

GUILHERME MARANHÃO

AVALIAÇÃO DE UNIDADES GERADORAS DE ENERGIA

Trabalho de Avaliação

Goiânia/GO
2021

XXI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – GOIÂNIA/GO – 2021

TRABALHO DE AVALIAÇÃO

Resumo

Nos últimos anos, o Setor Elétrico Brasileiro tem vivenciado um aumento na implantação Centrais Geradoras Hidrelétricas em razão de alterações na legislação que alteraram o limite máximo de potência instalada dessas usinas de 1.000kW para 5.000kW. Em paralelo, é possível observar também um aumento na busca de recursos nas instituições financeiras com vistas ao financiamento das unidades geradoras de energia elétrica. Na prática, muitas empresas oferecem, como garantia desse financiamento, as próprias unidades geradoras já existentes ou os terrenos onde serão implantadas essas unidades, demandando a avaliação dos bens oferecidos como garantia. Como tratam-se de imóveis atípicos com características especiais de localização e de exploração e diante do grande interesse do mercado, de particulares e de instituições financeiras, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma metodologia de precificação dos bens oferecidos em garantia, com a utilização de modelos econométricos.

Palavras chave: Avaliação; Unidades geradoras; CGH; PCH

1. INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica é de fundamental importância para a evolução da humanidade e os principais meios de geração são: hidráulica, térmica, nuclear, eólica e solar. Se restringirmos aos meios de geração limpa e renovável, este conjunto se reduz a três tipos de geração: hidráulica, eólica e solar.

Pelas características do Brasil, que possui uma rede hidrográfica favorável e bons índices pluviométricos, alimentados por chuvas tropicais que mantém uma das maiores reservas de água doce do mundo. A geração de energia hidráulica tem destaque no cenário nacional.

Dentre as opções de geração através dos recursos hídricos as Unidades Geradoras do tipo CGH – Central Geradora Hidrelétrica e PCH – Pequena Central Hidrelétrica possuem um menor impacto ambiental uma vez que a área alagada e o vulto das obras de implantação são mínimos quando comparada as Usinas Hidrelétricas.

Diante destas características e com os investimentos que foram impulsionados pela legislação nos últimos anos surgiu uma demanda pela implantação de Unidades Geradoras de energia. Muitas das vezes financiadas por instituições financeiras que necessitam avaliar estes bens de acordo com as normas técnicas no intuito de garantir a operação financeira realizada.

A responsabilidade de realizar estas avaliações cabe à Engenharia de Avaliações que é uma ciência que busca através metodologia científica determinar o valor de bens, sejam eles, imóveis urbanos ou rurais, máquinas e equipamentos, instalações, empresas, empreendimentos de base imobiliária, culturas, e outros, além de seus frutos e direitos.

Buscando realizar estimativa de valor que melhor represente o mercado e atender as necessidades das avaliações de bens com o maior nível de fundamentação e precisão, sempre em conformidade com as normas técnicas, onde o Engenheiro de Avaliações deve estudar o mercado e as formas de eliminar a subjetividade inerente ao processo.

O mercado é formado por três componentes: os bens levados ao mercado; as partes interessadas em adquiri-los; e as partes interessadas em vendê-los. Além do equilíbrio entre os três componentes, lei da oferta e da procura, deve-se observar que cada bem tem suas características específicas e estas irão influenciar diretamente na formação do valor.

Uma das finalidades quanto a necessidade de avaliação de bens é a oferta deste bem como garantia de operação em instituições financeiras. No Setor Elétrico há uma crescente demanda pela avaliação de Unidades Geradoras, sejam elas CGH – Central Geradora Hidrelétrica, PCH – Pequena Central Hidrelétrica, dentre outras, visando estas operações de empréstimos.

As Unidades Geradoras, tem características muito peculiares, pois ao mesmo tempo que são empreendimentos valorizados, estão implantadas em locais, muitas das vezes, desvalorizados, como por exemplo, em Áreas de Preservação Permanente, propriedades de difícil acesso, terras cobertas por vegetação nativa, com topografia acidentada. O que torna a estimativa do valor do imóvel em si, terra nua somada as edificações e benfeitorias, utilizando-se do Método Evolutivo, uma avaliação com valor pouco representativo pelo nível de investimentos que essas

unidades geradoras demandam. E também pela própria receita que o empreendimento gera.

O objetivo deste trabalho é validar o uso de modelos econométricos para avaliações de Unidades Geradoras do tipo CGH e PCH, utilizando dados de mercado e dados de leilões de energia nova da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, bem como o enquadramento quanto a Fundamentação diante das normas técnicas da ABNT.

2. GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA NO BRASIL

Por todas as características geográficas peculiares ao nosso país temos um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo e sua matriz energética pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1 – Matriz Energética Brasileira

Tipo	Descrição	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	% (Pot. Outorgada)
CGH	Central Geradora Hidrelétrica	846.867,59	829.908,59	739	0,39%
CGU	Central Geradora Undi-elétrica	50,00	50,00	1	0,00%
EOL	Central Geradora Eolielétrica	29.845.333,86	18.062.872,86	1.036	13,68%
PCH	Pequena Central Hidrelétrica	7.139.646,32	5.458.293,57	541	3,27%
UFV	Usina Fotovoltaica	21.396.900,96	3.327.512,01	4.737	9,81%
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia	103.394.328,00	103.026.876,00	223	47,38%
UTE	Usina Termelétrica de Energia	52.250.089,79	42.808.037,79	3.173	23,94%
UTN	Usina Termonuclear	3.340.000,00	1.990.000,00	3	1,53%
Total		218.213.216,52	175.503.550,82	10.453	100,00%

Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (04/21 – adaptado)

A Potência Outorgada é a potência considerada no ato de Outorga, já a Potência Fiscalizada é aquela considerada a partir da operação comercial.

Os percentuais apresentados são referentes a Potência Outorgada.

Considerando a geração hidrelétrica o percentual atual é de 51,04%, representados pelas unidades geradoras tipo CGH, PCH e UHE.

Tabela 2 – Geração Hidrelétrica

Tipo	Descrição	% (Pot. Outorgada)
CGH	Central Geradora Hidrelétrica	0,39%
PCH	Pequena Central Hidrelétrica	3,27%
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia	47,38%
Total		51,04%

Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (04/21 – adaptado)

Existem no Brasil, 1.503 Unidades Geradoras Hidrelétricas, segundo dados da ANEEL, deste total 1.280 unidades são classificadas como CGH e PCH. Que são responsáveis pela geração de 6.288.202,16 kW (Potência Fiscalizada) e 3,66% da Potência Outorgada.

Tabela 3 – Quantidade de Unidades Geradoras Hidrelétricas

Tipo	Descrição	Quantidade
CGH	Central Geradora Hidrelétrica	739
PCH	Pequena Central Hidrelétrica	541
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia	223
Total		1.503

Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (04/21 – adaptado)

A Distribuição das Unidades Geradoras tipo CGH e PCH estão distribuídas em quase todo território nacional estando concentradas na região sudeste e sul do país.

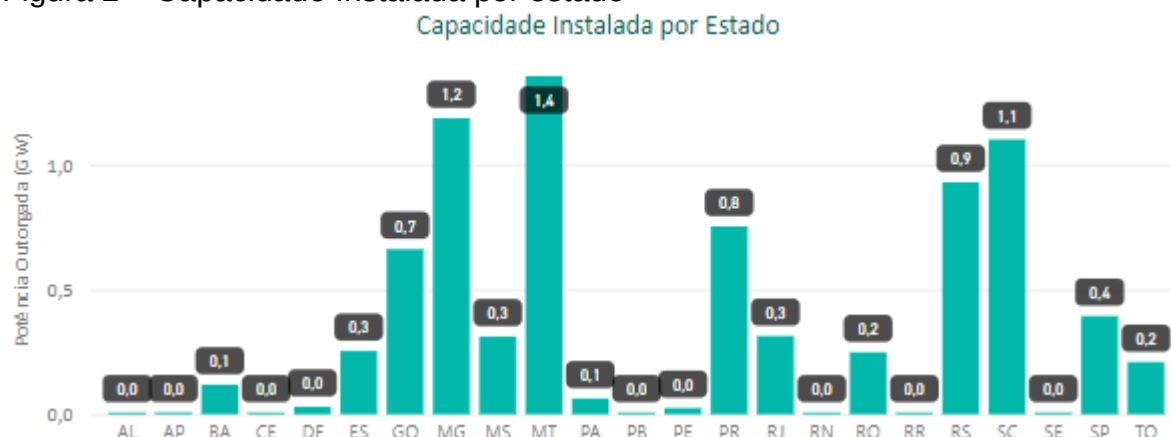
Figura 1 – Distribuição Nacional de CGH e PCH



Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (acessado em 04/21)

A Capacidade Instalada por estado está representada no gráfico onde se destacam os estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Santa Catarina com Potência Outorgada superior a 1 GW.

Figura 2 – Capacidade Instalada por estado



Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (acessado em 04/21)

A Potência Outorgada Total no país é de 7.986.513,91 kW, de acordo com o SIGA da ANEEL.

A tabela 4 mostra a Potência Outorgada e Fiscalizada por estado além da quantidade de unidades geradoras por estado.

Tabela 4 – Potência Outorgada e Fiscalizada por estado

UF	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	%
AL	4.564,20	4.564,20	7	0,06%
AP	7.500,00	0,00	1	0,09%
BA	118.725,08	103.225,08	27	1,49%
CE	2.582,00	1.263,00	3	0,03%
DF	30.000,00	30.000,00	1	0,38%
ES	253.803,50	225.723,50	24	3,18%
GO	661.906,72	503.466,72	47	8,29%
MG	1.187.040,47	925.728,47	242	14,86%
MS	311.695,01	289.695,01	35	3,90%
MT	1.355.905,08	1.117.697,08	151	16,98%
PA	63.122,00	63.122,00	8	0,79%
PB	4.520,00	4.520,00	2	0,06%
PE	24.796,64	24.796,64	15	0,31%
PR	753.003,71	404.409,71	125	9,43%
RJ	313.665,64	287.136,64	40	3,93%
RN	4.700,00	4.700,00	1	0,06%
RO	248.388,12	174.828,12	34	3,11%
RR	5.000,00	5.000,00	1	0,06%
RS	930.194,20	732.949,25	130	11,65%
SC	1.101.902,21	819.313,41	271	13,80%
SE	550,00	364,00	1	0,01%
SP	393.816,33	364.566,33	85	4,93%
TO	209.133,00	201.133,00	29	2,62%

Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (acessado em 04/21)

Na tabela 5 os empreendimentos classificados pela ANEEL como Construção Não Iniciada, correspondem a quase 14% da Potência Outorgada.

