica | UEE - Central Geradora Eólica | UTN - Usina Termonuclear
CGU - Central Geradora Undielétrica

Tabela 2 - Número de Empreendimentos e Capacidade de Geração Elétrica. Fonte: BIG (2015).

A tabela 2 mostra ainda a perspectiva para os próximos 5 anos, onde 896 empreendimentos serão adicionados ao sistema elétrico brasileiro, representando o acréscimo de 41.652 MW. Destes empreendimentos, vemos que a quantidade que já está em construção possui capacidade de 22,5 MW, dos quais 15,2 MW são oriundos de usinas hidrelétricas, com

¹⁶ O Banco de Informação de Geração é um cadastro que possui todos os empreendimentos de geração de energia elétrica do Brasil em operação e em fase de implantação. O BIG está disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>

a usina hidrelétrica de Belo Monte respondendo por 11,2 MW¹⁷ desse montante. Por sua vez os empreendimentos que ainda não estão em fase de construção são majoritariamente de usinas termelétricas e eólicas e isto ocorre devido a dois motivos: a necessidade de menos tempo para a implantação destes empreendimentos, portanto os mesmos costumam ter a construção iniciada após as UHE's, e também devido a necessidade do país contratar energia elétrica oriunda de outras fontes de energia que não as hídricas.

Embora o sistema elétrico brasileiro possua as linhas de transmissão quase 100% interligadas, é importante que haja a geração de eletricidade de maneira descentralizada para que não ocorra sobrecarga nestas linhas, ou mesmo para prevenir que eventuais falhas possam deixar grandes regiões desabastecidas, mesmo que momentaneamente. A tabela 3 mostra a distribuição das usinas pelo país e é possível observar que a capacidade instalada de geração está alocada nas regiões de acordo com a demanda de cada uma, sendo as regiões sudeste e sul as que detêm as maiores capacidades instaladas do país. (BEN, 2015).

REGIÃO	GERAÇÃO HIDROELÉTRICA	GERAÇÃO TERMOELÉTRICA	GERAÇÃO EÓLICA	GERAÇÃO SOLAR	GERAÇÃO NUCLEAR	GERAÇÃO TOTAL
NORTE	18,0	9,7	0,0	2,0	0,0	14,8
NORDESTE	13,0	25,2	79,9	44,8	0,0	18,7
SUDESTE	28,2	42,2	0,6	23,4	100,0	32,2
SUL	27,5	11,6	19,6	28,9	0,0	22,3
CENTRO-OESTE	13,3	11,2	0,0	0,9	0,0	12,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 3 - Capacidade Instalada de Geração Elétrica por região. Fonte: BEN (2015) (Adaptado)

A geração de energia elétrica no Brasil, por sua vez, alcançou 590,5 TWh no ano 2014, um número 3,4% superior ao de 2013. De acordo com a figura 4, a energia de fonte hidráulica tem papel de destaque nesta geração, correspondendo a 65% do valor total gerado no país. A energia eólica e a energia da biomassa correspondem a 9% da eletricidade gerada, o que faz com que o Brasil tenha em torno de 75% da sua necessidade de energia elétrica suprida por fontes renováveis, restando pouco mais de 23% de geração com combustíveis não renováveis e em torno de 2% de energia nuclear¹⁸. (BEN, 2015).

¹⁷ Capacidade instalada de da Usina Hidrelétrica de Belo Monte disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Empreendimento/ResumoUsina.asp?lboxUsina=30354:Belo Monte>>

¹⁸ Embora a energia nuclear seja considerada uma fonte não renovável, ela foi tratada separadamente neste tópico.

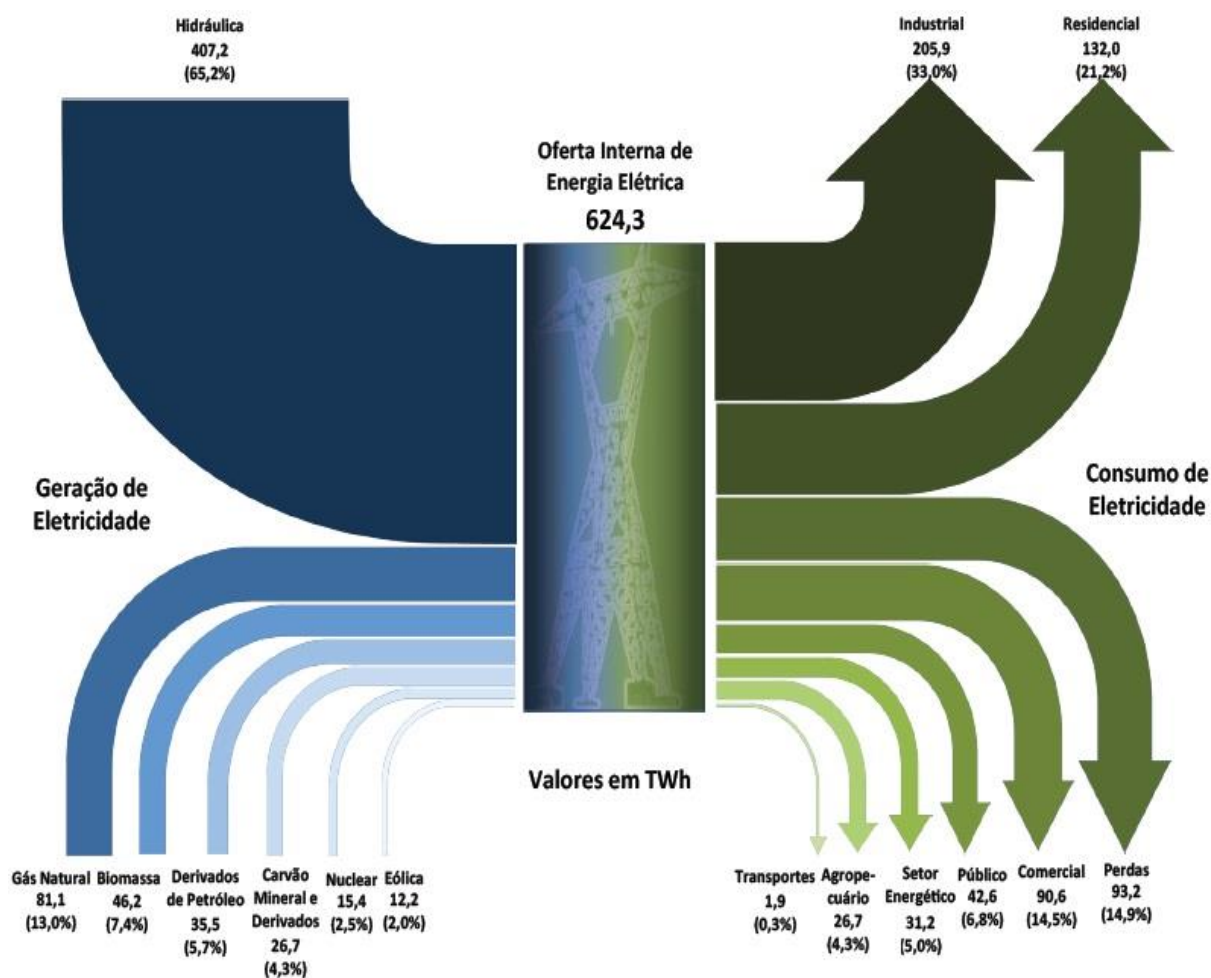


Figura 4 - Geração e Consumo de eletricidade no Brasil em 2014 (Adaptado). Fonte: BEN (2015)

Visando a diversificação da matriz energética, de forma a evitar transtornos causados por condições hidrológicas desfavoráveis, o Governo Federal tem buscado o aumento da capacidade instalada de geração de energia elétrica a partir de fontes que não sejam hídricas, mas que sejam preferencialmente de origem renovável. Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2023, a matriz de geração de energia elétrica deve ter um acréscimo de 10% com relação à contribuição das fontes renováveis até 2023, sendo a energia eólica responsável por um papel importante nesta mudança, devendo passar dos atuais 2% de contribuição para algo em torno de 8%. (EPE, 2014).

Analisando novamente a figura 4 é possível ver que a energia elétrica no Brasil possui dois grandes consumidores: o setor industrial e o setor residencial, que juntos consomem mais de 50% de toda a energia elétrica ofertada. Para os próximos anos a previsão da EPE é que não ocorram mudanças significativas neste cenário, e os números para 2050 devem ficar em torno dos valores dispostos na figura 5. (EPE, 2014).

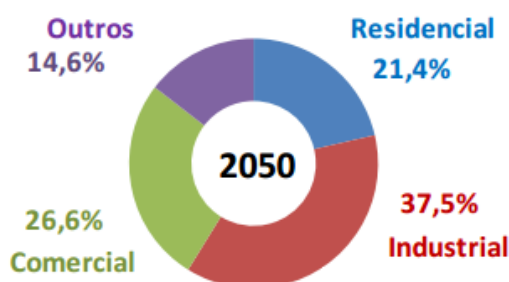


Figura 5 - Consumo de eletricidade no Brasil em 2050. Fonte: EPE (2014)

De acordo com a EPE o setor industrial terá uma redução percentual no consumo de energia elétrica para 37,5%, o que representará 520 TWh. Isto ocorrerá devido a fatores como o aumento da eficiência dos parques fabris, a utilização de mais processos de cogeração em indústrias que fazem grande uso de vapor e eletricidade, como as indústrias de alimentos, açúcar e álcool, têxtil, e a mudança no padrão de consumo de produtos como o cimento que deve ser substituído em parte pelo aço. (EPE, 2014).

No setor residencial embora deva ocorrer o aumento da eficiência dos equipamentos e a substituição parcial de chuveiros elétricos por aquecedores solares ou aquecedores a gás, o maior número de residências com energia elétrica e o aumento do poder aquisitivo fará com que o consumo, na verdade, cresça. O consumo elétrico deve chegar ao patamar de 336 TWh, representando 21,4% do consumo total. Esta tendência se explica, uma vez que, quanto maior a renda, maior tende a ser o gasto com eletrodomésticos devido ao aumento na procura por equipamentos que tenham maior qualidade no serviço prestado e que conseqüentemente apresentam maior consumo de energia. Esta relação é apresentada na tabela 4. (Cohen, 2005)

Categorias de consumo	Classe de renda										
	média	<2	2<sm<3	3<sm<5	5<sm<6	6<sm<8	8<sm<10	10<sm<15	15<sm<20	20<sm<30	sm>30
Alimentação	1 360	571	904	1 019	1 111	1 297	1 364	1 498	1 711	2 035	2 611
Alimentação prep. e hospedagem	430	74	112	177	243	280	379	452	665	751	1 403
Calçados e vestuário	616	104	194	264	347	448	527	663	874	1 099	1 779
Habitação	1 902	253	404	587	833	1 028	1 207	1 719	2 469	3 223	7 326
Transportes	1 720	167	261	411	597	748	917	1 439	2 203	3 128	7 829
Eletrodomésticos	785	153	240	302	334	460	578	757	1 069	1 321	2 581
Saúde e educação	1 135	223	300	378	489	622	768	1 067	1 669	2 168	3 858
Produtos de papel	160	22	44	64	86	123	148	158	203	364	483
Lazer	695	72	118	180	254	373	473	681	1 032	1 359	2 559
Equipamentos eletrônicos p/ lazer	181	53	66	90	151	155	150	214	250	310	435
Comunicações	239	35	48	50	65	82	107	157	293	432	1 098
Outros	66	9	16	22	32	43	52	64	87	139	216
Total	9 289	1 736	2 705	3 545	4 542	5 660	6 671	8 870	12 525	16 329	32 179

Tabela 4 - Despesas familiares totais anuais médias por classe de renda, por categoria de consumo (US\$ 1996 PPP). Fonte Cohen (2005).

Por fim, o setor comercial que hoje representa a mesma parcela que as perdas representam para o sistema, deve nos próximos anos, devido a uma participação maior no PIB brasileiro, ultrapassar o setor residencial, e em 2050 ser responsável por 26,6% do consumo de energia elétrica do Brasil. Sendo assim, o país deve ter os números de consumo de energia elétrica dobrados nos próximos 35 anos, o que demandará grandes investimentos no aumento da capacidade instalada de geração de energia elétrica. (EPE,2014).

2.6 Garantia Física

A garantia física de um empreendimento de geração de energia elétrica, de acordo com o decreto Nº 5.163 de 30 de julho de 2004, é um valor determinado pelos agentes reguladores do SEB e representa a capacidade máxima de energia elétrica que uma planta de geração está apta a comercializar. Uma PCH com potência instalada de 30MW está exposta a diversos fatores que fazem com que o potencial médio de geração seja menor, caso a garantia física desta PCH seja de 20MW, por exemplo, e a geração de energia elétrica supere o valor da garantia física, o empreendimento pode negociar este excedente no mercado de curto prazo, da mesma forma como pode adquirir energia caso gere abaixo do valor negociado.

2.7 Incentivos para investir em empreendimento de geração de energia elétrica

Buscando movimentar a economia brasileira, os governos federal e estadual criam constantemente programas que facilitem o crescimento ou mesmo a abertura de empresas, como programas de financiamento e de redução de impostos. Na sequência são apresentados alguns destes programas.

2.7.1 FINAME

Criado pelo decreto Nº 55.275 de 22 de dezembro de 1964, o Fundo de Financiamento para Aquisição de Máquinas e Equipamentos Industriais¹⁹ (FINAME), é uma linha de crédito do Governo Federal, fornecida pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) por intermédio de instituições financeiras credenciadas, para produção e aquisição de máquinas, equipamentos e bens de informática e automação novos, de fabricação nacional e credenciados no BNDES. (BRASIL, 1964).

¹⁹ Maiores informações sobre o FINAME disponíveis em: <<http://www.bndes.gov.br/bndesfiname>>

2.7.2 PROINFA

Criado pela lei Nº 10.438 de 26 de abril de 2002, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica²⁰ (PROINFA) é um programa do Governo Federal com o intuito de aumentar a participação de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis como eólica, PCH e termelétrica que utilize biomassa como combustível. Os participantes do programa têm assegurados o benefício da contratação de energia pelo prazo de 20 anos pela ELETROBRAS. (BRASIL, 2002).