Tabela 5 – Empreendimentos com Construção Não Iniciada



Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (acessado em 04/21)

Na tabela 6 pode-se verificar a existência de 97 empreendimentos (CGH e PCH) classificados pela ANEEL como Construção não iniciada, com Potência Outorgada total de 1.325.110,65 kW.

Tabela 6 – Potência Outorgada – Construção Não Iniciada por estado

Fonte	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	%	UF	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	%
CGH	7.100,00	0,00	3	0,54%	AP	7.500,00	0,00	1	0,57%
PCH	1.318.010,65	0,00	94	99,46%	BA	15.500,00	0,00	1	1,17%
					ES	18.000,00	0,00	2	1,36%
					GO	155.490,00	0,00	8	11,73%
					MG	231.037,00	0,00	15	17,44%
					MS	22.000,00	0,00	1	1,66%
					MT	168.170,00	0,00	12	12,69%
					PR	211.394,00	0,00	16	15,95%
					RJ	26.894,00	0,00	2	2,03%
					RO	43.800,00	0,00	3	3,31%
					RS	170.027,95	0,00	13	12,83%
					SC	237.057,70	0,00	19	17,89%
					SP	18.240,00	0,00	4	1,38%

Fonte: SIGA – Sistema de Informações de Geração - ANEEL (acessado em 04/21)

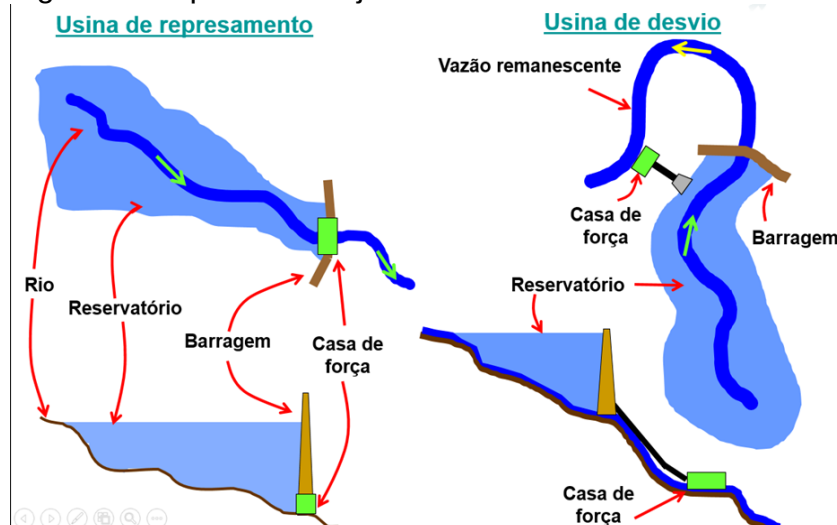
Estes empreendimentos vão demandar investimentos que muitas das vezes podem ser captados via instituições bancárias. E neste caso as empresas proprietárias dos empreendimentos devem oferecer outras usinas em garantia como é observado no mercado e nas demandas por avaliações deste setor.

3. UNIDADES GERADORAS HIDRELÉTRICAS

Diante de uma matriz energética bem diversificada é necessário que o setor de energia tenha normatização para classificar os diferentes tipos de empreendimentos do setor. Estes empreendimentos são classificados de acordo com seu tipo de arranjo, quanto a capacidade de geração de energia e também quanto as exigências de regulamentação pela agência reguladora (ANEEL).

Em função do arranjo temos as usinas de represamento e as usinas de desvio, ilustradas abaixo.

Figura 3 – Tipo de Arranjo

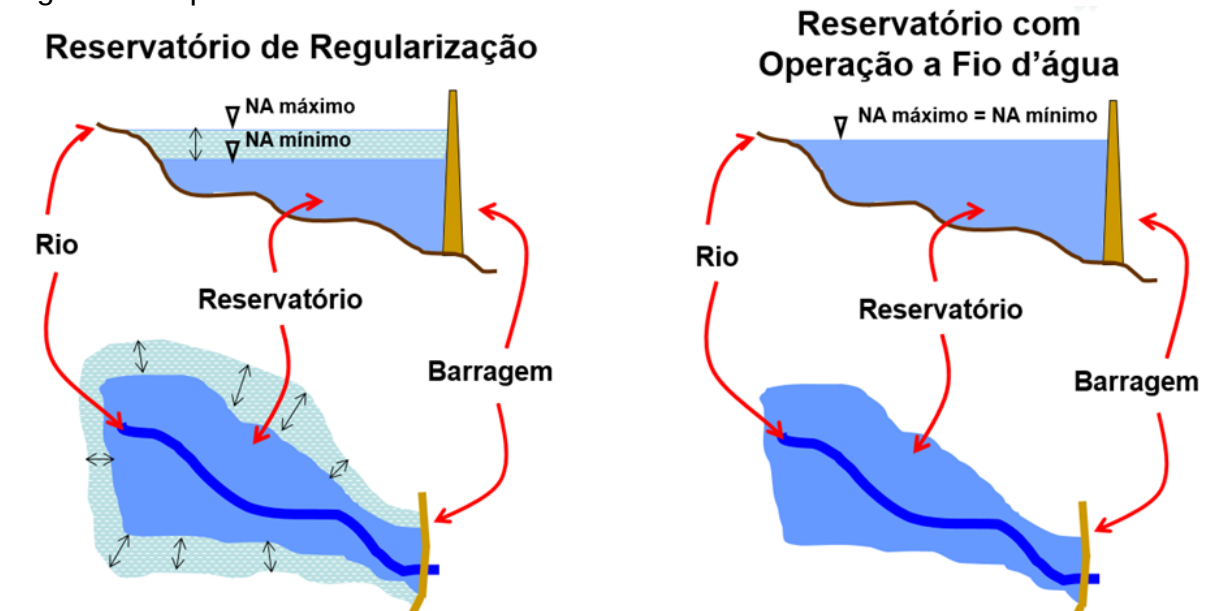


Fonte: Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração - ANEEL (agosto/2019)

Já em relação aos tipos de reservatório:

- Reservatório de Regularização – há a variação do nível d'água e da área do reservatório.
- Reservatório com Operação a Fio d'água – não há variação no nível d'água e nem na área do reservatório ($NA_{\text{máximo}} = NA_{\text{mínimo}}$).

Figura 4 – Tipo de Reservatório



Fonte: Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração - ANEEL (agosto/2019)

Enquadramento de usinas hidrelétricas, de acordo com a capacidade de geração de energia:

- CGH - Central Geradora Hidrelétrica
 - com potência instalada igual ou inferior a 5,0MW;
 - registro na ANEEL.
- PCH - Pequena Central Hidrelétrica
 - com potência superior a 5,0 MW e inferior a 30,0 MW;
 - com área de reservatório de até 13 km², excluindo a calha do leito regular do rio;
 - aproveitamentos com regularização de vazões – mínimo semanal;
 - reservatório baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica.
- UHE - Usina Hidrelétrica
 - com potência superior a 50 MW;
 - sem características de PCH

É objeto deste trabalho as geradoras de energia elétrica de porte pequeno, CGH e PCH, que geram no máximo 30 MW e possuem usinas com reservatórios de até três quilômetros quadrados, gerando um dano ambiental menor, preservando o habitat natural das espécies que vivem próximas a elas, localizadas em rios ou córregos que possuem menor vazão, além de serem mais baratas de construir, proporcionar a descentralização da geração de eletricidade e que não necessitam de instalações tão sofisticadas para o transporte de energia (linhas de transmissão).

No Brasil a matriz elétrica possui total de 218.213.216,52 kW, de acordo com os dados da SIGA. Destes a participação das CGHs e PCHs é de 7.986.513,91 kW, representando um percentual de 3,66%, com 1.280 unidades geradoras.

3.1 CGH – Central Geradora Hidrelétrica

A Central Geradora Hidrelétrica, após a alteração na Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, passou a ser registrada com "O aproveitamento de potenciais hidráulicos e a implantação de usinas termoelétricas de potência igual ou inferior a 5.000 kW (cinco mil quilowatts) estão dispensados de concessão, permissão ou autorização, devendo apenas ser comunicados ao poder concedente". Que antes era de 1.000 kW, abrindo um leque de oportunidades para o setor, pois trouxe para a unidades do tipo CGH maior viabilidade financeira com menos burocracia quanto a regulação.

3.1.1 A CGH com geração distribuída (resolução normativa ANEEL 482/2012)

Um dos principais propulsores do setor foi a regulamentação da Resolução Normativa Resolução nº 482, de 17 de abril de 2012 - REN 482/2012, que "Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências".

Esta modalidade de registro permite a compensação da energia injetada na rede em relação a energia consumida. Este registro deverá ser realizado somente pelas concessionárias ou permissionárias de distribuição.

3.2 PCH – Pequena Central Hidrelétrica

A Pequena Central Hidrelétrica, como visto acima, são responsáveis por cerca de 3,3% de toda a capacidade instalada do sistema interligado nacional. Que se deu a partir do ano de 1997, quando foi extinto o monopólio do estado no setor elétrico e o interesse de empresas em investir na geração de energia desenvolvendo projetos e estudos que viabilizassem o investimento no setor. Estima-se que desde 1997 até os dias atuais mais de 1 bilhão de reais foram investidos.

4. ARRANJO DE UMA UNIDADE GERADORA HIDRELÉTRICA

Os principais componentes de uma unidade geradora hidrelétrica são apresentados abaixo. Lembrando que a estrutura de cada um desses componentes depende das características do local como sua topografia, hidrologia, solo e acesso. Além das características do projeto que visa garantir a melhor eficiência do sistema.

Sistema de Captação – armazenamento da água e barragem;

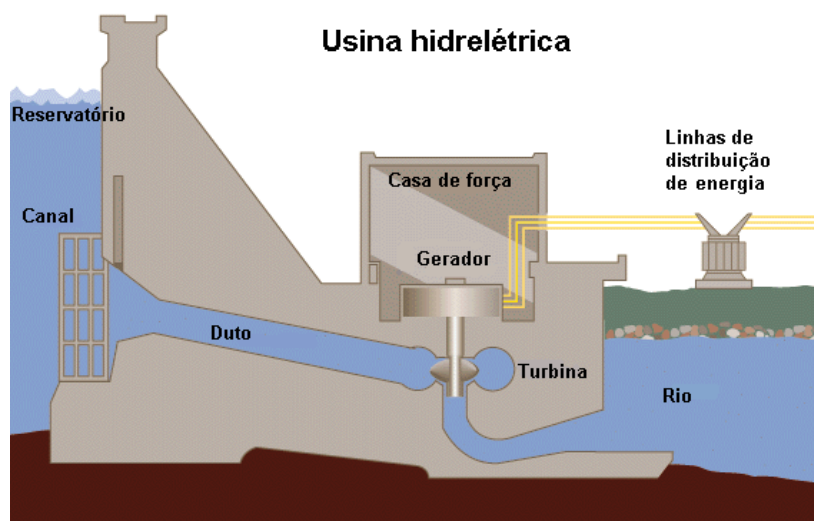
Sistema de Adução – condução da água até a casa de máquina;

A velocidade de entrada da água e sua pressão faz girar a turbina transformando o potencial hidráulico em energia cinética rotacional;

Gerador elétrico onde a energia cinética rotacional é transformada em energia elétrica;

O Transformador é responsável por estabelecer na corrente gerada os padrões (corrente, voltagem e fase) e elevar a tensão para que a energia possa ser transportada a grandes distâncias com menos perdas.

Figura 5 – Esquema de uma usina hidrelétrica



Fonte: Barragem Hidroelétrica portuguesa
(https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica)

5. NORMATIZAÇÃO

É de extrema importância estabelecer os padrões, promover mudanças e melhorias na regulamentação. A ANEEL desempenha este papel e foi criada para regular o setor elétrico no Brasil.

5.1 A PREVISÃO LEGAL E NORMATIVA DA CGH

A resolução normativa nº 875 de 10 de março de 2020:

“Estabelece os requisitos e procedimentos necessários à aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos, à comunicação de implantação de Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida e à aprovação de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica de Usina Hidrelétrica sujeita à concessão.”

Esta resolução estabelece os critérios de outorga, de exploração e de aproveitamentos hidrelétricos, com potência superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 50.000 kW. E também para as CGHs com potência igual ou inferior a 5.000 kW. Além da aprovação dos Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica de Usinas Hidrelétricas (superior a 50.000 kW).

No Capítulo III, define as terminologias e conceitos dos quais vamos destacar:

“Estudos de Inventário Hidrelétrico

Art. 3º Os Estudos de Inventário Hidrelétrico têm a finalidade de identificar, por meio do uso ótimo do potencial hidráulico, aproveitamentos hidrelétricos da bacia hidrográfica, com potência unitária superior a 5.000 kW, que apresente a melhor relação custo-produção de energia, considerando o contexto socioeconômico e ambiental do momento e o disposto nos §§ 2º e 3º do art. 5º da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995.

Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida

Art. 4º Os aproveitamentos hidrelétricos enquadrados como Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida (CGH) são aqueles cuja potência seja igual ou inferior a 5.000 kW.

Pequena Central Hidrelétrica

Art. 5º Os aproveitamentos hidrelétricos com as seguintes características serão enquadrados como Pequena Central Hidrelétrica (PCH):

I - potência instalada superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW; e

II - área de reservatório de até 13 km² (treze quilômetros quadrados), excluindo a calha do leito regular do rio.

§ 1º A restrição de que trata o inciso II não se aplica aos aproveitamentos hidrelétricos cujo reservatório seja de regularização, no mínimo, semanal ou cujo dimensionamento, comprovadamente, tenha sido baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica.

§ 2º A regularização, de que trata o § 1º, será aferida por meio do volume útil e da vazão máxima turbinada.”

A resolução permite que pessoas físicas, jurídicas e pessoas jurídicas reunidas em consórcios produzam energia e façam o pedido de registro para realização dos Estudos de Inventário Hidrelétrico.

Dos aproveitamentos hidrelétricos sujeitos à Outorga de Autorização, segundo Artigo 16:

“§ 1º As Pequenas Centrais Hidrelétricas serão objeto de DRI-PCH.

§ 2º As Usinas Hidrelétricas cuja potência seja superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 50.000 kW, sem características de PCH, serão objeto de DRI-UHE”

Este dispositivo legal frisa que a ANNEL analisará o sumário executivo observando os aspectos definidores do potencial hidráulico principalmente:

- Queda;
- Potência;
- Fator Capacidade.

6. CARACTERÍSTICAS DOS IMÓVEIS

Os imóveis onde estão instaladas as Unidades Geradoras, são na maioria das vezes classificados como rural perante a legislação, pois possuem documentação de imóvel rural:

- ITR – Imposto Territorial Rural;
- CCIR – Certificado de Cadastro de Imóvel Rural;
- CAR – Cadastro Ambiental Rural;

Além da matrícula no Cartório de Registro de Imóvel possuir descrição e fazer vínculo a imóvel rural.

Possui também as características de imóvel rural, quanto a sua localização, suas terras ocupadas por vegetação em pastagens formadas, pastagens nativas e/ou matas nativas, sempre no entorno de algum curso d'água. Ou seja, em Áreas de Preservação Permanente, que são protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Que estabelece normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados.

“Código Florestal Art. 3º:

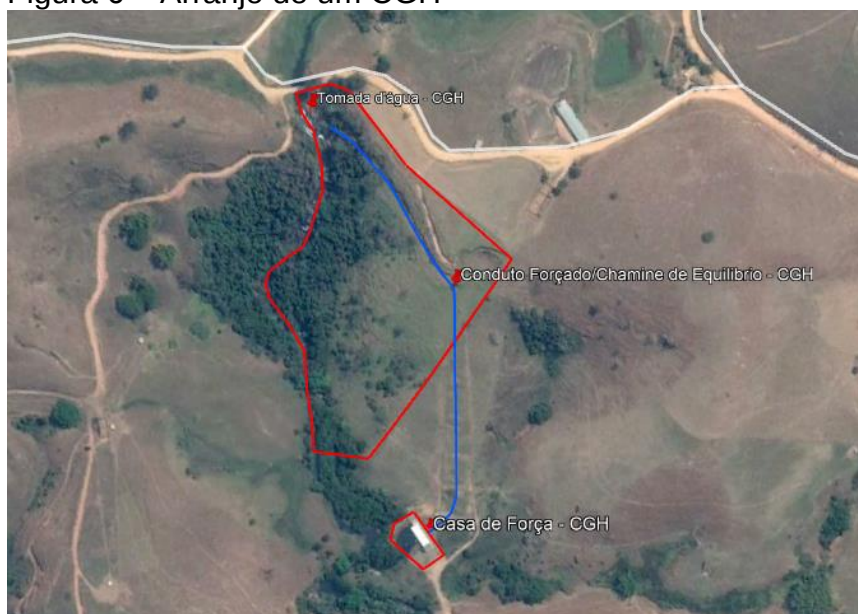
II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.”

Para ilustrar o tipo de imóvel onde é implantado uma CGH e seu arranjo segue imagem gerada através da ferramenta Google Earth. Com destaques para os perímetros que compõem a propriedade (em vermelho), posição da Tomada d'água, do Conduto Forçado (em azul) e da Casa de Força.

Neste exemplo apresentado o Conduto Forçado tem todo seu percurso em duto enterrado. Existem projetos que são em valas abertas e projetos com parte em vala aberta e parte enterrada.

Figura 6 – Arranjo de um CGH

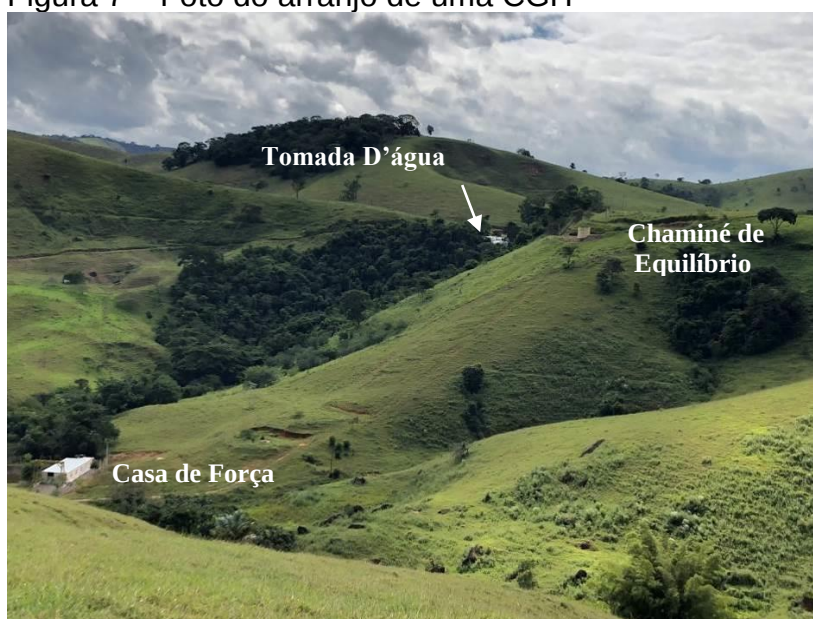


Fonte: Autor

Nota-se que uma das divisas do imóvel é no curso d'água, ou seja, em Área de Preservação Permanente. A porção de terras deste imóvel é composta por dois fragmentos. Um de 4,30 hectares e o outro com 0,70 hectares onde está localizada a Casa de Força. Esta porção de terra menor que 2,0 hectares é menor que o módulo mínimo permitido pelo INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária para desmembramento.

Através da imagem (Foto) da Figura 7, pode-se notar o desnível e a posição dos principais elementos que compõe a unidade geradora. As características do imóvel o uso e ocupação das terras.