2.7.3 REIDI

Criado pela lei Nº 11.488 de 15 de junho de 2007, o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura²¹ (REIDI) possibilita a isenção da Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) para a pessoa jurídica que tenha projeto aprovado para implantação de obras de infraestrutura nos setores de transportes, portos, energia, saneamento básico e irrigação. (BRASIL, 2007).

2.7.4 PRÓ-EMPREGO

Criado pela lei do estado de Santa Catarina Nº 13.992 de 15 de fevereiro de 2007, o Programa PRÓ-EMPREGO²² possibilita a isenção do pagamento de ICMS para, entre outros, empreendimentos de geração de energia elétrica e de linhas de transmissão. (SANTA CATARINA, 2007).

2.7.5 LEI Nº 13.169

Buscando incentivar a participação de micro e minigeradores de energia elétrica no SIN, foi promulgada a lei Nº 13.169 em 6 de outubro de 2015, onde no seu Art. 8º é dito:

Ficam reduzidas a zero as alíquotas da contribuição para o PIS/PASEP e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica ativa injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica para microgeração e minigeração distribuída, conforme regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

²⁰ Maiores informações sobre o PROINFA disponíveis em: <<http://www.eletrobras.com/elb/Proinfa>>

²¹ Maiores informações sobre o REIDI disponíveis em: <<http://transportes.gov.br/reidi.html>>

²² Maiores informações sobre o PRÓ-EMPREGO disponíveis em: <<http://legislacao.sef.sc.gov.br/html/proemprego.html>>

2.8 Etapas da implantação de um empreendimento de geração de energia elétrica

A implantação de um novo empreendimento de geração de energia é uma atividade complexa, composta por 8 principais etapas que estão representados no fluxograma da figura 16. Ao todo, o prazo para cumprimento destas etapas em um projeto de construção ou ampliação de uma usina²³, dependendo do seu porte, leva em torno de seis meses a três anos, ao custo inicial de centenas de milhares até dezenas ou centenas de milhões de reais.

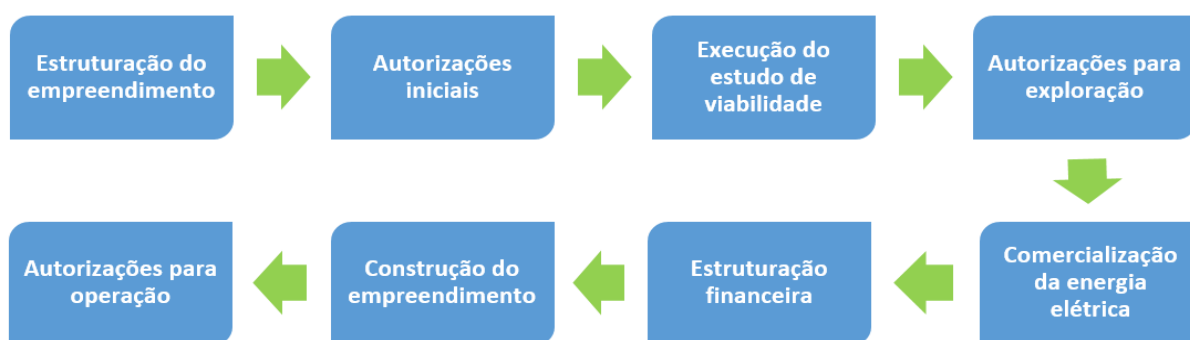


Figura 6 - Etapas da implantação de um empreendimento de geração de energia. Fonte: Autor (2015).

2.8.1 Estruturação do empreendimento

Um projeto de construção de um empreendimento de geração de energia elétrica tem início da mesma forma como projetos em todos os outros ramos da economia, a partir da percepção por parte do investidor de um nicho de mercado inexplorado, sendo que atualmente os investimentos nesse ramo podem ser feitos em quatro tipos de empreendimentos: hidrelétricos; termelétricos, eólicos e solares fotovoltaicos. No entanto, a determinação do tipo de empreendimento que será objeto de trabalho envolve diversos fatores como: determinação do capital a ser investido, o tempo de retorno esperado, viabilidade da contratação de corpo técnico e administrativo para o projeto com *know-how* no tipo de fonte energética que se pretende trabalhar, riscos associados ao empreendimento, entre outros aspectos. (ESHA, 2004).

2.8.2 Autorizações iniciais

Com a estrutura do projeto pré-definida, incluindo o tipo de empreendimento de geração e o local pretendido para a instalação, o interessado deve encaminhar a ANEEL requerimento para estudo e projeto. Paralelo a este procedimento o empreendedor deve dar entrada na solicitação de licença prévia junto ao órgão ambiental responsável, o qual pode ser estadual se

²³ Neste caso não está sendo considerado grandes empreendimentos de geração do porte das Usinas Hidrelétricas de Itaipu Binacional e Belo Monte que podem levar mais de uma década para serem concluídos.

o empreendimento impactar em área pertencente apenas a um estado, ou pode ser o IBAMA, que é o órgão ambiental federal, e que responde por licenças que estejam relacionadas a impactos causados em áreas de divisa de estados. Para a solicitação da licença prévia o empreendedor deve apresentar um Relatório Ambiental Preliminar (RAP), que será avaliado pelo órgão ambiental e resultará na solicitação por parte do órgão de novos estudos sobre os impactos ambientais do empreendimento. Os novos estudos podem ser desde um Relatório Simplificado até um Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) mais aprofundado. (DA SILVA JUNIOR, 2012).

2.8.3 Execução do estudo de viabilidade

Depois das autorizações da ANEEL e dos órgãos ambientais é dado início ao estudo de viabilidade do projeto, que deve ser o mais completo possível. É imprescindível a abordagem a temas como os detalhes da localização, potencial de geração de energia em caso de fontes hidráulica, eólica e solar, impactos ambientais, capacidade instalada da usina, viabilidade de conexão às redes de transmissão e distribuição, prazo para entrada em operação, atentando-se para os seguintes aspectos para cada um dos tipos de empreendimentos: (ANEEL, 2003).

- Empreendimento hidrelétrico: para este tipo de empreendimento é necessário um estudo de inventário hidrelétrico sobre a unidade hidrográfica para levantamento dos diversos potenciais de geração. De porte deste documento é possível encontrar a maior capacidade de geração com o menor impacto socioambiental, e desta maneira determinar a localização da usina. (EPE, 2015).
- Empreendimento termelétrico: para este tipo de empreendimento é necessário um estudo de viabilidade do fornecimento do combustível, assim como da existência de área suficiente para o armazenamento de combustível para a operação contínua da planta com potência máxima. É indispensável também que exista recurso hídrico suficiente para a refrigeração do vapor utilizado no ciclo térmico da usina. (EPE, 2015).
- Empreendimento de energia eólica: para este tipo de empreendimento é necessário um estudo das condições climáticas, potencial eólico e interferência na fauna. Uma região adequada para a instalação de parques eólicos deve ter ventos fortes e constantes ao longo de todo o ano, assim como não deve interferir na rota migratória de pássaros ou impactar na vida das demais espécies através de poluição sonora ou visual. (EPE, 2015).
- Empreendimento de energia solar fotovoltaica: para este tipo de empreendimento é necessário estudo de viabilidade de utilização da radiação solar para a geração de

energia elétrica. O local ideal neste caso deve estar a maior parte do ano com céu limpo, sem a presença de nuvens de forma que a incidência dos raios solares nas placas fotovoltaicas não seja prejudicada. (EPE, 2015).

2.8.4 Autorizações para exploração

De acordo com a lei Nº 9.074 de 7 de julho de 1995, a execução de empreendimentos de geração de energia elétrica é condicionada a outorga do poder concedente. Entretanto, visando viabilizar a participação de empreendimentos menores e mais próximos aos centros consumidores, existem algumas classificações de usinas que não necessitam de concessão pública, tais quais:

Empreendimentos que necessitam apenas de autorização:

- Usinas hidrelétricas de potência inferior a 10MW de uso exclusivo do autoprodutor;
- Usinas termelétricas de uso exclusivo do autoprodutor.

Empreendimentos que necessitam apenas comunicar o poder concedente, dispensando concessão ou autorização:

- Usinas hidrelétricas de potência inferior a 3MW;
- Usinas termelétricas de potência inferior a 5MW;

Para os casos de empreendimento hidrelétricos e eólicos, a partir do momento da expedição da autorização, o empreendedor passa a ter exclusividade de exploração do local para atividades de geração de energia elétrica.

2.8.5 Comercialização da energia elétrica

A comercialização de energia pode ocorrer tanto com o no ACL quanto no ACR, assim como com o empreendimento já construído, ou com ele ainda em fase de projeto, entretanto para a venda no ACR em leilões do tipo A-5 e A-3, a geração de energia não pode ter iniciado até a assinatura do contrato de venda.

Em leilões do ambiente regulado é requerido um cadastro prévio na EPE no sistema chamado Acompanhamento de Empreendimentos Geradores de Energia²⁴ (AEGE), manifestando o desejo de vender energia no ACR, para que seja assegurada a participação do empreendedor no leilão. Quando aberto um novo leilão, o empreendedor é informado e caso tenha interesse, o mesmo pode participar das negociações com os compradores. (EPE, 2015).

²⁴ O sistema AEGE está disponível em: <<https://sistemas.epe.gov.br/aege/adesao>>.

Os dados informados no cadastro realizado no AEGE são importantes também para o cálculo da garantia física do empreendimento.

2.8.6 Estruturação financeira

De posse das autorizações para construção do empreendimento e de possíveis contratos de venda de energia o investidor deve estruturar financeiramente, fazendo uma análise profunda do fluxo de caixa do projeto. É importante também o conhecimento sobre a legislação vigente, de forma a viabilizar o financiamento do projeto, bem como fazer uso de benefícios governamentais como, por exemplo, FINAME, PRÓ-EMPREGO e REIDI.

2.8.7 Construção do empreendimento

De posse das devidas autorizações, licenças, concessões, contratos de venda assinados e financiamentos e isenções aprovados, o empreendedor dá início a execução da obra. Segundo Da Silva (2012) existem quatro modalidades de execução do empreendimento: Engineering Procurement Construction (EPC), Design-Bid-Build (DBB), Design-Bid-Build-Construction-Management (DBB-CM) e Design-Build (DB).

A modalidade de contratação EPC é a que o empreendedor tem menos envolvimento com a construção do empreendimento. Nesta modalidade, o proprietário realiza a contratação de uma empreiteira que assume toda a responsabilidade do projeto, desde a elaboração do mesmo, passando por construção, fornecimento de equipamentos, até a entrega do empreendimento em operação. Esta se configura como sendo a modalidade mais indicada para novos investidores no segmento de geração de energia elétrica, uma vez que estes investidores podem enfrentar dificuldades que podem comprometer a viabilidade do projeto. (DA SILVA, 2012).

As outras três modalidades exigem o envolvimento constante do proprietário da usina: na DBB o empreendedor gerencia a obra, contratando separadamente as empresas que prestarão serviços; na DBB-CM o proprietário transmite parte das responsabilidades para outra empresa, reduzindo desta forma o seu volume de decisões, bem como dos riscos associados; por fim, a DB, onde o empreendedor contrata o fornecimento e a execução do projeto, reduzindo desta forma sua participação quando comparado à modalidade DBB, porém com mais responsabilidades do que na modalidade EPC. (CMAA, 2008).

2.8.8 Autorizações para operação

Após a conclusão da obra o proprietário do empreendimento deve solicitar as devidas licenças de operação para os órgãos reguladores do sistema elétrico brasileiro e dos órgãos ambientais. É preciso também solicitar o acesso ao SIN, e neste caso se a conexão solicitada

for em tensão igual ou superior a 230kV o acesso se dará via rede básica de transmissão, a qual é coordenada pelo ONS, porém se o acesso for em tensão inferior a 230kV a conexão ocorre via rede de distribuição da concessionária local. Este mesmo critério é utilizado para o controle da geração e despacho da energia elétrica. (ANEEL, 2015).

3 METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentados os procedimentos utilizados para a avaliação dos empreendimentos de geração de energia elétrica no Brasil.

3.1 Coleta e processamento dos dados

Para a elaboração das análises sobre o histórico de comercialização de energia elétrica e da atratividade de investimento para cada empreendimento, foram utilizados os dados de todos os leilões realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica desde o ano de 2004 e que são disponibilizados pela CCEE mensalmente em seu website.

O material disponibilizado pela CCEE apresenta diversos detalhes de cada um dos leilões, entretanto visando realizar uma análise que identificasse os empreendimentos com retorno mais rápido do capital investido, os dados selecionados foram: tipo de usina, potência da usina, garantia física da usina, total de energia contratada, data da realização do leilão, preço de venda e investimento para construção do empreendimento.

Por sua vez, as análises desenvolvidas foram:

- Análise da evolução da quantidade de energia elétrica contratada;
- Análise da evolução do preço pago por MWh nos leilões;
- Análise da relação potência instalada x garantia física;
- Análise dos custos por MW instalado;
- Análise do tempo de retorno de investimento em empreendimentos de geração de energia elétrica.

3.2 Análise dos resultados

A avaliação dos gráficos baseou-se na revisão bibliográfica realizada ao longo do trabalho e relatada nas seções predecessoras. As seções 4.1 e 4.2 apresentam análise da evolução do volume de energia elétrica contratada, e do valor do MWh ao longo dos últimos 10 anos de leilões, com base nos fatos relatados sobre o histórico setor elétrico brasileiro. Na sequência, as seções 4.3 e 4.4 apresentam análises direcionadas a capacidade de geração de energia elétrica dos empreendimentos e ao valor investido por MW em cada tipo de fonte. Na

seção 4.5 foi realizada análise do tempo de retorno do capital investido nos empreendimentos, o qual foi calculado conforme equação 1.

$$(1) \quad T = \frac{I}{GF \times PV \times t \times 365}, \text{ onde:}$$

T = tempo de retorno (em anos)

I = investimento financeiro (R\$)

GF = garantia física (MW)

PV = preço de venda do MWh $\left(\frac{\text{R\$}}{\text{MWh}} \right)$

t = tempo de operação diário (horas)

Para o cálculo da equação 1 foram considerados apenas os valores de garantia física das usinas, estimando a geração de energia elétrica durante 22 horas para Pequenas Centrais Hidrelétricas, Usinas Hidrelétricas e Usinas Termelétricas, e de 10 horas para Usinas Fotovoltaicas e Usinas Eólicas, e os valores pagos por MWh nos respectivos leilões.

Nestes cálculos não foram levados em consideração a possibilidade de venda de energia de outras maneiras que não no Ambiente de Contratação Regulado, a depreciação dos equipamentos, a mudança do cenário econômico, ou qualquer outro fator que pudesse influenciar na análise de rentabilidade.

3.3 Avaliação dos resultados obtidos

Após a análise individual das questões propostas foi realizada uma análise geral dos resultados obtidos para que fosse possível emitir um parecer sobre o histórico das contratações de energia elétrica no Brasil e apontar os investimentos com maior potencial de mercado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados dos leilões de venda de energia no Ambiente de Contratação Regulado registrados na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, foram realizados cinco tipos de análises para os seguintes tipos de empreendimentos de geração de energia elétrica participante dos leilões:

- Empreendimentos de geração hidrelétrica, nas configurações de Pequenas Centrais Hidrelétricas e de Usinas Hidrelétricas;
- Empreendimentos de geração termelétrica;
- Empreendimentos de geração eólica;

- Empreendimentos de geração solar fotovoltaica.

Por sua vez as análises realizadas foram seguintes:

- Análise da evolução da quantidade de energia elétrica contratada;
- Análise da evolução do preço pago por MWh nos leilões;
- Análise da relação potência instalada x garantia física;
- Análise dos custos por MW instalado;
- Análise do tempo de retorno de investimento em empreendimentos de geração de energia elétrica.

4.1 Análise da evolução da quantidade de energia elétrica contratada

Neste tópico foi analisada a evolução da contratação de energia elétrica ao longo dos últimos 10 anos. Nos gráficos das figuras 7 e 8 é possível perceber duas situações distintas na história do Novo Modelo do sistema elétrico brasileiro, onde na figura 18 temos dois momentos com grandes volumes de contratação de energia elétrica atingindo valores de 800.000.000 MWh, e na figura 19, a qual apresenta uma visão mais detalhada da figura 18, vemos que no restante do período o volume de energia comercializada é mais constante, estando compreendido até a faixa de 100.000.000 MWh.

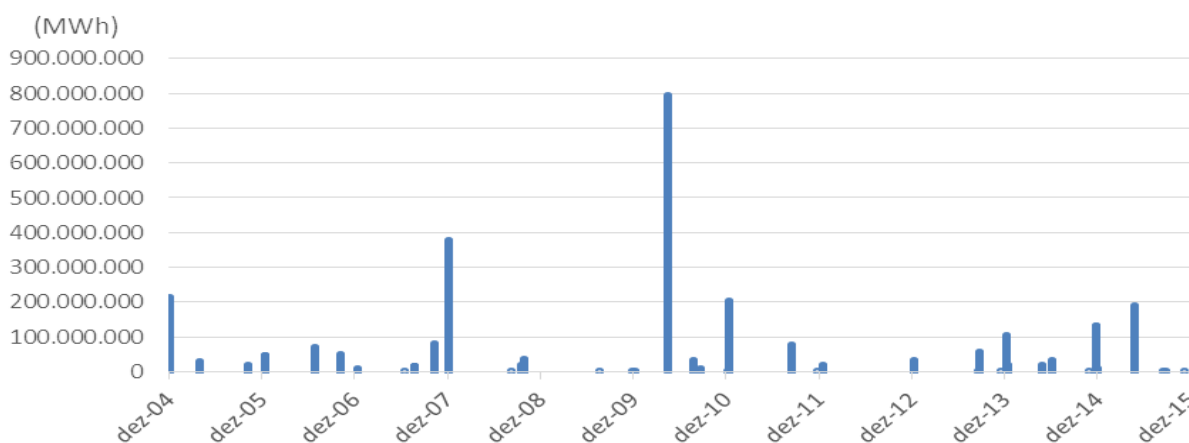


Figura 7 – Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR Fonte: Autor (2015).

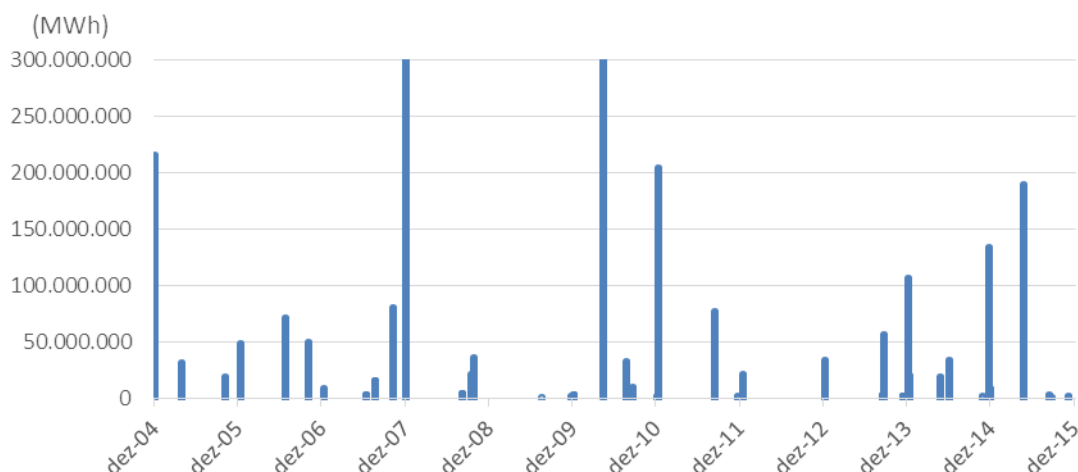


Figura 8 – Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR. Fonte: Autor (2015).

Analisando estes gráficos é possível concluir que até o ano de 2010 o país ainda se encontrava em período de ajuste do setor elétrico, onde as modificações impostas pelo Novo Modelo começaram a ser aplicadas. A obrigação da contratação de energia para atendimento de 100% dos clientes cativos das distribuidoras, por exemplo, explica os dois momentos de grande contratação de energia elétrica. No entanto, nos anos seguintes ficou perceptível a estabilização do setor, com as contratações ocorrendo em menores quantidades.

Os gráficos seguintes fazem a mesma análise para cada um dos cinco tipos de empreendimentos. O primeiro gráfico, na figura 9, mostra a comercialização de energia elétrica proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas, e vemos que o volume de energia contratada por leilão mantém o mesmo perfil ao longo do tempo, atingindo valores máximos de aproximadamente 5 TWh.

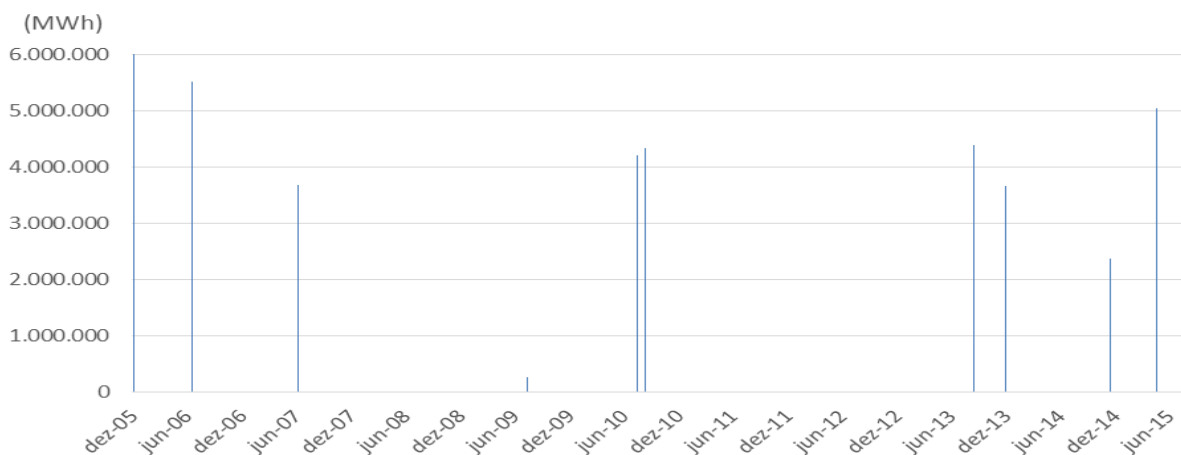


Figura 9 - Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR proveniente de PCH. Fonte: Autor (2015).

A figura 10 apresenta o gráfico da evolução da comercialização de energia elétrica oriunda de Usinas Hidrelétricas, e neste gráfico podemos ver dois momentos com grande

volume de energia vendida, os quais, coincidentemente foram os mesmos momentos com destaque na figura 7. Com isso fica evidente que a participação dos empreendimentos hidrelétricos foi fundamental para a reestruturação do setor. Ao mesmo tempo é interessante analisar o volume de energia elétrica vendida por estes empreendimentos, onde no ano de 2010 foram negociados 800TWh, confirmando o perfil de geração hidrelétrica do país.

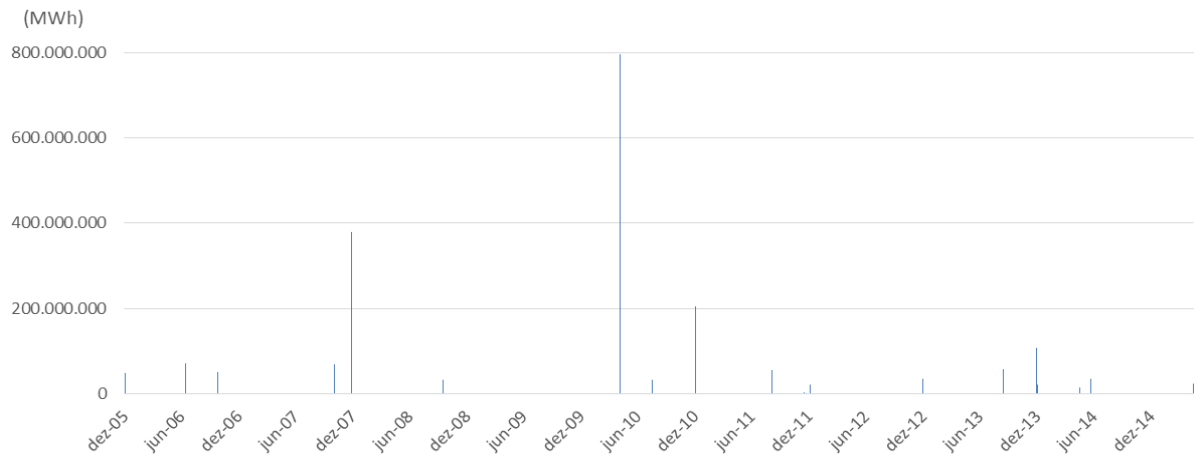


Figura 10 - Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR proveniente de UHE. Fonte: Autor (2015).

As figuras 11 e 12 mostram a evolução na comercialização de energia proveniente de duas tecnologias novas de geração de energia elétrica: geração eólica e solar fotovoltaica. Em ambos os casos vemos o crescimento da participação destas fontes no sistema elétrico brasileiro, os quais ocorreram principalmente graças às políticas de incentivo a geração de energia por meio destas fontes que o governo tem desenvolvido como os leilões, financiamentos e isenções fiscais exclusivos para empreendimentos de fontes alternativas.

Na figura 11 é interessante observar como o aproveitamento da energia eólica, embora seja fruto de uma tecnologia bastante recente, já apresenta um perfil estável de venda de energia no ACR.

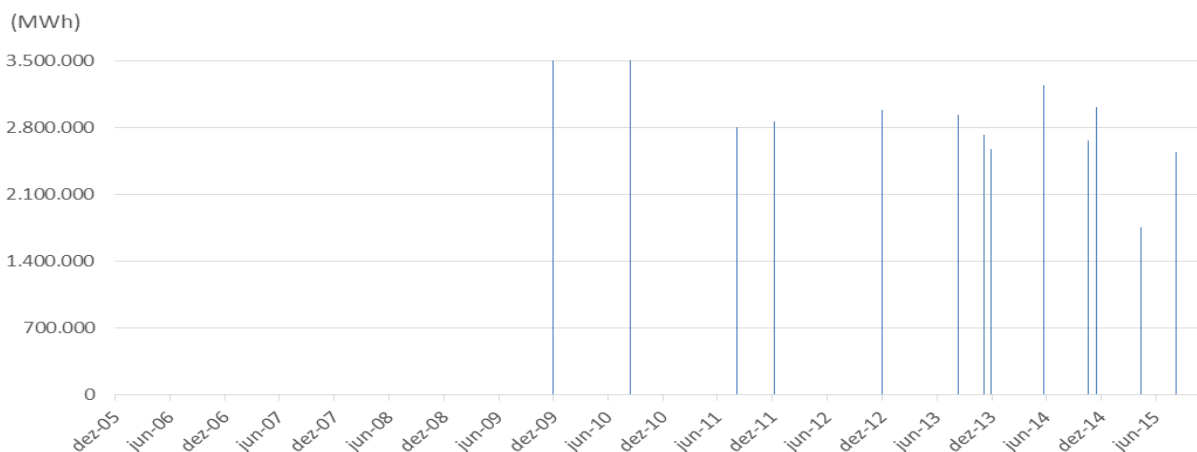


Figura 11 – Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR proveniente de UEE. Fonte: Autor (2015).