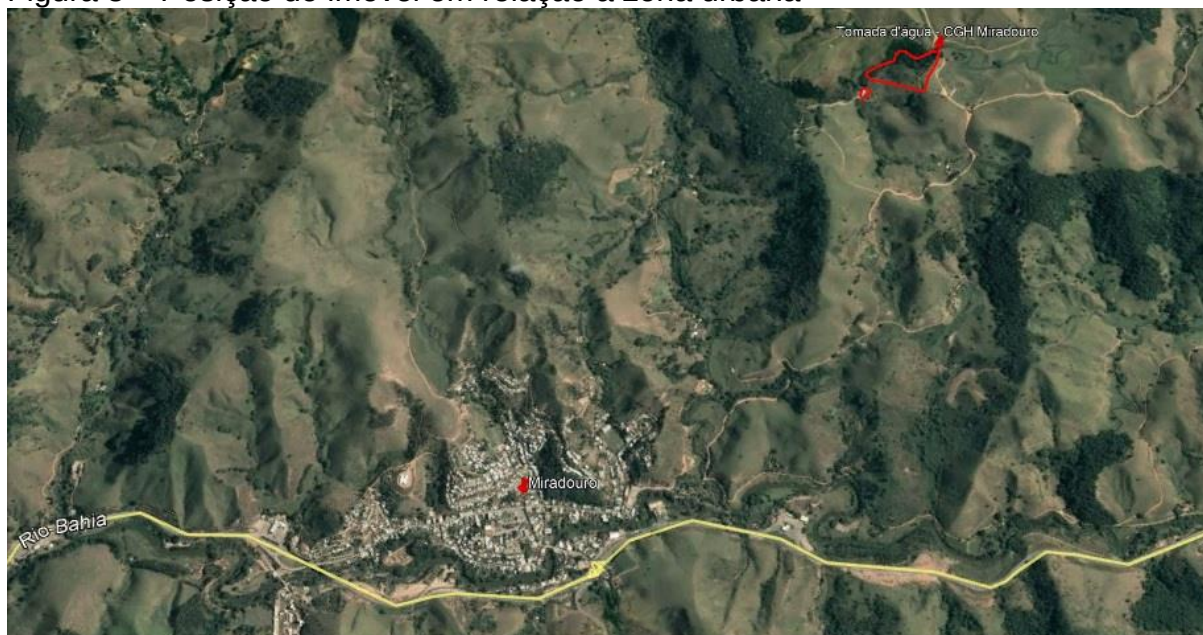
Figura 7 – Foto do arranjo de uma CGH



Fonte: Autor

Já na imagem da Figura 8 verifica-se a posição do imóvel em relação à zona urbana do município. Neste exemplo vemos o município de Miradouro/MG. Imagem gerada no Google Earth.

Figura 8 – Posição do imóvel em relação a zona urbana



Fonte: Autor

Conforme exposto no exemplo as características dos imóveis são rurais diante da legislação, de sua localização geográfica, mas que possuem um potencial hidráulico para geração de energia e são objeto de investimentos vultosos para tal.

Acontece que a solicitação para avaliação destes imóveis, através das Instituições Bancárias, segue os preceitos das normas técnicas. Que prevê a soma do valor da terra nua com suas edificações e benfeitorias. Onde na maioria das vezes não se pode considerar o valor das máquinas e equipamentos que fazem parte da unidade geradora.

Surge então um problema. As propriedades não são exploradas como imóvel rural, pois a atividade ali desenvolvida é a geração de energia.

Além deste fator as características dos imóveis objeto das implantações de Unidade Geradoras possuem características que desvalorizam muito o valor unitário da terra nua, dentre elas:

- Porção de terras localizadas em locais de difícil acesso.
- Porção de terras localizadas em Área de Preservação Permanente, às margens de córregos, rios, ribeirões, etc. Que são protegidas por lei.
- Porção de terras, com topografia acidentada (onde quanto maior o declive, maior seu potencial hidrelétrico).

Quando se faz uma pesquisa de imóveis rurais na região, considerando as características normais deste tipo de imóvel, como:

- Acessibilidade – Condições de Acesso e Circulação;
- Classificação das terras por capacidade de uso;
- Área.

A terra nua, das unidades geradoras, possui uma localização com pior acesso em relação a maioria das pesquisas encontradas. Sua classificação pela capacidade de uso das terras normalmente é classificada como Classe VIII - Imprópria para culturas, somente reserva ambiental.

De acordo com o “Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra – Escritório Técnico Brasil/ Estados Unidos – III Aproximação – Marques, Q.^a et al – 1971” e “Manual para Classificação da Capacidade de Uso das Terras para Avaliação de Imóveis Rurais – 1º Aproximação – Dinis, J. CESP - 1997”, são considerados os conceitos a seguir:

CLASSES:

Classe I - Terras cultiváveis aparentemente sem problemas especiais de conservação.

Classe II - Terras cultiváveis aparentemente com problemas simples de conservação.

Classe III - Terras cultiváveis aparentemente sem problemas complexos de conservação.

Classe IV - Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada com sérios problemas de conservação.

Classe V - Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou (re)florestamento sem necessidade de práticas especiais de conservação.

Classe VI - Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou (re)florestamento com problemas simples de conservação.

Classe VII - Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou (re)florestamento com problemas complexos de conservação.

Classe VIII - Terras impróprias para cultura, pastagem ou (re)florestamento podendo servir apenas como abrigo da fauna silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

O fato é que não há no mercado dados disponíveis, em número suficiente, que suportem o tratamento e cálculo avaliatório que expresse o valor daquela porção de terra. Seja por estatística descritiva, através de planilhas de homogeneização (tratamento por fatores). Ou por inferência estatística através de um conjunto de variáveis que possa explicar a variação do fenômeno.

Neste tipo de cálculo a terra nua onde são implantadas as unidades geradoras recebem valores irrisórios pela falta de elementos no mercado que possibilitem um tratamento adequado.

Temos ainda um conjunto de edificações, muito específicas deste tipo de empreendimento: Casa de Força, Tomada D'água, Sala de Operação, Barragem, Conduto Forçado, Dutos, Chaminé de Equilíbrio, Canal de Adução e Canal de Fuga. Apenas atribuir valores por meio do “Método da quantificação de custo: que identifica o custo do bem ou de suas partes por meio de orçamentos sintéticos ou analíticos, a partir das quantidades de serviço e respectivos custos diretos e indiretos”. NBR 14.653-1 (ABNT, 2019). Não atribui ao imóvel a vantagem da coisa feita. Que conforme NBR 14.653-1, item 3.1.56, é a “diferença entre o valor de mercado e o custo de reedição de um bem, quando positiva”.

Ou seja, avaliar unidades geradoras de energia hidrelétrica utilizando-se do Método Evolutivo que é definido na NBR 14.653-1, item 7.2.3, como método que “identifica o valor do bem pelo somatório dos valores de seus componentes”, não retrata a realidade do empreendimento implantado.

7. APRESENTAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Diante do problema proposto este trabalho traz uma forma de realizar a avaliação deste tipo de imóvel através de modelos econométricos.

7.1 MODELOS ECONOMÉTRICOS

Conforme Moscovitsch (1997) devem ser utilizados métodos e técnicas de avaliação menos subjetivos.

Como os trabalhos de avaliações de imóveis são regidos pelas normas técnicas, observaremos sempre as diretrizes básicas, definições, conceitos, procedimentos gerais, terminologia, definições e metodologias básicas das normas:

- NBR 14.653-1, Avaliação de bens - Parte 1: Procedimentos Gerais;
- NBR 14.653-2, Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis urbanos;
- NBR 14.653-3, Avaliação de bens - Parte 3: Imóveis rurais e seus componentes.
- NBR 14.653-4, Avaliação de bens – Parte 4: Empreendimentos

Dantas (1998) defende a aplicação da metodologia científica e modelos extraídos de cada realidade local, utilizando-se, sempre que possível, a inferência estatística, evitando a aplicação de fatores de homogeneização ditos como consagrados.

O presente estudo se concentra em regressão linear visto que seu uso e seus pressupostos estão regulamentados pelas normas técnicas brasileiras.

Utilizaremos o “Método comparativo direto de dados do mercado”, que “identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra” (seção 7.2.1 da NBR 14.653-1).

O tratamento científico será realizado através da inferência estatística, que nos permite extrair conclusões sobre a população a partir de uma amostra e o uso de modelo de regressão que considera as diversas características influenciadoras (covariáveis).

A análise de regressão é a técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são responsáveis pela variabilidade observada nos preços.

“No modelo linear para representar o mercado, a variável dependente é expressa por uma combinação linear das variáveis independentes, em escala original ou transformadas, e respectivas estimativas dos parâmetros populacionais, acrescida de erro aleatório, oriundo de:

- a) efeitos de variáveis não detectadas e de variáveis irrelevantes não incluídas no modelo;
- b) imperfeições acidentais de observação ou de medida;

- c) variações do comportamento humano, como habilidades diversas de negociação, desejos, necessidades, compulsões, caprichos, ansiedades, diferenças de poder aquisitivo, diferenças culturais, entre outros.

Anexo A – Procedimento para a utilização de modelos de regressão linear, seção A.1.2 da NBR 14.653-3.

A combinação linear das variáveis independentes se dá pela equação de regressão linear múltipla que é expressa por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_n X_{in} + \varepsilon_i$$

Onde Y é a variável dependente ou explicada, X são as variáveis independentes ou explicativas, $\beta_0, \beta_1, \dots$, são denominados de parâmetros da população e ε_i são os erros aleatórios do modelo.

Ferramenta utilizada nos cálculos

Através do software SisDEA Home, versão 1.50, foi realizado o tratamento estatístico compatível e a análise do modelo de regressão, testando o comportamento das variáveis no modelo.

O SisDEA – Sistema de Envolvimento de Dados, Redes Neurais Artificiais e Regressão Linear e Não Linear é um software utilizado no desenvolvimento de modelos estatísticos para auxiliar o profissional de Engenharia de Avaliações. Este tipo de ferramenta é muito utilizado tornando-se indispensável nas avaliações por estatística inferencial.

Disponibiliza recursos como Regressão Linear Múltipla, com diversas opções de transformações de variáveis para linearização; método dos mínimos quadrados e a máxima verossimilhança; análise do modelo de regressão e da função estimativa, elaboração de testes de hipóteses e da construção do intervalo de confiança; análise de pontos influenciadores (distâncias de Cook) e de outliers. Além de disponibilizar recursos de Envolvimento de Dados e Redes Neurais Artificiais.

A modelagem foi realizada com uma amostra inicial que conta com 43 dados e durante as operações o modelo final ficou com 26 observações efetivamente utilizadas. Os dados foram desabilitados dos cálculos por apresentarem inconsistência em seus valores unitários diante de seus atributos ou por serem outliers do modelo.

7.2 PESQUISA DE MERCADO

Foi realizada pesquisa de Unidades Geradoras, do tipo CGH e PCH, através de pesquisas junto às imobiliárias, corretores e empresas do setor, em busca de unidades em oferta no mercado e também de unidades transacionadas para compor uma amostra que representasse este mercado.

As pesquisas foram realizadas através de informações solicitadas aos informantes, com descrição das características dos dados e sua adequação ao segmento de mercado.

7.3 DADOS DO LEILÃO DE ENERGIA NOVA – ANEEL

A principal forma de contratação de energia no nosso país é através dos leilões. Este mecanismo permite que as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica garantam o atendimento à totalidade de seu mercado no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Estão previstas conforme artigo 18 da Lei nº 11.943, de 28 de maio de 2009, e nos artigos 19 a 23 do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004.

As unidades geradoras aqui estudadas se enquadram na modalidade denominada Leilão de Energia Nova, que tem por finalidade atender ao aumento de carga das distribuidoras. Neste leilão são vendidas e contratadas energia de usinas que ainda serão construídas, que podem ser dos tipos A-3, A-5 e A-6, a primeira entra em operação comercial em até três anos, enquanto que a segunda em cinco anos e a última em seis anos.

Foram utilizados os dados do último Leilão - 30º Leilão de Energia Nova A-6, que aconteceu 26 de setembro de 2019, com resultados expressivos com investimento acima de 11 bilhões de reais, com potência habilitada na ordem de quase 3.000MW, garantia física (MW médio) de 1.702,46 e um montante negociado de 44 bilhões.

7.4 DADOS UTILIZADOS NA MODELAGEM

Através da compilação dos dados de unidades geradoras do tipo CGH e PCH coletados no mercado e também no 30º Leilão de Energia Nova obteve-se uma amostra contando com 43 dados. Estes dados foram tratados através da estatística inferencial e posteriormente gerada a estimativa de valor das unidades geradoras que foram separadas para exemplo.

Tabela 7 – Compilação dos dados pesquisados

DADOS PESQUISADOS											
Dados	Descrição	Município	Estado	Informante	Telefone do informante	Potência Instalada (MW)	Garantia Física (MW)	Fator Capacidade	Tipo	Valor unitário (R\$/MW)	Valor total
1	CGH		MG	Rodrigo Lopes	(11) 9558.05749	2.10	1.26	0.60	1	3.095.238,10	6.500.000,00
2	CGH		MG	Rodrigo Lopes	(11) 9558.05749	3.00	1.80	0.60	1	1.166.666,67	3.500.000,00
3	PCH		RS	Rodrigo Lopes	(11) 9558.05749	1.00	0.88	0.88	2	6.000.000,00	6.000.000,00
4	PCH		MG	Rodrigo Lopes	(11) 9558.05749	19.00	9.90	0.52	2	10.000.000,00	190.000.000,00
5	PCH		SP	Rodrigo Lopes	(11) 9558.05749	30.00	15.80	0.53	2	4.250.000,00	127.500.000,00
6	PCH		MG	Rodrigo Lopes	(11) 9558.05749	10.66	9.60	0.90	2	5.159.474,67	55.000.000,00
7	CGH - Cachoeira do Boi	Carangola	MG	Rodrigo (Coenergia)	mifural.com.br	2.10	1.26	0.60	1	1.190.476,19	2.500.000,00
8	CGH - Cachoeira do Vazito	Carangola	MG	Rodrigo (Coenergia)	mifural.com.br	3.10	1.86	0.60	1	1.290.322,58	4.000.000,00
9	CGH - Usina São José	Ferros	MG	Rodrigo (Coenergia)	mifural.com.br	2.20	1.32	0.60	1	1.363.636,36	3.000.000,00
10	CGH	Angelina	SC	Grupo GASC	facebook.com/GascBrasil/	1.40	0.71	0.51	1	4.857.142,86	6.800.000,00
11	PCH	Lima Duarte	MG	Jairo de Souza (compreumaempresa.com.br)	(32) 98447.2831	2.50	1.50	0.60	2	8.000.000,00	20.000.000,00
12	PCH	Praia Grande	MT	Ponto Final Imóveis	pontofinalimoveis.com.br	10.00	8.60	0.96	2	5.000.000,00	50.000.000,00
13	ALTO ALEGRE		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		17.40	8.85	0.51	2	5.353.448,28	93.150.000,00
14	SANTA LUZIA		BA	31º Leilão de Energia Nova A-6		15.50	8.97	0.58	2	7.369.778,71	114.231.570,00
15	GARCIA DE ANGELINA		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		2.00	1.32	0.66	1	6.554.320,00	13.108.640,00
16	PIRA		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		19.55	9.50	0.49	2	4.074.613,30	79.658.690,00
17	JASPE		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		5.10	2.48	0.49	2	8.328.715,69	42.476.450,00
18	LINHA RICA		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		7.89	3.87	0.49	2	6.038.598,23	47.644.540,00
19	BARRA DAS ÁGUAS		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		8.50	4.12	0.48	2	6.173.329,41	52.473.300,00
20	MAROMBAS I		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		3.27	1.63	0.50	1	4.229.969,42	13.832.000,00
21	MAROMBAS II		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		1.80	0.88	0.49	1	5.780.000,00	10.404.000,00
22	FAZENDA DO SALTO		PR	31º Leilão de Energia Nova A-6		9.85	5.41	0.55	2	4.412.949,24	43.467.550,00
23	JESUITA		MT	31º Leilão de Energia Nova A-6		22.25	18.83	0.85	2	8.339.815,28	185.560.890,00
24	MACACOS		PR	31º Leilão de Energia Nova A-6		9.90	6.00	0.61	2	7.123.751,52	70.525.140,00
25	PACÍFICO MASCARENHAS		MG	31º Leilão de Energia Nova A-6		2.02	1.42	0.70	1	7.239.331,68	14.623.450,00
26	ALAGOA III		MG	31º Leilão de Energia Nova A-6		1.53	1.06	0.69	1	7.668.607,84	11.732.970,00
27	RODEIO		SC	31º Leilão de Energia Nova A-6		9.75	6.02	0.62	2	5.242.164,10	51.111.100,00
28	COBRE KM 19		PR	31º Leilão de Energia Nova A-6		14.20	7.40	0.52	2	5.788.666,90	82.199.070,00
29	SERRA NEGRA		MG	31º Leilão de Energia Nova A-6		3.00	1.82	0.61	1	5.708.140,00	17.124.420,00
30	GAMELEIRA		GO	31º Leilão de Energia Nova A-6		14.00	7.02	0.50	2	9.147.248,57	128.061.480,00
31	SÃO BARTOLOMEU		GO	31º Leilão de Energia Nova A-6		12.00	6.52	0.54	2	9.326.730,00	111.920.760,00
32	SALGADO		GO	31º Leilão de Energia Nova A-6		15.80	8.47	0.54	2	8.923.816,46	140.996.300,00
33	CABUJ		MG	31º Leilão de Energia Nova A-6		16.00	9.89	0.62	2	9.498.353,13	151.973.650,00
34	VERDE 02 BAIXO		GO	31º Leilão de Energia Nova A-6		22.50	12.86	0.57	2	7.686.143,56	172.938.230,00
35	BOM JESUS		ES	31º Leilão de Energia Nova A-6		7.76	4.28	0.55	2	6.764.951,03	52.496.020,00
36	PCH TOCANTINS			Fernando Varella	(31)98632.4000	7.67	3.92	0.51	2	5.867.014,34	45.000.000,00
37	PCH TOCANTINS			Fernando Varella	(31)98632.4000	7.67	4.31	0.56	2	6.388.526,73	49.000.000,00
38	PCH SP		SP	Fernando Varella	(31)98632.4000	10.50	5.90	0.56	2	10.000.000,00	105.000.000,00
39	PCH SP		SP	Fernando Varella	(31)98632.4000	7.00	3.93	0.56	2	6.285.714,29	44.000.000,00
40	CGH MATO GROSSO		MT	Fernando Varella	(31)98632.4000	4.50	2.90	0.64	1	7.555.555,56	34.000.000,00
41	CGH SANTA CATARINA		SC	Fernando Varella	(31)98632.4000	2.60	1.58	0.61	1	10.000.000,00	26.000.000,00
42	CGH SANTA CATARINA		SC	Fernando Varella	(31)98632.4000	3.50	2.12	0.61	1	10.000.000,00	35.000.000,00
43	BOM JESUS		ES	31º Leilão de Energia Nova A-6		7.76	4.28	0.55	2	6.764.951,03	52.496.020,00

Os dados marcados com asteriscos (*) estão desabilitados do modelo e não foram usados nos cálculos avaliatórios.