Por sua vez a energia solar fotovoltaica apresenta volume maior de comercialização do que a energia eólica apresentou em seus dois primeiros anos conforme apresentado na figura 12.



Figura 12 – Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR proveniente de UES. Fonte: Autor (2015).

Por fim, embora a figura 13 contenha dados exclusivos do histórico da comercialização de energia elétrica proveniente de empreendimentos termelétricos, ela também reflete a situação atual da matriz elétrica brasileira, onde nos últimos dois anos, devido a um momento desfavorável para geração de eletricidade por meio de fontes hídricas, fez-se necessário a maior participação de empreendimentos termelétricos no SEB. Analisando o gráfico percebemos que após o primeiro momento de estabilização do Novo Modelo, a venda de energia elétrica de empreendimentos termelétricos havia sido bastante reduzida até o momento de dificuldades comentado.

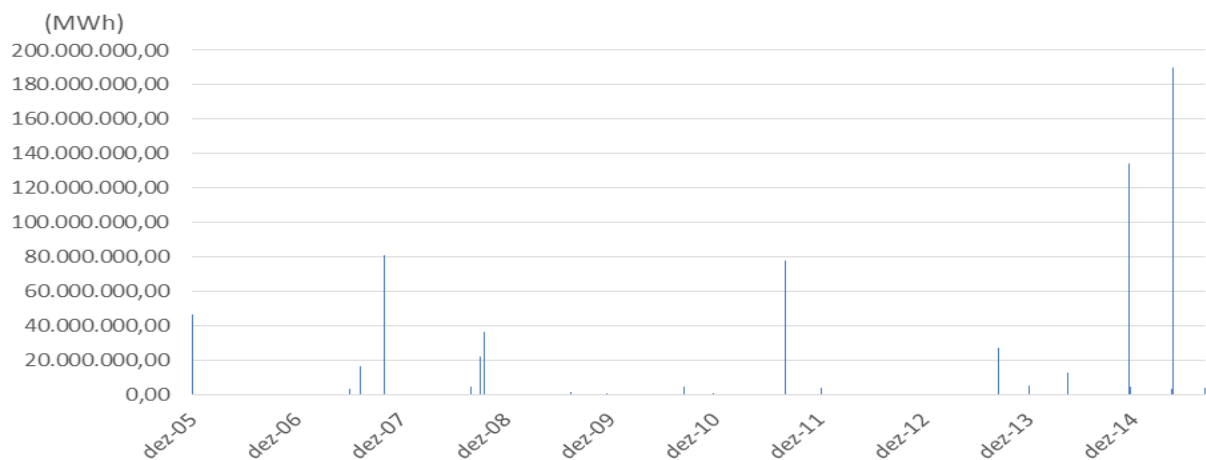


Figura 13 - Evolução da comercialização de energia elétrica no ACR proveniente de UTE. Fonte: Autor (2015).

4.2 Análise da evolução do preço pago por MWh nos leilões do ACR

Neste tópico foi realizada análise sobre a evolução dos preços de venda do MWh nos leilões de energia ao longo dos últimos 10 anos.

O gráfico da figura 14 mostra a evolução dos preços que foram praticados ao longo dos anos nos leilões do ACR²⁵ de acordo com a fonte de energia, e embora os preços de comercialização de energia proveniente de hidrelétricas e termelétricas tenha duplicado no período, a lucratividade das empresas não teve grandes alterações, uma vez que segundo o índice IPCA, a inflação acumulada entre 2005 e 2015 foi de em torno de 70%. (IBGE, 2015). Podemos analisar este comportamento como sendo um indício que a política de modicidade tarifária imposta pela legislação do setor tem realmente funcionado. Conforme o gráfico, os valores de venda do MWh nos últimos leilões para cada tipo de empreendimento têm ficado na casa de:

- R\$ 200,00 por MWh para energia elétrica proveniente de PCH;
- R\$ 150,00 por MWh para energia elétrica proveniente de UHE;
- R\$ 200,00 por MWh para energia elétrica proveniente de UEE;
- R\$ 300,00 por MWh para energia elétrica proveniente de UES;
- R\$ 200,00 por MWh para energia elétrica proveniente de UTE.

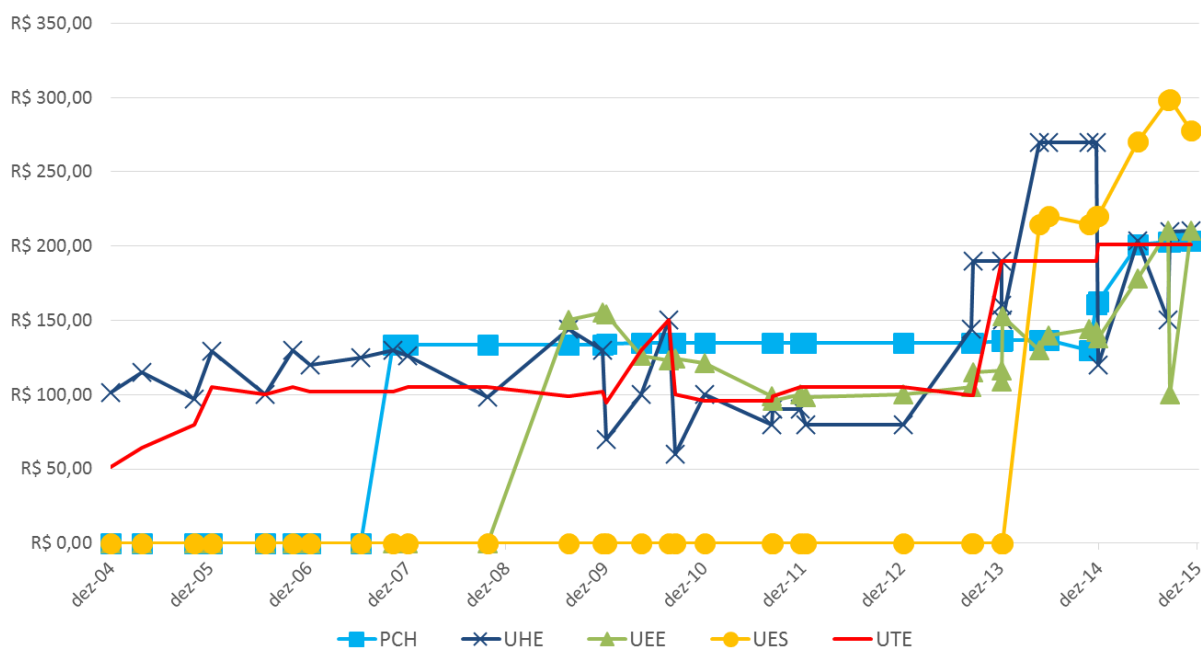


Figura 14 – Evolução do preço de venda do MWh no ACR. Fonte: Autor (2015).

²⁵ Os valores para PCH, UEE e UES começam no zero porque estes empreendimentos não participaram de todos os leilões, tal qual, ocorreu com as UHE's e UTE's.

4.3 Análise da relação Potência Instalada x Garantia Física

Neste tópico foi realizada a análise da relação entre potência instalada e a garantia física de cada tipo de empreendimento, analisando como o aumento da potência instalada impacta no valor da garantia física, e nos cinco tipos de empreendimento podemos ver que potência instalada e garantia física não crescem na mesma proporção.

Nas figuras 15, 16 e 17, que são relacionadas a Pequenas Centrais Hidrelétricas, Usinas Eólicas, e Usinas Hidrelétricas, respectivamente, o que podemos ver é que à medida que a potência instalada aumenta, o valor da garantia física cresce também, porém, em quantidade menor, ficando em torno de 50% conforme indicado pela linha preta nos gráficos.

A relação entre a potência instalada e a garantia física dos empreendimentos de geração de energia elétrica por meio de energia solar tem se mostrado mais constante conforme a figura 18, entretanto o valor de garantia física é na média 75% menor do que a potência instalada. Por fim, os empreendimentos termelétricos, chegam a ter percentuais acima dos 70% conforme disposta na figura 19.

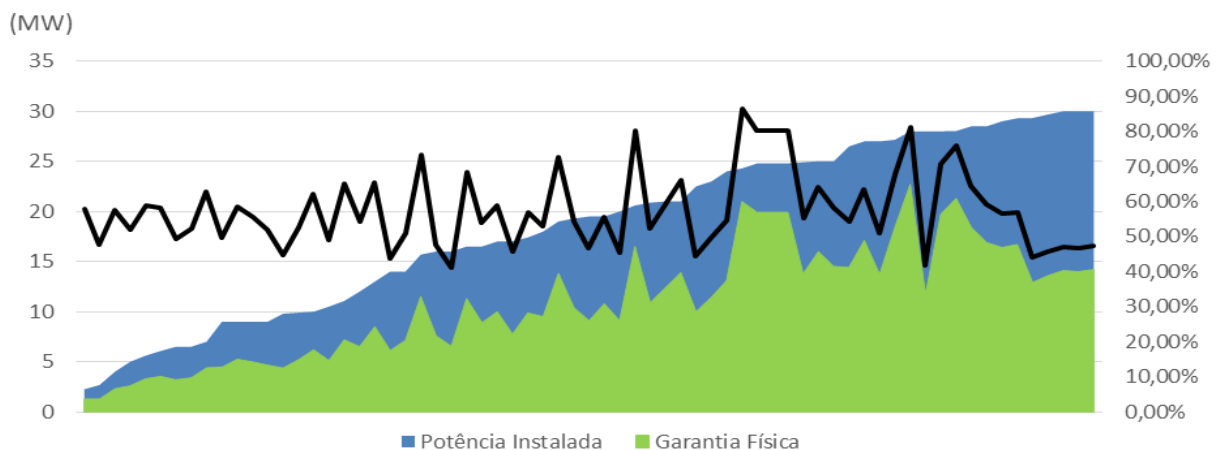


Figura 15 – Garantia Física de PCH. Fonte: Autor (2015).

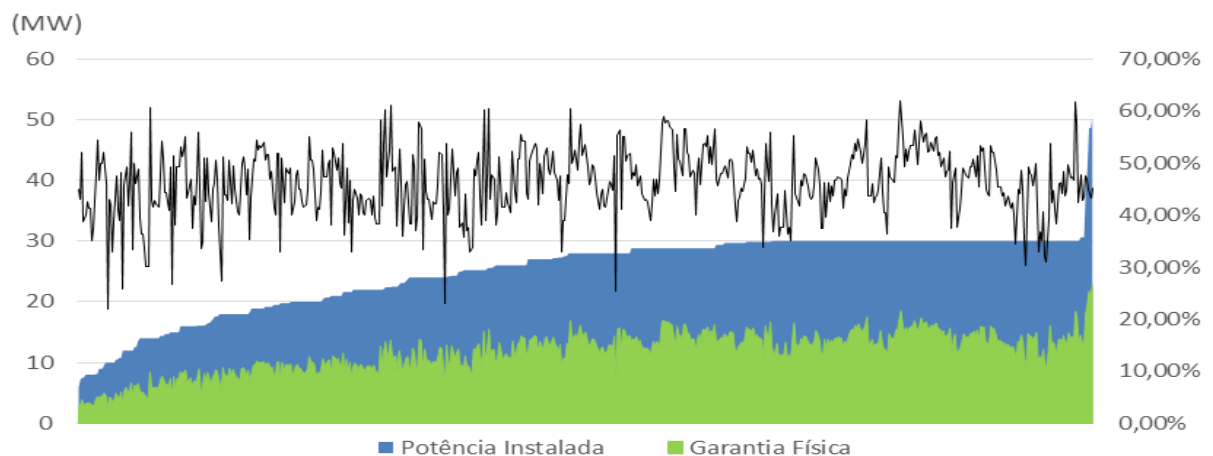


Figura 16 - Garantia Física de UEE. Fonte: Autor (2015).

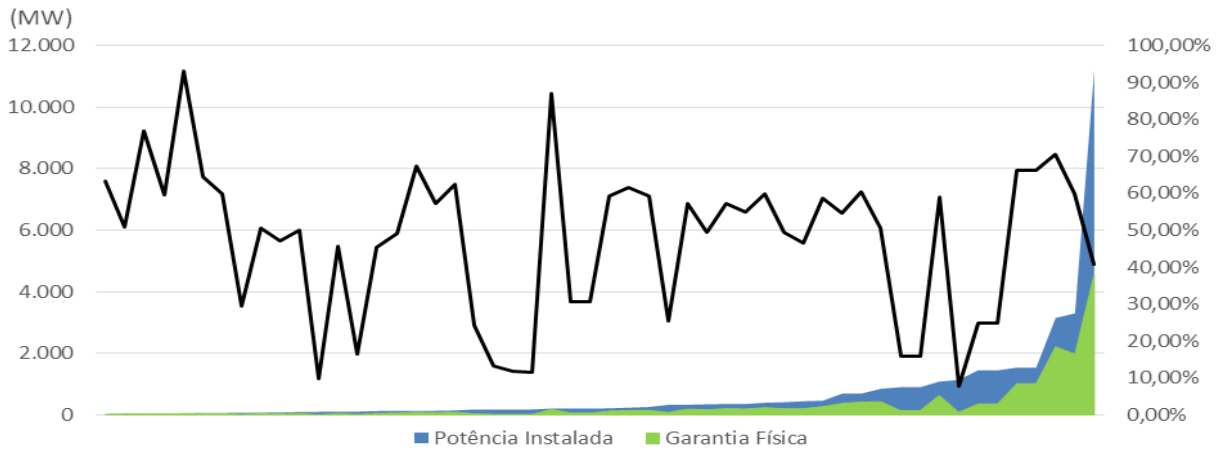


Figura 17 - Garantia Física de UHE. Fonte: Autor (2015).

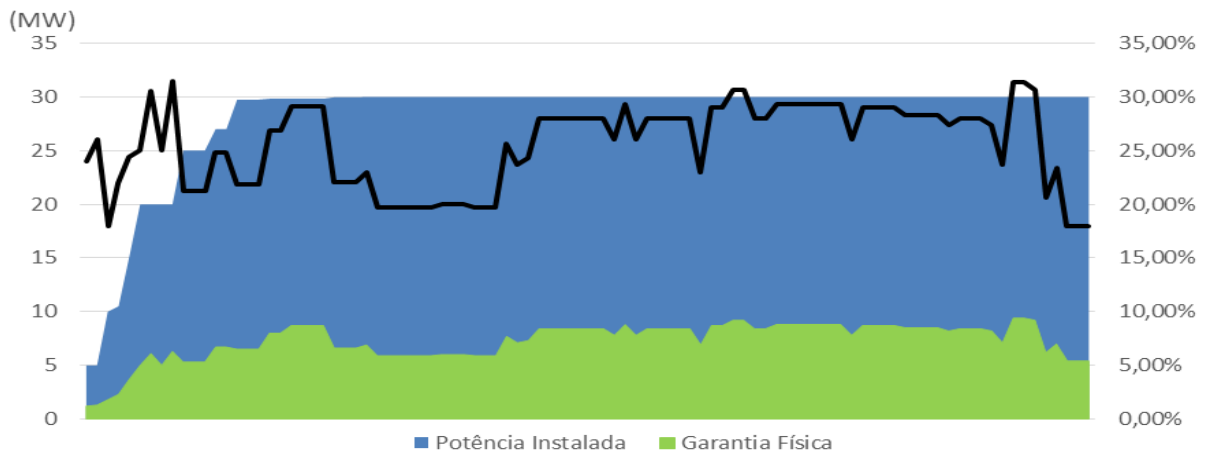


Figura 18 - Garantia Física de UES. Fonte: Autor (2015).



Figura 19 - Garantia Física de UTE. Fonte: Autor (2015).

Uma segunda análise que pode ser feita nestes gráficos é com relação a capacidade instalada de cada tipo de empreendimento, onde quase todas as PCH's, as UEE's e as UES's possuem menos de 30MW instalados. Esta característica é justificada com base nos benefícios fiscais que empreendimentos deste porte estão aptos a receber.

4.4 Análise dos custos por MW instalado

Nesta análise buscou-se verificar a relação entre a potência instalada das usinas e o custo para implantação destes empreendimentos.

O gráfico da figura 20 mostra os custos de construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas de acordo com as potências instaladas e as respectivas garantias físicas de cada empreendimento, os quais variam entre 10 e 270 milhões de reais. Os coeficientes “R” de correlação das variáveis presentes na figura apresentam valores baixos, indicando desta maneira que existem mais fatores que influenciam no custo do empreendimento além da capacidade de geração de energia elétrica, como os gastos com os projetos de viabilidade, estudos de impacto ambiental e obtenção de licenças. Neste gráfico, podemos ver que as usinas não ultrapassam a quantidade de 30MW instalado, por mais que pudessem ter potencial para isso, devido aos benefícios que as empresas têm operando na classificação de PCH.

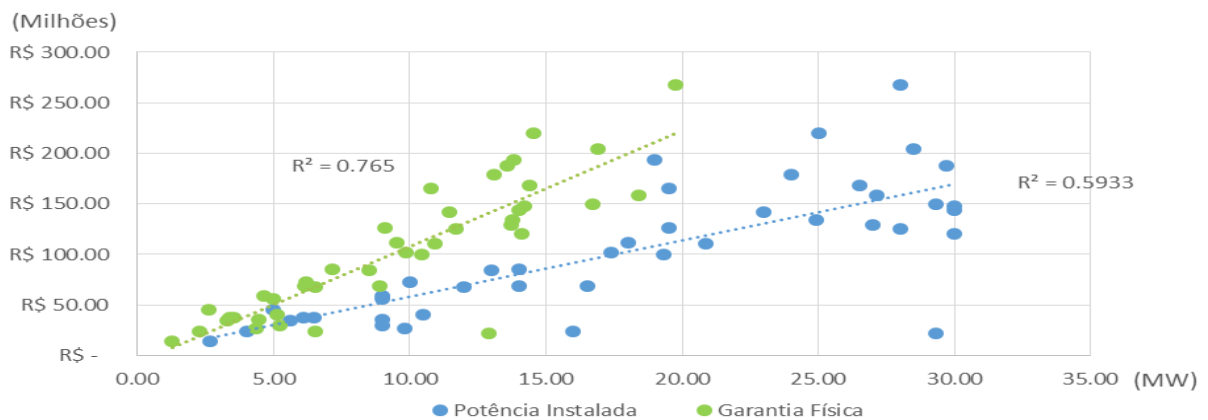


Figura 20 - Relação entre investimento e potência instalada para PCH. Fonte: Autor (2015).

O gráfico da figura 21, por sua vez, apresenta a evolução do custo do MW instalado de PCH's participantes dos leilões ao longo dos anos. De acordo com o gráfico o custo do MW variou entre 1 e 10 milhões de reais nos últimos 10 anos, com o valor médio de 5,7 milhões de reais por MW instalado.



Figura 21 - Histórico do custo do MW instalado para PCH. Fonte: Autor (2015).

O gráfico da figura 22, referente aos empreendimentos de usinas hidrelétricas, apresenta melhores coeficientes de correlação, indicando que em empreendimentos de maior porte os demais custos que tiveram influência nos coeficientes dos empreendimentos menores, são diluídos no valor total. O custo destes empreendimentos, segundo os dados da CCEE, varia entre 100 milhões e 20 bilhões de reais, com o valor do MW instalado variando entre 2 e 7 milhões de reais e média de 3,9 milhões de reais, conforme apresentado na figura 23.

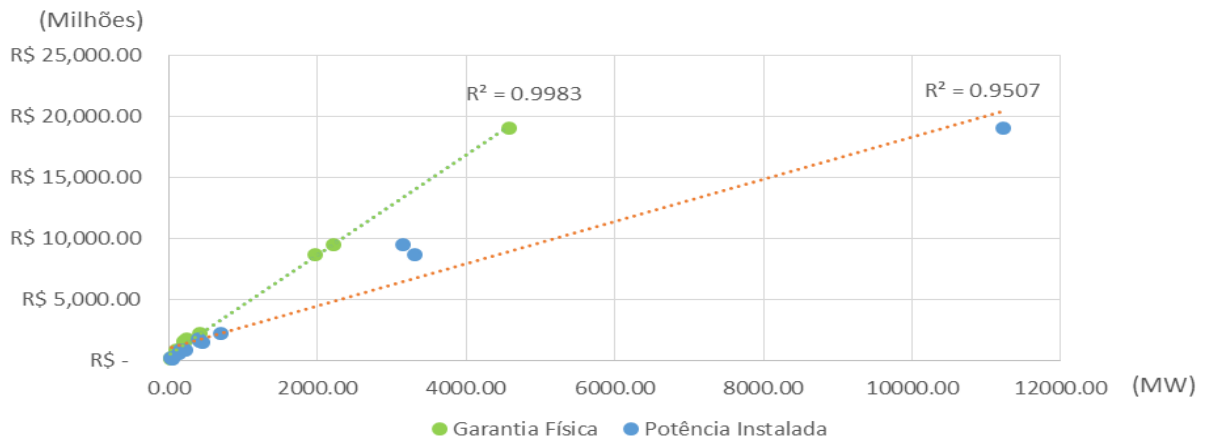


Figura 22 - Relação entre investimento e potência instalada para UHE. Fonte: Autor (2015).

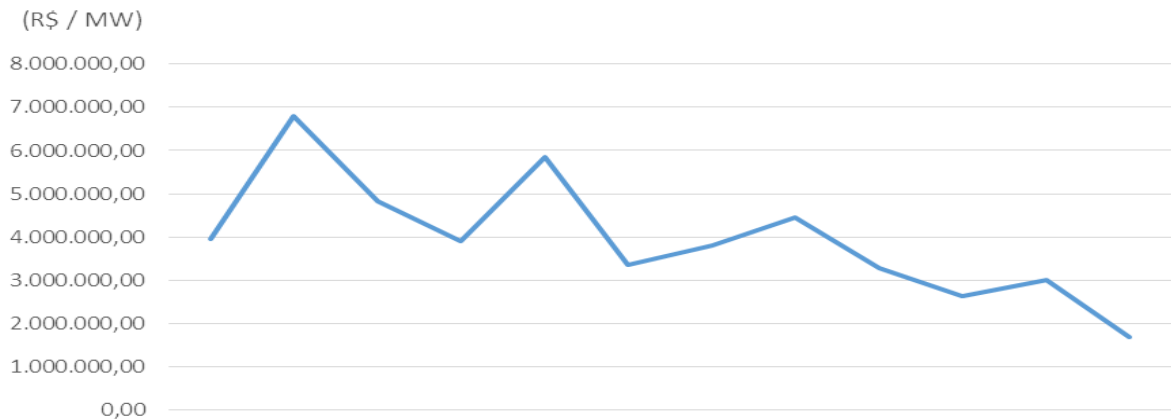


Figura 23 - Histórico do custo do MW instalado para UHE. Fonte: Autor (2015).

O gráfico da figura 24 apresenta os custos para implantação de empreendimentos eólicos, e podemos ver que neste tipo de geração, assim como aconteceu com as PCH's, os custos variam entre 30 e 200 milhões de reais, para as potências de 2 a 30MW, e a correlação com a capacidade de geração não é forte. O custo médio, no entanto, esteve abaixo dos valores das PCH's, ficando na ordem de 3,8 milhões de reais por MW instalado, com valores mínimos e máximos de 1 e 7 milhões de reais, respectivamente, conforme apresentado na figura 25.

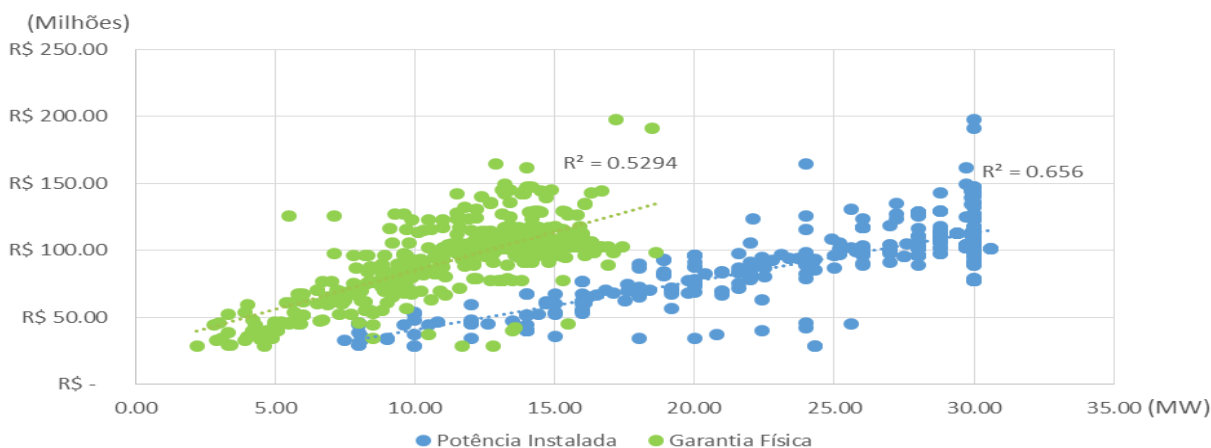


Figura 24 - Relação entre investimento e potência instalada para UEE. Fonte: Autor (2015).

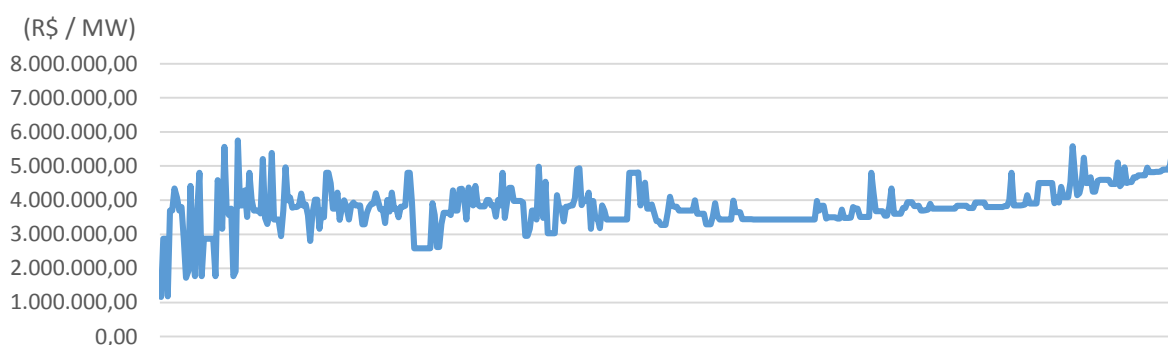


Figura 25 - Histórico do custo do MW instalado para UEE. Fonte: Autor (2015).

Os gráficos das figuras 26 e 27 apresentam os dados para os empreendimentos de geração fotovoltaicos. Para este tipo de empreendimento, a figura 26 apresenta dois cenários distintos, onde empreendimentos com potência instalada inferiores a 30 MW possuem forte correlação entre a capacidade de geração e o custo de construção. De modo totalmente diferente, ao se analisar empreendimentos com potência instalada de 30 MW, os custos de implantação variam entre 100 e 200 milhões de reais. Este comportamento pode estar relacionado principalmente com as seguintes razões:

Localização: Os locais que propiciam as melhores condições de desempenho para usinas fotovoltaicas podem estar fora da abrangência das redes de transmissão e distribuição, assim como não possuir infraestrutura que possibilite a construção de um empreendimento do porte de uma usina de geração elétrica. Desta maneira, é preciso que os empreendimentos realizem estes tipos de investimentos, elevando os custos do projeto.

Tributação: Como dito anteriormente, empreendimentos de geração de energia elétrica com potência de até 30MW possuem alguns benefícios, desta maneira, os empreendedores, por vezes, preferem gerar menos energia, mas com margem de lucro maior.