Fonte: Autor

Tabela 8 – Dados 30º Leilão de Energia Nova

30º Leilão de Energia Nova A-6										Resumo Vendedor									
Produtos Quantitativos - QTDH-2023-30																			
CONSORCIO / EMPRESA	RAZÃO SOCIAL	CNPJ	PERCENTUAL	EMPREENHIMENTO	C.E.G.	UF	TIPO	RIO	SUBMERCADO	INVESTIMENTO (R\$)	POTÊNCIA (MW)	GARANTIA (MW/M)	FATOR CAPACIDADE	LOTES CONTRATADOS	ENERGIA (MWh)	PREÇO (R\$/MWh)	PREÇO (R\$/MWh)	PREÇO (R\$/MWh)	MONTANTE (R\$)
ATO ALGRE ENERGÉTICA	ATO ALGRE ENERGÉTICA S.A.	20.350.295/0001-33	100,00	ALTO ALGRE	PCH-PH-SC-0371-7-4-01	SC	PCH	ESD	DO FÉRIE	5	93.150.000,00	17.400	8,850	70	1.860.776.000	285,00	233,14	233,14	429.158.511,64
AVA ENERGIA	ARA GERAÇÃO DE ENERGIA SANTA LUIZ S/A	04.610.623/0001-37	100,00	SANTA LUIZ	PCH-PH-BA-035105-9-01	BA	PCH	ECO	GRANDE	NE	114.231.570,00	15.500	8,970	80	2.103.744.000	285,00	234,63	234,63	493.603.451,72
HI DRELETRICA GARCIA DE ANGELINA	HI DRELETRICA GARCIA DE ANGELINA S/A	24.626.231/0001-10	100,00	GARCIA DE ANGELINA	CGH-PH-SC-037419-9-01	SC	PCH	ECO	GARCIA	5	13.108.400,00	2.000	1,320	10	262.968.000	285,00	233,98	233,98	61.529.252,64
IPPIRA	IPPIRA ENERGIA S/A	26.986.637/0001-00	100,00	PIRA	PCH-PH-SC-034669-1-01	SC	PCH	ECO	DO FÉRIE	5	79.658.890,00	19.551	9,500	75	1.972.260.000	285,00	233,50	233,50	460.522.710,00
JASP	USINA HI DRELETRICA LTDA	11.205.430/0001-66	100,00	JASPE	PCH-PH-SC-0325-71-6-01	SC	PCH	ECO	SARGENTO	5	42.476.450,00	5,100	2,480	21	525.232.800	285,00	233,09	233,09	128.710.941,35
IBICARE	HI DRELETRICA LTDA	14.606.744/0001-69	100,00	UNIAITICA	PCH-PH-SC-0328-79-0-01	SC	PCH	ECO	DO FÉRIE	5	47.644.340,00	7,885	3,870	20	525.936.000	285,00	234,13	234,13	123.137.393,68
PCH AGUAS DO RIO ITANI	PCH AGUAS DO RIO ITANI ENERGETICA S/A	22.343.394/0001-13	100,00	BARRA DAS AGUAS	PCH-PH-SC-035115-5-01	SC	PCH	ECO	ITANI	5	52.473.300,00	8,600	4,120	30	788.994.000	285,00	232,50	232,50	177.503.400,00
HI DRELETRICA MAROMBAS I	HI DRELETRICA MAROMBAS I S/A	27.141.627/0001-19	100,00	MAROMBAS I	CGH-PH-SC-035115-5-01	SC	PCH	ECO	MAROMBAS	5	13.832.200,00	3,605	1,630	13	341.858.400	285,00	233,00	233,00	79.653.007,20
HI DRELETRICA MAROMBAS II	HI DRELETRICA MAROMBAS II S/A	27.141.627/0001-43	100,00	MAROMBAS II	CGH-PH-SC-035115-5-01	SC	PCH	ECO	MAROMBAS	5	10.404.000,00	1,800	0,880	7	184.077.600	285,00	233,00	233,00	42.890.080,80
ATK ENERGIA	ATK ENERGIA S.A.	07.852.314/0001-43	100,00	FAZENDA DO SALTO	PCH-PH-SC-035349-0-01	PR	PCH	ECO	SAPUCAIA	5	43.467.550,00	9,950	5,910	21	552.232.800	285,00	233,99	233,99	129.216.932,87
JOSEITA ENERGIA	JOSEITA ENERGIA S/A	08.910.037/0002-19	100,00	JESUITA	PCH-PH-SC-035849-0-01	MT	PCH	ECO	JARUENA	5	18.509.990,00	22,246	18,830	132	3.411.177.600	285,00	234,00	234,00	812.255.554,40
PARQUE MASCARENHAS	PARQUE MASCARENHAS S/A	28.610.160/0001-37	100,00	PARQUE MASCARENHAS	PCH-PH-SC-035849-0-01	MT	PCH	ECO	JARUENA	5	18.509.990,00	22,246	18,830	132	3.411.177.600	285,00	234,00	234,00	812.255.554,40
PACIFICCO MASCARENHAS	PACIFICCO MASCARENHAS ENERGETICA LTDA	28.610.160/0001-37	100,00	PACIFICCO MASCARENHAS	CGH-PH-SC-035849-0-01	MT	PCH	ECO	JARUENA	5	18.509.990,00	22,246	18,830	132	3.411.177.600	285,00	234,00	234,00	812.255.554,40
POUFERTIL	POUFERTIL ENERGIA S/A	23.079.992/0001-30	100,00	ALAGOA II	CGH-PH-MG-043-05-0-01	MG	PCH	ECO	PARANINHA	SE	14.623.600,00	2,017	1,420	14	368.153.200	285,00	233,63	233,63	86.012.093,38
RODIO ENERGETICA	RODIO ENERGETICA S/A	22.416.656/0001-32	100,00	RODIO	CGH-PH-MG-043-05-0-01	MG	PCH	ECO	PARANINHA	SE	14.623.600,00	2,017	1,420	14	368.153.200	285,00	233,63	233,63	86.012.093,38
RIO DO COBRE	RIO DO COBRE ENERGIA LTDA	23.117.439/0001-30	100,00	COBRE KM 19	PCH-PH-SC-0353-05-0-01	SC	PCH	ECO	AURICATO	SE	11.712.570,00	1,528	1,060	8	210.374.400	285,00	233,68	233,68	49.147.662,73
SÃO LUIZ	SÃO LUIZ ENERGIA	23.117.439/0001-30	100,00	COBRE KM 19	PCH-PH-SC-0353-05-0-01	SC	PCH	ECO	AURICATO	SE	11.712.570,00	1,528	1,060	8	210.374.400	285,00	233,68	233,68	49.147.662,73
WANTUQUEIRA	WANTUQUEIRA S/A	20.854.070/0001-14	100,00	SERNA NEGRA	PCH-PH-SC-03297-7-01	ES	PCH	ECO	DO COBRE	5	82.199.570,00	14,200	7,400	42	1.104.455.600	285,00	232,00	232,00	305.042.880,00
SÃO BARTOLOMEU GERADORA	SÃO BARTOLOMEU GERADORA DE ENERGIA RENOVAVEL S.A.	26.463.628/0001-54	100,00	GAMELEIRA	CGH-PH-MG-040663-5-01	MG	PCH	ECO	RIBEIRÃO DA CONCEIÇÃO	SE	17.134.420,00	3,000	1,820	14	368.153.200	225,02	220,00	220,00	80.994.144,00
SÃO BARTOLOMEU GERADORA	SÃO BARTOLOMEU GERADORA DE ENERGIA RENOVAVEL S.A.	26.463.628/0001-54	100,00	GAMELEIRA	CGH-PH-MG-040663-5-01	MG	PCH	ECO	RIBEIRÃO DA CONCEIÇÃO	SE	17.134.420,00	3,000	1,820	14	368.153.200	225,02	220,00	220,00	80.994.144,00
SÃO BARTOLOMEU GERADORA	SÃO BARTOLOMEU GERADORA DE ENERGIA RENOVAVEL S.A.	26.463.628/0001-54	100,00	SÃO BARTOLOMEU	PCH-PH-SC-035112-1-01	GO	PCH	ECO	SÃO BARTOLOMEU	SE	128.061.480,00	14,000	7,020	60	1.577.898.000	285,00	238,00	238,00	107.922.062,20
SÃO CARLOS ENERGIA	SÃO CARLOS ENERGIA S/A	23.693.151/0001-78	100,00	SÃO CARLOS	PCH-PH-SC-035112-1-01	GO	PCH	ECO	SÃO BARTOLOMEU	SE	111.930.200,00	12,000	6,520	60	1.577.898.000	285,00	232,50	232,50	86.840.360,00
SÃO RODRIGUE ENERGETICA	SÃO RODRIGUE ENERGETICA S/A	15.116.321/0001-23	100,00	SÃO RODRIGUE	PCH-PH-SC-033745-5-01	GO	PCH	ECO	SÃO BARTOLOMEU	SE	140.996.300,00	15,798	8,470	70	1.860.776.000	285,00	232,52	232,52	428.017.233,52
TIKAGI ENERGIA	TIKAGI ENERGIA S/A	23.080.287/0001-35	100,00	TIKAGI MONTE	UHE-PH-SC-0309-89-0-01	SC	PCH	ECO	DO FÉRIE	5	0,00	15,200	7,730	25	657.420.000	225,02	225,02	225,02	147.932.644,40
VEREJ 2	VEREJ 2 ENERGETICA S/A	13.824.632/0001-30	100,00	VEREJ 2 BRANCO	UHE-PH-SC-03292-51-01	PR	PCH	ECO	CANÓIAS	5	0,00	141,900	91,100	600	15.778.080,00	157,08	157,08	157,08	2.478.420.800,40
VEREJ 2	VEREJ 2 ENERGETICA S/A	13.824.632/0001-30	100,00	VEREJ 2 BRANCO	UHE-PH-SC-03292-51-01	PR	PCH	ECO	CANÓIAS	5	0,00	141,900	91,100	600	15.778.080,00	157,08	157,08	157,08	2.478.420.800,40
WINERGY	WINERGY PARTICIPAÇÕES S.A.	13.999.666/0001-24	100,00	BOM ESUS	CGH-PH-MG-032168-2-01	GO	PCH	ECO	PARANINHA	SE	154.973.400,00	22,500	12,660	110	3.411.177.600	285,00	234,20	234,20	812.255.554,40
WINERGY	WINERGY PARTICIPAÇÕES S.A.	13.999.666/0001-24	100,00	BOM ESUS	CGH-PH-MG-032168-2-01	GO	PCH	ECO	PARANINHA	SE	154.973.400,00	22,500	12,660	110	3.411.177.600	285,00	234,20	234,20	812.255.554,40
										1.701.710.200,00	445,150	264,560	1.720	45.230.456,00	285,00	230,00	230,00	230,00	9.307.575.653,53

Fonte: Secretária Executiva de Leilões – SEL (ANEEL)

8. ESTUDO E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis utilizadas nos cálculos foram definidas como sendo de relevante importância e que definem as principais características das unidades geradoras.

Definições das variáveis utilizadas

Potência Instalada (MW): variável quantitativa, que é o porte da central geradora para fins de outorga, regulação e fiscalização definida pelo somatório das potências elétricas ativas nominais das unidades geradoras principais da central.

Fator de Capacidade: variável quantitativa, é a proporção entre a produção efetiva da usina e a capacidade total máxima (Potência Instalada/Garantia Física).

Tipo: variável dicotômica, que indica se a usina geradora é uma CGH ou PCH, utilizando os índices 2 e 1, sendo:

2 – PCH usina geradora maior que 5 MW, necessidade de outorga junto a ANEEL

1 – CGH usina geradora menor que 5 MW, não há necessidade de outorga junto a ANEEL, somente o registro.

Valor Total (R\$): variável dependente, correspondente ao valor do investimento total do empreendimento (que nas pesquisas foi caracterizado pelo valor de oferta ou transação coletado no mercado. Ou Montante Negociado no Leilão de Energia Nova).

9. ESTIMATIVAS DE VALOR E RESULTADOS OBTIDOS

Mediantes as variáveis do modelo e dos 26 dados efetivamente utilizados, foram realizadas as transformações matemáticas que expressaram, em termos relativos, as diferenças de atributos entre as unidades geradoras. E através da ferramenta SisDEA buscou-se o modelo com maior equilíbrio e poder de explicação, analisando o comportamento de cada variável no modelo calculado. Observando os parâmetros estatísticos como o coeficiente de determinação, equação de regressão, significância dos regressores, resíduos do modelo, heterocedasticidade, multicolinearidade, normalidade dos resíduos, auto-regressão e pontos de máximo.

A análise da influência de cada variável independente é fundamental para comprovação das hipóteses formuladas no estudo.

Para validação do modelo calculado foram reservados quatro dados coletados, dois dados de leilão e dois em oferta no mercado, observações não contidas em nossa amostra inicial. Foi realizada a estimativa de valor de cada uma, através da substituição de seus atributos, e os resultados obtidos foram consistentes com os observados na pesquisa.