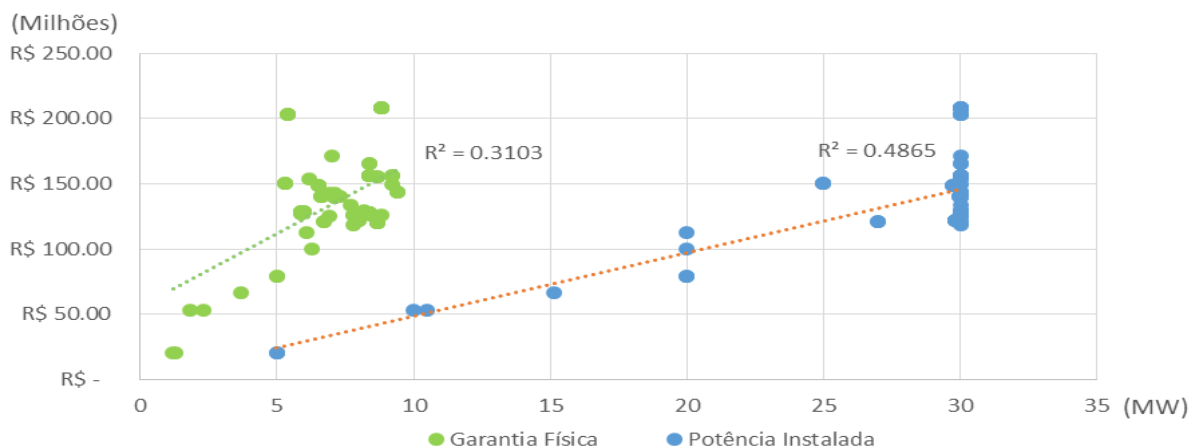


Figura 26 - Relação entre investimento e potência instalada para UES. Fonte: Autor (2015).

O gráfico da figura 27 apresenta os valores relacionados à evolução do custo de instalação por MW. Nele, vemos que os valores para empreendimentos fotovoltaicos variam entre 4 e 7 milhões de reais com média de 4,8 milhões de reais.

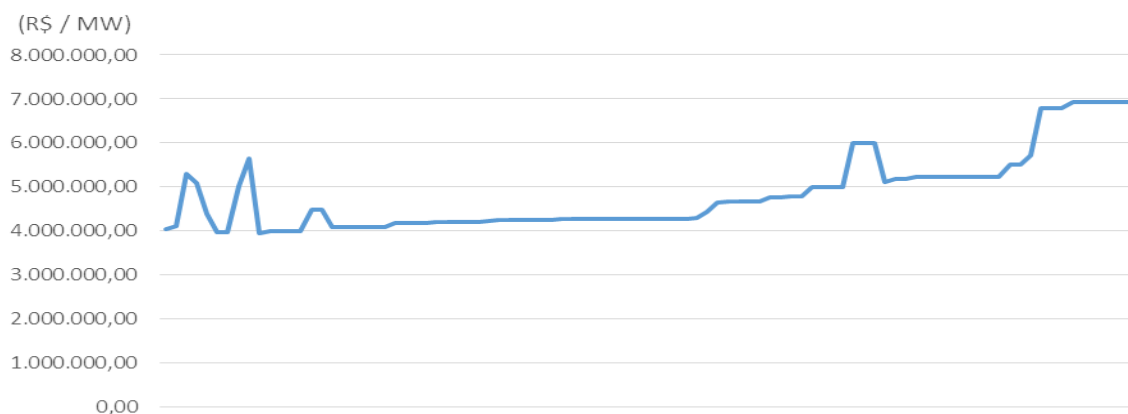


Figura 27 - Histórico do custo do MW instalado para UES. Fonte: Autor (2015).

A figura 28 faz referência aos empreendimentos termelétricos e nele percebemos uma correlação bastante forte entre os valores investidos para cada MW instalado. Este comportamento ocorre devido às características das usinas termelétricas que necessitam de estruturas menos complexas do que as estruturas de usinas hidrelétricas. Os valores para implantação de usinas termelétricas, de acordo com a figura 39, ficam entre 1 milhão e 3 milhões, conforme a potência instalada do empreendimento.

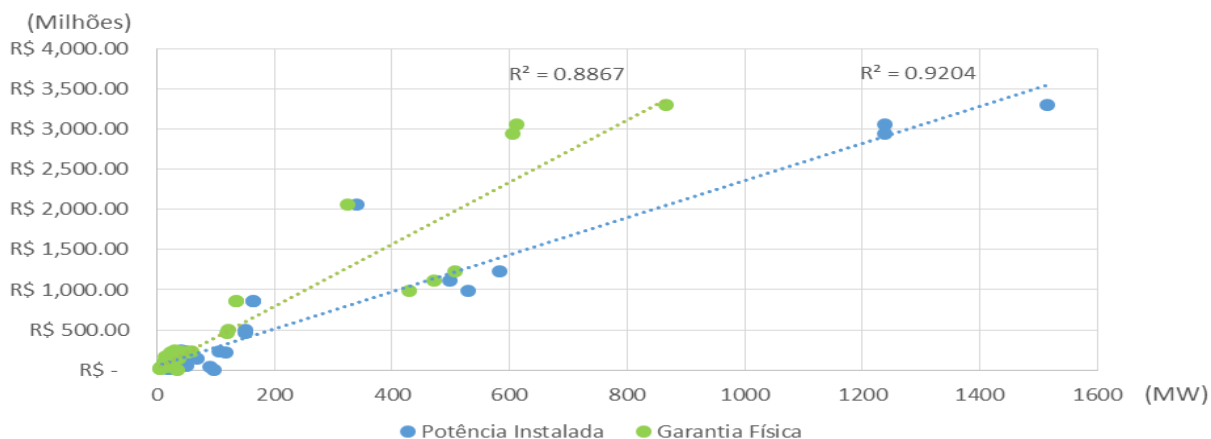


Figura 28 - Relação entre investimento e potência instalada para UTE. Fonte: Autor (2015).

O gráfico da figura 29 mostra a variação do custo de instalação por MW destas usinas, e este valor fica entre 100 mil e 6 milhões de reais, com média de 2,8 milhões de reais por MW.

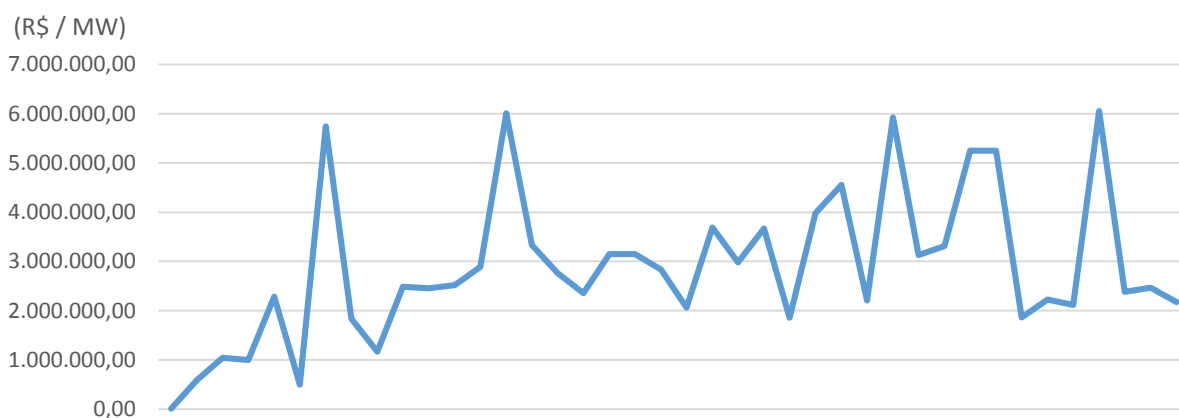


Figura 29 - Histórico do custo do MW instalado para UTE. Fonte: Autor (2015).

4.5 Análise do tempo para o retorno de investimento em empreendimentos de geração de energia elétrica

Neste item foi realizada uma análise buscando identificar o tempo para o retorno do investimento para cada tipo de empreendimento, utilizando como base para os cálculos os valores declarados nos leilões de investimento na construção, potência instalada, garantia física e os preços de venda do MWh. Para cada um dos tipos de empreendimentos foram realizadas três análises buscando perceber a influência do tamanho do investimento financeiro, da potência instalada, e também uma evolução dessa relação ao longo dos últimos anos. Os gráficos das figuras 30 a 44 apresentam estes os resultados destas análises.

As figuras 30, 31 e 32 são referentes à análise de retorno de investimento de PCH's e a primeira figura mencionada apresenta a relação entre investimento e tempo de retorno do capital investido. Neste gráfico temos a curva do investimento e a curva do tempo de retorno deste

investimento, e de acordo com o gráfico existe uma pequena relação entre o valor investido e o tempo de retorno, onde, à medida que aumenta o investimento, aumenta também o tempo para o retorno do mesmo. A figura 31, por sua vez, apresenta a relação entre a potência instalada do empreendimento e o tempo de retorno do capital investido, e neste caso o gráfico não indica nenhuma relação existente entre os dois aspectos, uma vez que a curva do tempo de retorno oscila independentemente do valor de potência instalada. Por fim, a figura 32 apresenta a evolução do tempo de retorno do investimento em PCH's ao longo dos últimos 10 anos, e de acordo com o gráfico o tempo de retorno tem oscilado na média entre 8 a 10 anos, com alguns empreendimentos tendo um retorno muito rápido, em torno de 2 anos, e alguns com retorno mais lento, com mais de 15 anos.

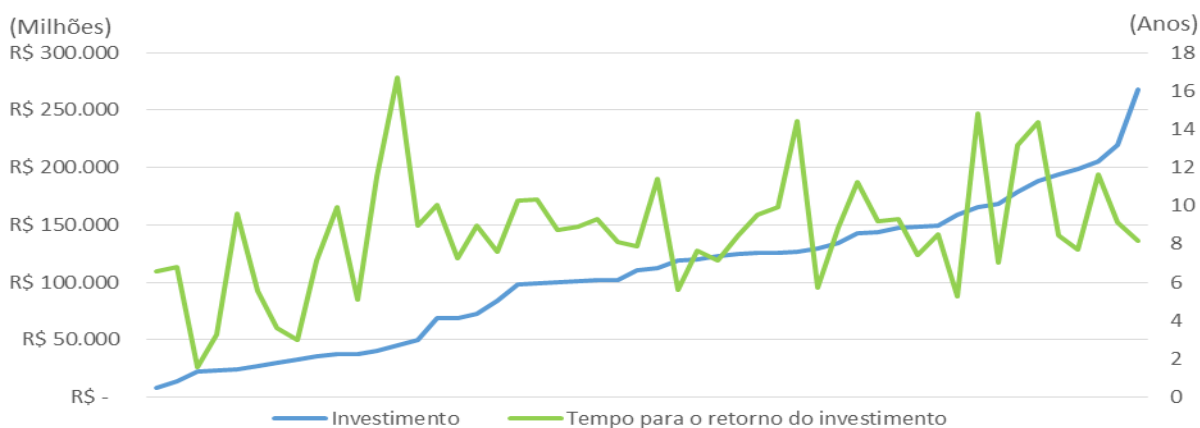


Figura 30- Relação entre investimento financeiro e tempo para o retorno deste investimento para PCH's.
Fonte: Autor (2015)



Figura 31 – Relação entre potência instalada e tempo para o retorno do investimento financeiro para PCH's.
Fonte: Autor (2015)



Figura 32 – Evolução do tempo de retorno financeiro ao longo da última década para PCH's.

Fonte: Autor (2015)

Os gráficos das figuras 33, 34 e 35 apresentam a análise do retorno de investimento para UHE's, sendo que os gráficos das figuras 33 e 34, relacionados à relação entre investimento e potência instalada com o tempo de retorno do capital investido não apresentam forte correlação, com o tempo de retorno se mantendo constante independentemente dos valores de investimento ou de potência instalada. Por sua vez, o gráfico da evolução do tempo de retorno do capital investido apresenta uma leve redução do tempo de pagamento da usina, entretanto continuando dentro da média da década que é entre 6 e 10 anos.



Figura 33 - Relação entre investimento financeiro e tempo para o retorno deste investimento para UHE's.

Fonte: Autor (2015)



Figura 34 - Relação entre potência instalada e tempo para o retorno do investimento financeiro para UHE's.

Fonte: Autor (2015)

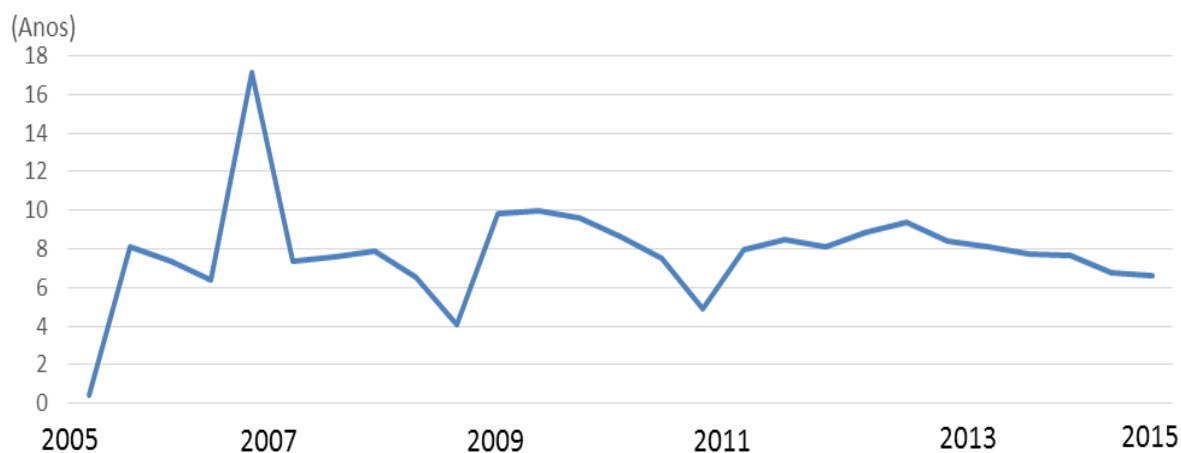


Figura 35 - Evolução do tempo de retorno financeiro ao longo da última década para UHE's.
Fonte: Autor (2015)

As figuras 36, 37 e 38 são referentes às análises dos empreendimentos de energia eólica e na primeira figura não se percebe relação entre o valor do investimento e o tempo de retorno do capital investido. Na figura 37, no entanto, na análise da relação entre potência instalada e tempo de retorno, percebe-se uma leve diminuição no tempo de retorno à medida que os empreendimentos superam a faixa dos 30MW de potência instalada. Por fim, na figura 38 percebe-se que o tempo de pagamento de empreendimentos de geração de energia elétrica por fontes eólica tem mantido a média de 20 anos, e que nos últimos leilões foram acertados valores que possibilitarão o pagamento da usina em torno de 15 anos.

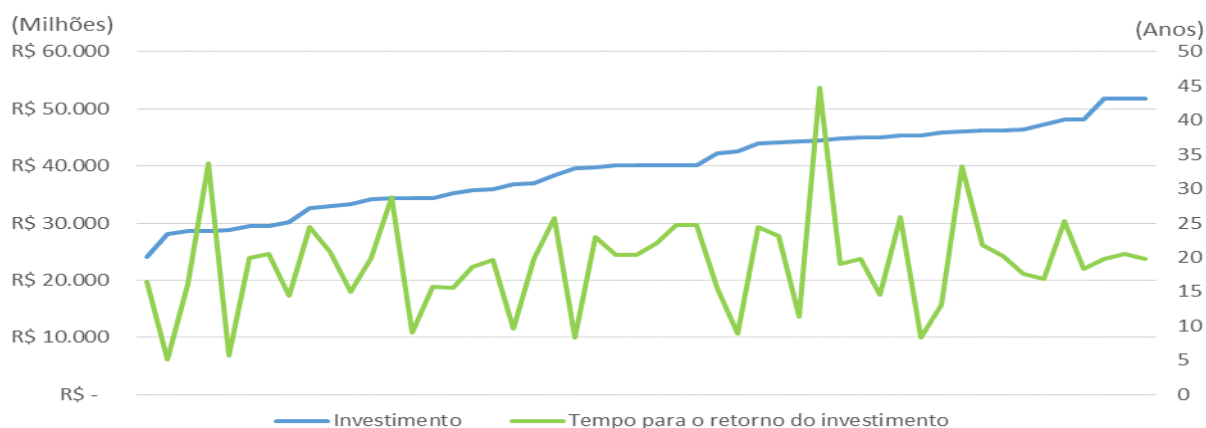


Figura 36 - Relação entre investimento financeiro e tempo para o retorno deste investimento para UEE's.
Fonte: Autor (2015)

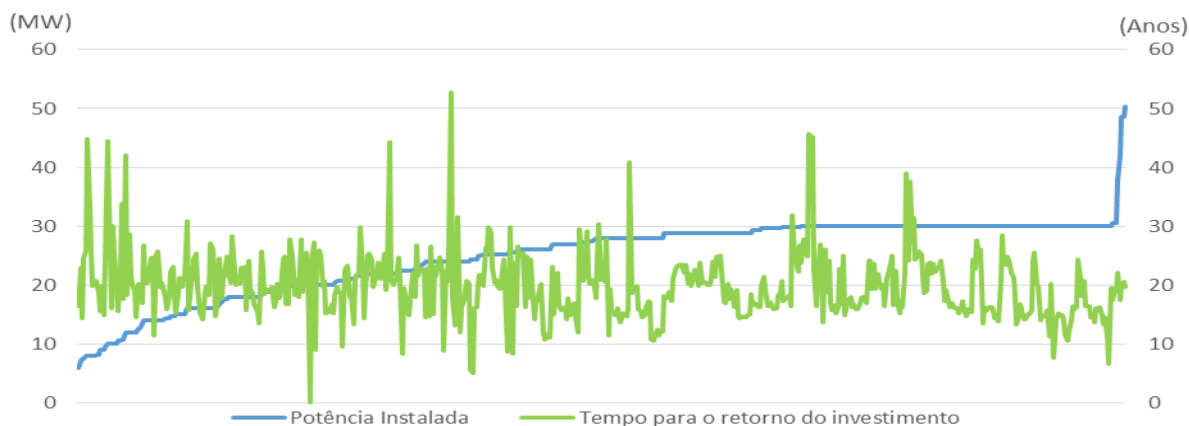


Figura 37 - Relação entre potência instalada e tempo para o retorno do investimento financeiro para UEE's. Fonte: Autor (2015)

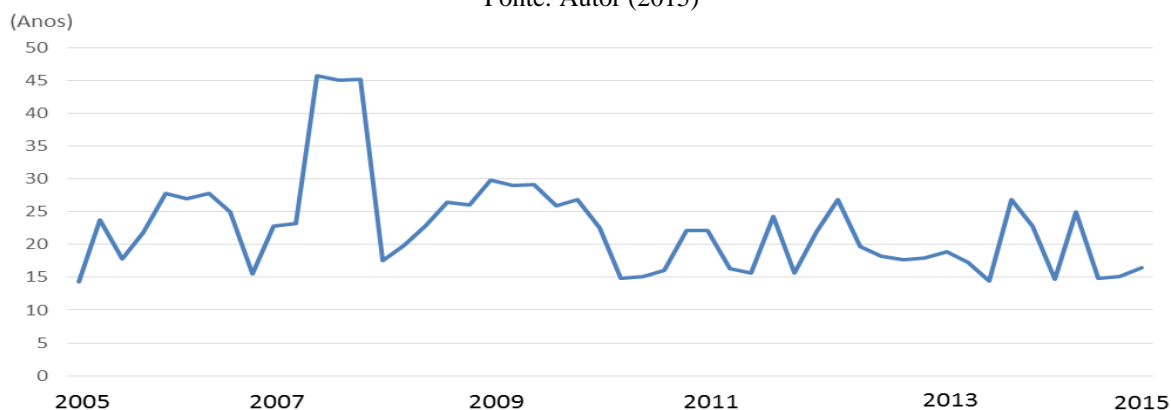


Figura 38 - Evolução do tempo de retorno financeiro ao longo da última década para UEE's Fonte: Autor (2015)

As figuras 39, 40 e 41 apresentam as análises para os empreendimentos de geração de energia elétrica fotovoltaicos, e para estes empreendimentos, os gráficos das figuras 39 e 40 mostram que não existe relação entre o valor do investimento ou da potência instalada com o tempo de retorno do capital investido. No entanto, o gráfico da figura 41 aponta uma redução no tempo para o pagamento da usina no último ano, reduzindo da média de 25 anos para algo em torno de 20 anos.

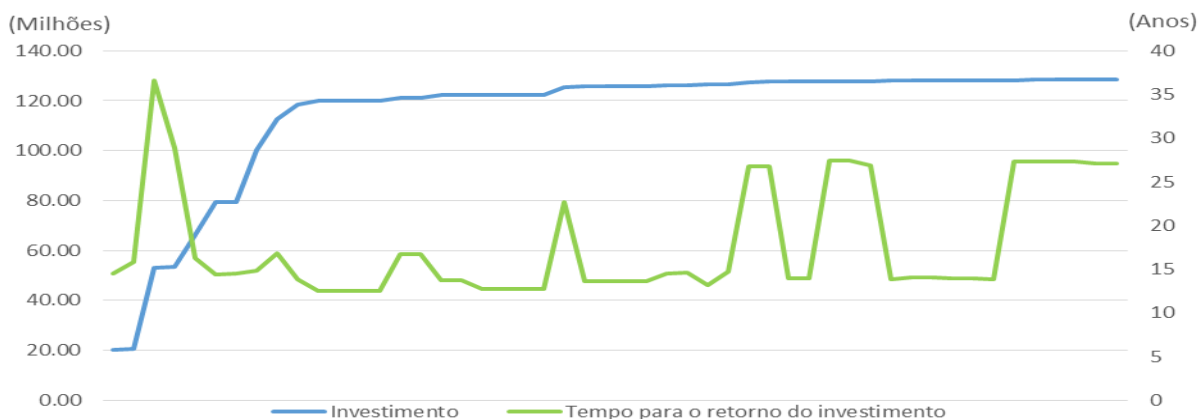


Figura 39 - Relação entre investimento financeiro e tempo para o retorno deste investimento para UES's. Fonte: Autor (2015)



Figura 40 - Relação entre potência instalada e tempo para o retorno do investimento financeiro para UES's.
Fonte: Autor (2015)

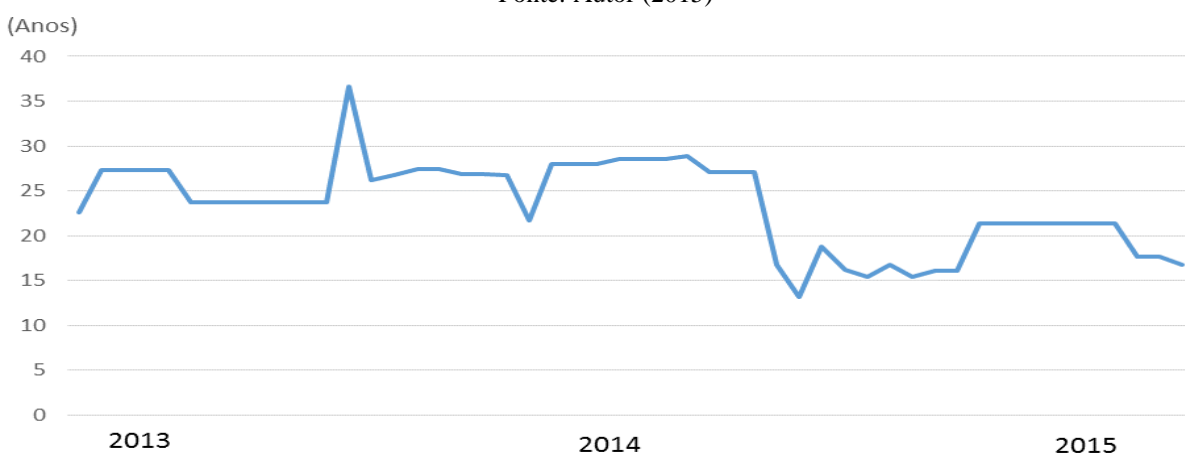


Figura 41 - Evolução do tempo de retorno financeiro ao longo da última década para UES's Fonte: Autor (2015)

As figuras 42, 43 e 44 apresentam os resultados das análises dos empreendimentos termelétricos, e novamente para as comparações entre investimento e potência instalada com o tempo de retorno do capital investido, que estão relatadas nas figuras 42 e 43 não indicam a existência de alguma correlação entre estes fatores. Por sua vez, o gráfico da figura 44 mostra um perfil estável ao longo da última década com média de 5 anos para o pagamento de uma usina termelétrica, salvo em dois períodos nos anos de 2009 e 2013, em que houveram previsões maiores dos prazos para o retorno dos investimentos feitos.

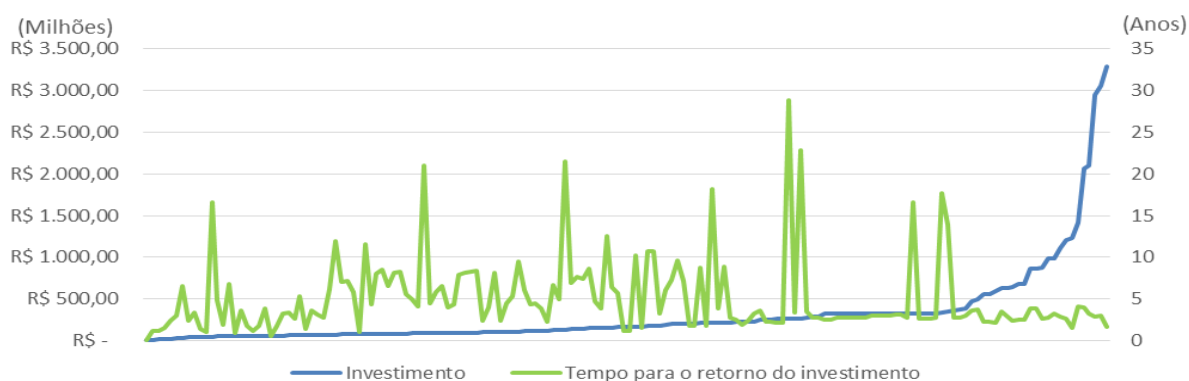


Figura 42 - Relação entre investimento financeiro e tempo para o retorno deste investimento para UTE's.

Fonte: Autor (2015)



Figura 43 - Relação entre potência instalada e tempo para o retorno do investimento financeiro para UTE's.
Fonte: Autor (2015)

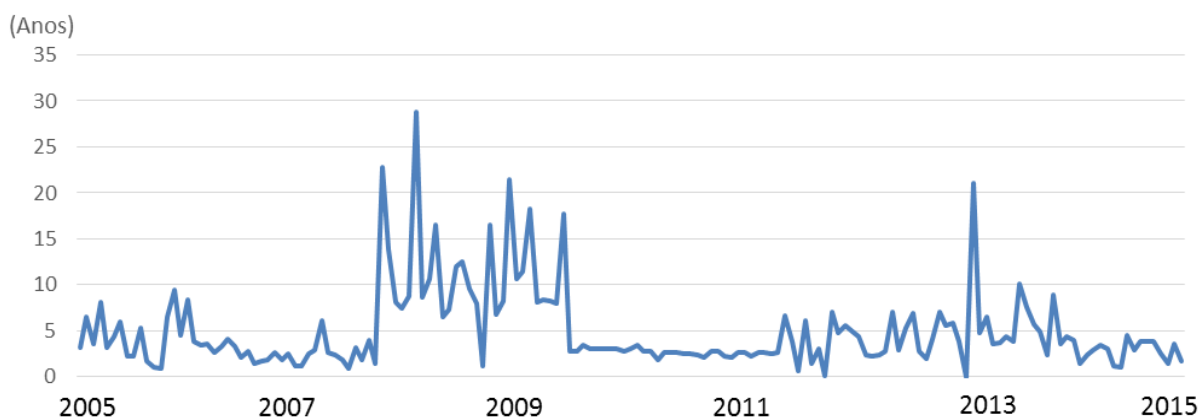


Figura 44 - Evolução do tempo de retorno financeiro ao longo da última década para UTE's.
Fonte: Autor (2015)

4.6 Avaliação dos resultados

Diante das análises realizadas, verificamos que o mercado de energia elétrica está num período aquecido, onde o volume de comercialização tem estado constante ou aumentado para os cinco tipos de empreendimento analisados, com destaque para a energia solar fotovoltaica e termelétrica. Além disso, é importante comentar o aumento do preço do MWh que tem ocorrido para quase todas as fontes, com exceção apenas da energia elétrica oriunda de hidrelétricas que vem enfrentando dificuldade no último ano devido à pouca quantidade de chuvas.