Tabela 9 - Estimativa de Valor CGH – 1

CGH - 1	
Potência Instalada (MW)	3,5
Fator de Capacidade	0,61
Tipo	1
Valor Total	R\$ 20.461.547,72

Intervalo de Confiança:

Valor Total Mínimo:	R\$ 18.420.135,77	-9,98 %
Valor Total Máximo:	R\$ 22.729.199,20	11,08 %
Amplitude		21,06 %

Campo de Arbitrio:

Valor Total Mínimo:	R\$ 17.392.315,56	-15,00 %
Valor Total Máximo:	R\$ 23.530.779,88	15,00 %

Fonte: Autor

Tabela 10 - Estimativa de Valor CGH - 2

CGH – 2	
Potência Instalada (MW)	1,8
Fator de Capacidade	0,49
Tipo	1
Valor Total	R\$ 8.375.897,46

Intervalo de Confiança:

Valor Total Mínimo:	R\$ 7.296.687,33	-12,88 %
Valor Total Máximo:	R\$ 9.614.727,22	14,79 %
Amplitude		27,68 %

Campo de Arbitrio:

Valor Total Mínimo:	R\$ 7.119.512,84	-15,00 %
Valor Total Máximo:	R\$ 9.632.282,08	15,00 %

Fonte: Autor

Tabela 11 - Estimativa de Valor PCH – 1

PCH – 1	
Potência Instalada (MW)	5,1
Fator de Capacidade	0,49
Tipo	2
Valor Total	R\$ 28.744.582,40

Intervalo de Confiança:

Valor Total Mínimo:	R\$ 25.855.560,85	-10,05 %
Valor Total Máximo:	R\$ 31.956.414,42	11,17 %
Amplitude		21,22 %

Campo de Arbitrio:

Valor Total Mínimo:	R\$ 24.432.895,04	-15,00 %
Valor Total Máximo:	R\$ 33.056.269,76	15,00 %

Fonte: Autor

Tabela 12 - Estimativa de Valor PCH – 2

PCH – 2	
Potência Instalada (MW)	10,5
Fator de Capacidade	0,56
Tipo	2
Valor Total	R\$ 67.671.868,21

Intervalo de Confiança:

Valor Total Mínimo:	R\$ 63.764.395,12	-5,77 %
Valor Total Máximo:	R\$ 71.818.790,69	6,13 %
Amplitude		11,90 %

Campo de Arbitrio:

Valor Total Mínimo:	R\$ 57.521.087,98	-15,00 %
Valor Total Máximo:	R\$ 77.822.648,44	15,00 %

Fonte: Autor

Comparando os valores contidos na pesquisa realizada e no leilão de energia nova pode-se observar que os valores estimados são coerentes com os encontrados no mercado servindo bem ao seu objetivo que é fornecer garantia a operação de crédito.

Tabela 13 - Comparação entre o Valor Pesquisado e os Valores Estimados

Dado	Valor Pesquisado (R\$)	Valores Estimados (R\$)		
		Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo
CGH - 1	35.000.000,00	17.392.315,56	20.461.547,72	23.530.779,88
CGH - 2	10.404.000,00	7.119.512,84	8.375.897,46	9.614.727,22
PCH - 1	42.476.000,00	24.432.895,04	28.744.582,40	33.056.269,76
PCH - 2	105.000.000,00	57.521.087,98	67.671.868,21	77.822.648,44

Fonte: Autor

O modelo apresentou uma correlação forte entre a variável dependente e as variáveis independentes com o coeficiente de correlação 97%.

Foram realizadas as verificações pertinentes à análise de regressão, utilizando-se t de Student que apresentaram valores diferentes de zero a um nível de significância máximo 10,31%.

Tabela 14 - Resultados do modelo

Variáveis	Transformação	t-observado	Significância (%)
Potência Instalada (MW)	Ln(x)	12,35	0,01
Fator Capacidade	1/x ²	-3,40	0,26
Tipo	x	1,70	10,31
Valor unitário	Ln(Y)	80,91	0,01

Fonte: Autor

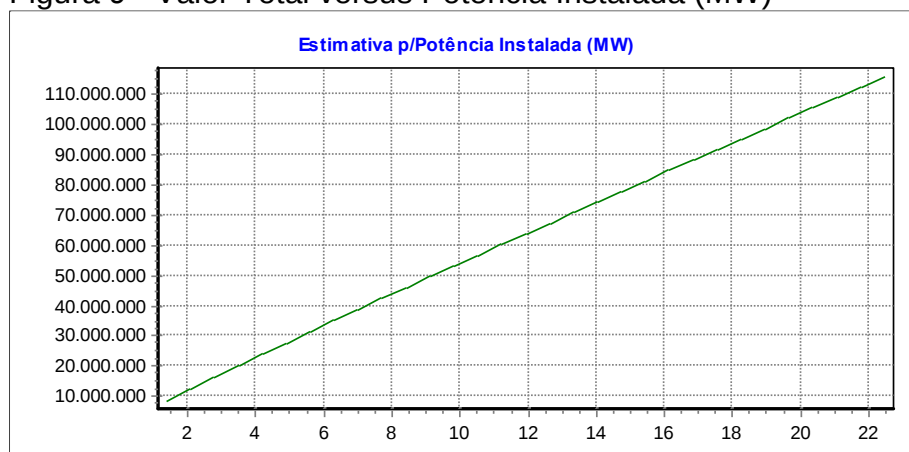
O valor do F calculado, distribuição de F de Snedecor, foi de 170,7 para o nível de significância do modelo de 0,01, com nível de confiança (probabilidade) de 80%.

A equação que regressão que comprovou as hipóteses formuladas no estudo foi:

Valor Total = e[^] (+15.92644777 +0.9409772159 * ln (Potência Instalada (MW)) -0.1810253404 / Fator Capacidade² +0.2531067125 * Tipo)

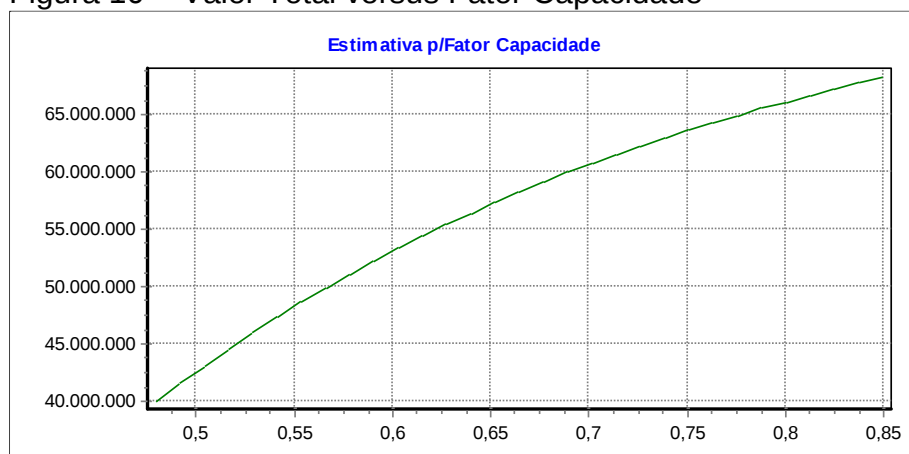
A verificação gráfica do comportamento de cada variável independente com a variável dependente valor total (Figuras 9 a 11) demonstrou a consistência da equação.

Figura 9 - Valor Total versus Potência Instalada (MW)



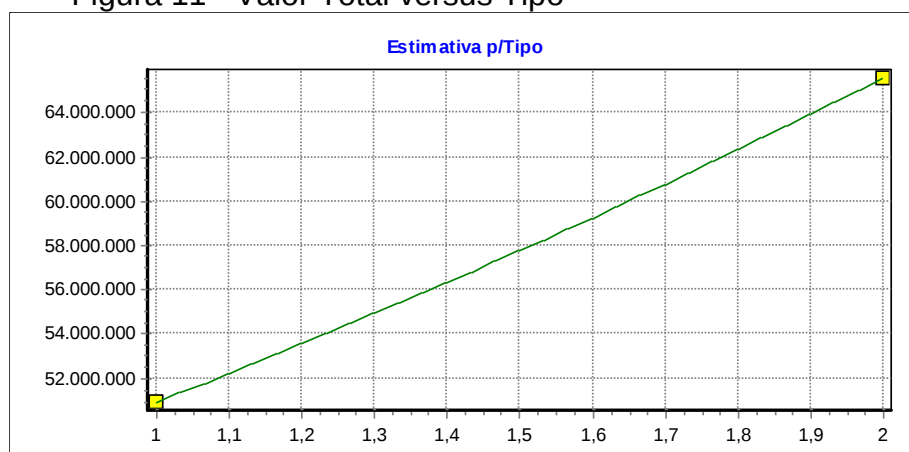
Fonte: Gráficos gerados pelo SisDEA

Figura 10 - Valor Total versus Fator Capacidade



Fonte: Gráficos gerados pelo SisDEA

Figura 11 - Valor Total versus Tipo

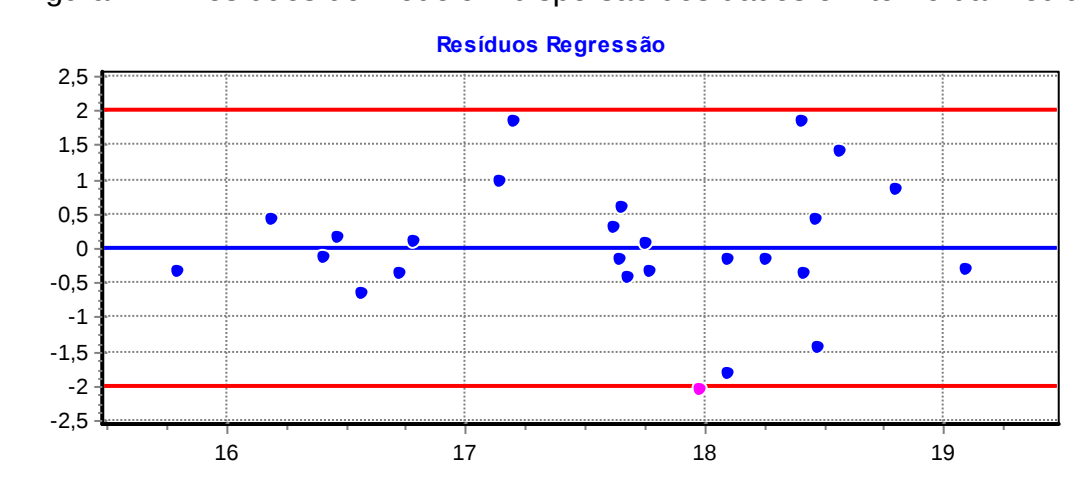


Fonte: Gráficos gerados pelo SisDEA

A autocorrelação entre os resíduos pode ser realizada através da análise gráfica dos resíduos versus valores unitários ajustados pelo modelo de regressão

(Figura 12). Onde se observou que os resíduos estavam distribuídos aleatoriamente em torno da reta não apresentando nenhum padrão definido. Também não foi observada heterocedasticidade, já que não houve nenhuma variação gradativa da dispersão.