Com relação à comparação entre potência instalada e garantia física, vemos um equilíbrio entre as UHE's e UEE's, as quais se apresentam como fontes seguras, e que tendem a trazer bom retorno financeiro ao empreendedor. Esta relação é comprovada através das figuras 33 e 35, onde as retas de que analisaram o custo de implantação por MW de garantia física possuem coeficientes de correlação muito bom, custando 3,9 e 3,8 milhões de reais por MW para UHE's e UEE's, respectivamente. Por sua vez, a categoria de empreendimentos de energia

solar e de PCH's ficaram muito abaixo das outras neste quesito, apresentando baixos percentuais de garantia física para a potência instalada, o que também é comprovado nas figuras 31 e 37. Os custos de implantação do MW nestes empreendimentos foram de 5,7 e 4,8 milhões de reais, para PCH's e UES's, respectivamente. Por fim os empreendimentos de geração termelétrica apresentaram alto valor de garantia física com relação à potência instalada, assim como alta correlação entre o valor investido e a capacidade de geração de energia elétrica. O custo do MW implementado para UTE's foi de 2,8 milhões de reais, se mostrando o tipo de empreendimento mais atrativo neste quesito.

Com relação ao tempo de retorno esperado para os investimentos realizados, os resultados foram em média de 9 anos para PCH's, 8 anos para UHE's, 15 anos para UEE's, 20 anos para UES's e 5 anos para UTE's, de forma que as usinas termelétricas mostraram um ótimo tempo de retorno, uma vez que os prazos de concessão para estes tipos de empreendimentos no ambiente de contratação são de 15 a 30 anos, e desta maneira os empreendimentos possuem em média, pelo menos 10 anos de lucratividade.

5 CONCLUSÃO

O setor de geração de energia elétrica é, sem dúvida, um ramo da economia que necessita de constantes investimentos, e este trabalho buscou apresentar uma revisão do setor elétrico brasileiro, abordando pontos que devem ser de conhecimento do investidor deste mercado e que não são triviais para quem não atua costumeiramente com a geração de energia elétrica.

O trabalho realizou diferentes análises em cinco tipos de empreendimentos de geração de energia elétrica de quatro diferentes fontes: Pequena Central Hidrelétrica, Usina Hidrelétrica, Central Geradora Eólica, Central Geradora Fotovoltaica e Usina Termelétrica, com o intuito de analisar o tipo de empreendimento mais indicado para a situação atual do mercado brasileiro.

Verificou-se que após 10 anos da instauração do Novo Modelo do setor elétrico brasileiro as contratações de energia elétrica por meio de leilões determinados pela Agência Nacional de Energia Elétrica e operacionalizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente de Contratação Regulado estão estabilizadas, ocorrendo de maneira planejada, acompanhando a demanda do país. Políticas de incentivo visando o investimento no mercado de geração de energia elétrica promovidas pelo poder público tem tornado o setor competitivo e atraente para o investidor, atingindo desta forma um dos objetivos do Novo Modelo do setor.

Dos cinco tipos de empreendimentos analisados neste trabalho, o que apresentou as condições mais atrativas para o investimento, como o menor custo de instalação por MW, o menor tempo para retorno do investimento, maiores valores de garantia física e o segundo menor preço do MWh, atrás apenas de empreendimentos hidrelétricos, foram os empreendimentos de geração termelétrica. Todavia, diante do momento em que cada vez mais se faz a preservação do meio ambiente e a redução da emissão de gases de efeito estufa, é controverso apontar empreendimentos termelétricos como as melhores opções para o investimento no segmento de geração de energia elétrica.

Diante do exposto, cumprindo com o objetivo deste trabalho, buscando enfatizar a viabilidade financeira aliada a preservação ambiental, é concluído que a melhor condição de investimento em empreendimentos de geração de energia elétrica faz-se por meio de empreendimentos termelétricos com a reutilização de materiais como combustível, dando preferência à biomassa, tal qual, foi demonstrado ao longo do trabalho em uma usina de sucroalcooleira.

BRAZILIAN ELECTRIC SYSTEM: HISTORY, STRUCTURE AND AN INVESTMENT ANALYSIS

ABSTRACT

The electric power generation sector has fundamental importance to the country economics development, therefore it is a sector that has to be in constant expansion. Brazil is a large country and although it could generate electricity in many ways, it is hydroelectric dependent. In order to put different kinds of power plants in its energetic matrix, the Federal Government has been creating mechanisms to attract investors to the electric sector. This research shows a literature review about the history, structure and does an investment analysis of the last 10 years of energy sales auction in Brazil, which pointed out the thermal power projects with the best ROI indicators.

Keywords: Brazilian Electric Sector, Electricity Generation, Energy Sales Auctions, Regulated Contracting Environment

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA – ABRADÉE. **Quem somos.** Disponível em: <<http://abradee.com.br/abradee/quem-somos>> Acesso em: 17/12/2015.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** 3. ed. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>> Acesso em: 12/09/2015.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Definição dos Agentes.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=41>> Acesso em: 02 de novembro de 2015.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Guia do Empreendedor De Pequenas Centrais Hidrelétricas.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Guia_empreendedor.pdf> Acesso em: 14/11/2015

ALMEIDA, J. A. J. **P&D no setor elétrico brasileiro:** um estudo de caso na companhia hidro elétrica do São Francisco. 2008. Dissertação (Mestre em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

BARRETO, E. J. F.; et. al. **Tecnologias de Energias Renováveis:** Soluções Energéticas para a Amazônia. 1. ed. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. 156p.

BANCO DE INFORMAÇÃO DE GERAÇÃO – BIG. **Capacidade de Geração do Brasil.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em: 05/10/2015.

BRASIL. Decreto-lei Nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2004.

BRASIL. Decreto-lei Nº 6.048, de 27 de julho de 2007. Altera os Arts. 11, 19, 27, 34 e 36 do Decreto no 5.163, de 30 de julho de 2004, que regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2007.

BRASIL. Decreto-lei Nº 6.210, de 18 de setembro de 2007. Altera dispositivos do Decreto no 5.163, de 30 de julho de 2004, que regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, define demanda mínima por unidade de consumo para a equiparação de consumidor a autoprodutor, e dá outras providências. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2007.

BRASIL. Decreto-lei Nº 6.353, de 16 de janeiro de 2008. Regulamenta a contratação de energia de reserva de que trata o § 3º do art. 3º e o art. 3º-A da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, altera o art. 44 do Decreto no 5.163, de 30 de junho de 2004, e o art. 2º do Decreto no 5.177, de 12 de agosto de 2004, e dá outras providências. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2008.

BRASIL. Decreto-lei Nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Rio de Janeiro, 1934.

BRASIL. Decreto nº 55.275, de 22 de dezembro de 1964. Cria o "Fundo de Financiamento para Aquisição de Máquinas e Equipamentos Industriais e dá outras providências. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 1964.

BRASIL. **Energia Heliotérmica.** Disponível em: <<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica>> Acesso em: 5/12/2015.

BRASIL. Lei Nº 4.454, de 6 de novembro de 1964. Dispõe sobre a unificação de frequência da corrente elétrica no País. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 1964.

BRASIL. Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), e dá outras providências.. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2002.

BRASIL. Lei Nº 11.488, de 15 de junho de 2007. Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-Estrutura – REIDI, e dá outras providências. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2007.

BRASIL. Lei Nº 13.097, de 19 de janeiro de 2015. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2015.

BRASIL. Lei Nº 13.169, de 06 de outubro de 2015. **Lex:** coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2015.

CAMARGO, L. G. B. C. **O setor elétrico brasileiro e sua normatização contemporânea.** 2005. Dissertação (Bacharel em Direito) – Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Aplicadas, Universidade Católica de Santos, Santos, 2005.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **O que fazemos.** Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos> Acesso em: 30 de outubro de 2015.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **Comercialização.** Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao> Acesso em: 20/11/2015

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **Quem são os agentes.** Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/como_se_dividem> Acesso em: 14 de outubro de 2015.

CONSTRUCTION MANAGEMENT ASSOCIATION OF AMERICA: SOUTHERN CALIFORNIA CHAPTER. **Project Delivery Systems: Pro vs. Con Design-Bid-Build vs. CM @ Risk vs. Design-Build.** [Long Beach, CA], 2008.

CUBEROS, F.L. **Novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro:** análise dos mecanismos de mitigação de riscos de mercado das distribuidoras. 2008. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DOS REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Editora Manole LTDA, 2005.

ELETRONUCLEAR. **A Eletrobrás Eletronuclear**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/AEmpresa.aspx>> Acesso em: 20 de setembro de 2015.

ELETRONUCLEAR. **Esquema de funcionamento de uma usina nuclear**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Perguntasfrequentes/Temasgeraisfuncionamentoseguran%C3%A7adasusinas.aspx>> Acesso em: 1 de dezembro de 2015.

ELETROSUL. **Aquecimento solar residencial**. Disponível em: <<http://www2.eletrosul.gov.br/casaeficiente>> Acesso em: 15/11/2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2015**: Ano base 2014. Rio de Janeiro, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Decenal de Expansão de Energia 2023**. Brasília, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Estudo da Demanda de Energia 2050**. Rio de Janeiro, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Expansão da Geração**: Empreendimentos Hidrelétricos. Rio de Janeiro, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Expansão da Geração**: Empreendimentos Termelétricos. Rio de Janeiro, 2015

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Expansão da Geração**: Empreendimentos Eólicos. Rio de Janeiro, 2015

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Expansão da Geração**: Empreendimentos Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, 2015

ESHA. **Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant.** Disponível em: <http://www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/GUIDES/GUIDE_SHP/GUIDE_SHP_EN.pdf> Acesso em: 23/11/2015

FURNAS. **Esquema de funcionamento de uma usina termelétrica.** Disponível em: <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_term_funciona.asp> Acesso em: 13/09/2015.

GONÇALVES FILHO, F.M.; GARBELINI, L.M.; IZYCKI, L.G. **Estudo de caso para implantação de grupo moto-gerador na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Dissertação (Bacharel em Engenharia Industrial Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

GOMES, A.N.O. **Estudo da utilização do gás natural como fonte geradora de energia no Brasil.** Dissertação (Bacharel em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ITAIPU BINACIONAL. **Nossa história.** Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/nossa-historia>> Acesso em: 10 de setembro de 2015.

ITAIPU BINACIONAL. **Esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica.** Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/energia/casa-de-forca>> Acesso em: 10 de novembro de 2015.

JÚNIOR, B.S. **Avaliação da atratividade de negócios em geração distribuída e economia de energia elétrica:** Piloto aplicado dentro dos estudos do PIR da RAA. 2012. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MICHAELIS. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br>>. Acesso em: 21 de outubro de 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENGERGIA. **Leilões de energia.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/leiloes_de_energia/menu/inicio.html> Acesso em: 19/10/2015

NOBRE, S. **Tipos de usinas hidrelétricas.** Disponível em: <<https://sergionobre.wordpress.com/tag/hidreletricas-a-reservatorio/>> Acesso em: 28/11/2015.

RIBEIRO, L.S. **O impacto do gás natural nas emissões de gases de efeito estufa:** o caso do município do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestre em ciências em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

RODRIGUES, F.F.C. **Programação da contratação de energia considerando geração distribuída no novo modelo do setor elétrico brasileiro.** Dissertação (Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SANTA CATARINA. Lei N°13,992, de 15 de fevereiro de 2007. Institui o Programa PRÓ-EMPREGO e estabelece outras providências. **Lex:** coletânea de legislação: edição do estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SAWAKI, M.T. **Intervalo de confiança para apreciação de reservas de óleo e gás.** 2003. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

TERRA. **Energia Heliotérmica.** Disponível em: <<http://www.terra.org/categorias/articulos/girando-hacia-el-sol-en-busca-de-energia>> Acesso em: 4/12/2015.

WEG. **Soluções em energia solar.** Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-solucoes-em-energia-solar-50038865-catalogo-portugues-br.pdf>> Acesso em: 23/10/2015.

WEG. **Soluções em energia eólica.** Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-solucoes-para-energia-eolica-50036044-catalogo-portugues-br.pdf>> Acesso em: 05/12/2015.

WEG. **Aerogerador AGW 110 / 2.1.** Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-solucoes-para-energia-eolica-50036044-catalogo-portugues-br.pdf>> Acesso em: 05/12/2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família em primeiro lugar por me prover as condições necessárias para que eu pudesse estudar na Universidade Federal de Santa Catarina, sempre me apoiando no que foi necessário, assim agradeço também ao apoio incondicional da minha namorada. Por fim agradeço a todos os profissionais que fazem um belo trabalho na Universidade Federal de Santa Catarina, aos professores Rogério Gomes de Oliveira, Éverton Fabian Jasinski, Fernando Henrique Milanese e Luciano Lopes Pfitscher que de alguma forma tiveram grande influência na minha formação, e em especial ao professor Leonardo Elizeire Bremerman que me auxiliou neste trabalho que determinou o ramo da Engenharia de Energia que pretendo atuar.