Figura 12 - Resíduos do modelo – dispersão dos dados em torno da média



Fonte: Gráficos gerados pelo SisDEA

A existência de multicolinearidade foi observada através das correlações isoladas e com influência obtidas entre as diversas variáveis independentes tomadas duas a duas. Os coeficientes entre as variáveis na matriz de correlação foram inferiores a 80%, valor aceitável para descartar a existência de multicolinearidade.

Verificou-se a aderência do modelo e a análise da normalidade dos resíduos apresentou tendência à Distribuição Normal com percentuais de:

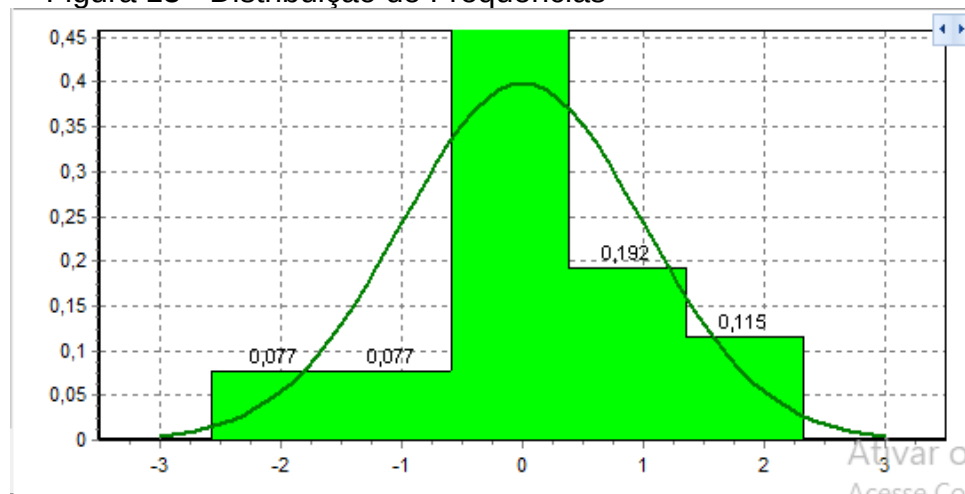
76% dos resíduos situados entre -1 e + 1 s

84% dos resíduos situados entre -1,64 e + 1,64 s

96% dos resíduos situados entre -1,96 e + 1,96 s

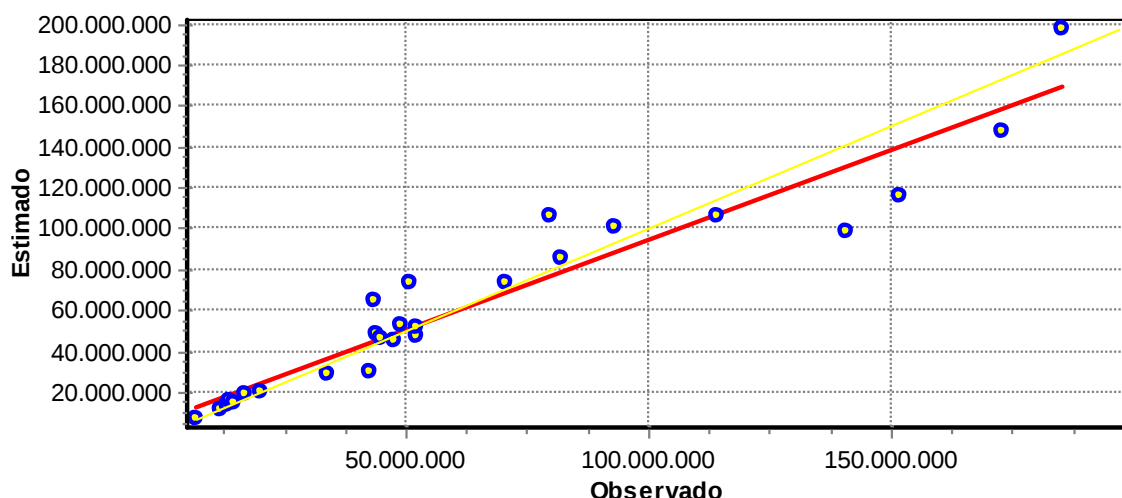
Tal verificação demonstrou a aderência da amostra aos percentuais dentro dos domínios estabelecidos.

Figura 13 - Distribuição de Frequências



Fonte: Gráficos gerados pelo SisDEA

Figura 14 - Verificação Gráfica: Valor Unitário versus Preço Observado



Fonte: Gráficos gerados pelo SisDEA

Na projeção de valores para validação do modelo foram encontrados intervalos de confiança entre 11,90 % a 27,68%, ao nível de confiança de 80% em torno da média central, apresentando bom resultado enquadrando as estimativas com Grau de Precisão: III, conforme seção 9.3.8.da NBR 14.653-3.

O modelo calculado atende aos procedimentos para utilização de regressão linear estipulados na norma técnica supracitada, bem como os pressupostos referentes à análise, validação e fundamentação do modelo.

10. ESPECIFICAÇÃO DAS AVALIAÇÕES

Segundo a norma técnica NBR 14.653-1 (ABNT, 2019) “A especificação é resultante do prazo demandado dos recursos despendidos, bem como da disponibilidade de dados de mercado, da metodologia e da natureza do tratamento a ser empregado”.

Acontece que para este caso temos o imóvel que é na maioria das vezes é rural e há implantado nele um empreendimento de geração de energia.

10.1. NBR 14.653 – AVALIAÇÃO DE BENS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, é o Foro Nacional de Normalização. As normas técnicas brasileiras são elaboradas por Comissões de Estudos (CE) que são compostas pelas partes interessadas no objeto de normalização e seu conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/ CEE).

A NBR 14.653, tem seu título geral “Avaliação de Bens” e é composta por sete partes:

- Parte 1: Procedimentos gerais;
- Parte 2: Imóveis urbanos;
- Parte 3: Imóveis rurais e seus componentes;
- Parte 4: Empreendimentos;

- Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral;
- Parte 6: Recursos naturais e ambientais;
- Parte 7: Patrimônios Históricos;

10.2 PARTE 1 – PROCEDIMENTOS GERAIS

A NBR 14.653-1 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Avaliação na Construção Civil (CE-002:134.002).

Esta parte da norma desempenha o papel de guia e visa consolidar os conceitos, métodos e procedimentos gerais que devem ser respeitados na elaboração dos trabalhos de avaliação.

Para o trabalho em questão é pertinente destacar nesta parte da norma o item 4 - Classificação dos bens, frutos e direitos:

Classificação do bem: se classifica como tangível.

E dentro dos bens tangíveis: é classificado como imóvel.

Classificação dos frutos: rendas de exploração direta.

A escolha da metodologia “deve ser compatível com a natureza do bem avaliando, o objetivo e a finalidade da avaliação e os dados de mercado disponíveis”. (Item 6.6 Escolha da metodologia).

Para os cálculos avaliatórios foi escolhido o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado já definido no item 8.1 supra.

No item 8 (da norma) - Especificação das avaliações, determina que os graus de fundamentação e precisão são definidos nas demais partes da norma. Partes de 2 a 7.

Como a classificação do imóvel é rural pela sua legislação e também por suas características foi necessário utilizar o enquadramento da Fundamentação e Precisão na Parte 3 – Imóveis rurais e seus componentes.

10.3 PARTE 3 – IMÓVEIS RURAIS E SEUS COMPONENTES

Elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Avaliação na Construção Civil (CE-002:134.002). Esta parte da norma estabelece os procedimentos e requisitos para a avaliação dos imóveis rurais. “E é exigida em todas as manifestações técnicas escritas, vinculadas às atividades de avaliações de imóveis rurais, bem como seus componentes”. (Item 1 – Escopo)

Fornece as diretrizes quanto:

- a) instituição de terminologia, definições, símbolos e abreviaturas;
- b) classificação da sua natureza;
- c) descrição das atividades básicas;
- d) definição da metodologia básica;
- e) identificação do valor;
- f) especificação das avaliações;
- g) requisitos básicos de laudos de avaliação;

NBR 14.653-3 – 1. Escopo

Os laudos de avaliação elaborados de acordo com as prescrições da NBR 14.653-3 devem ser denominados Laudos de Avaliação e classificados quanto a sua Fundamentação e Precisão.

Para a Utilização do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado e utilização de modelos de regressão linear, devem ser usadas as Tabelas 2 e o atendimento aos itens 9.3.2 a 9.3.4.

Apresentação das Tabelas 2 e 3 da NBR 14.653-3.

Tabela 2 – Grau de fundamentação no caso de utilização do método comparativo direto de dados de mercado com modelos de regressão linear

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
1	Caracterização do bem avaliando	Completa quanto às variáveis consideradas influenciadoras <i>a priori</i>	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação-paradigma
2	Quantidade mínima de dados efetivamente utilizados	$4(k+1)$, onde k é o número de variáveis independentes	$3(k+1)$, onde k é o número de variáveis independentes	$2(k+1)$, onde k é o número de variáveis independentes
3	Apresentação dos dados	Todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto	Todos os dados e variáveis analisados na modelagem	Atributos relativos aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores ao dobro do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior o valor estimado não ultrapasse 20 % do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável, em módulo	Admitida, desde que: as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores ao dobro do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior o valor estimado não ultrapasse 30 % do valor calculado no limite da fronteira amostral, para as referidas variáveis, de <i>per si</i> e simultaneamente, e em módulo

5	Nível de significância α (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10 %	20 %	30 %
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do F de Snedecor.	1 %	2 %	5 %

O enquadramento global quanto ao Grau de Fundamentação se dá de acordo com o atendimento de cada item no seu grau correspondente. No Grau I é atribuído um ponto; no grau II, dois pontos e no grau III, três pontos. A soma dos pontos te dá o Grau de Fundamentação do trabalho atendida a Tabela 3, abaixo.

Tabela 3 – Enquadramento do laudo segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear

Graus	III	II	I
Pontos mínimos	15	9	6
Itens obrigatórios	2, 5 e 6 no grau III e os demais no mínimo no grau II	2, 5 e 6 no mínimo no grau II e os demais no mínimo no grau I	Todos, no mínimo no grau I

Para o enquadramento no Grau III é obrigatório atender aos itens abaixo conforme item 9.3.2 da norma.

- apresentação da análise do modelo no laudo de avaliação, com a verificação da coerência do comportamento das variáveis em relação ao mercado, bem como suas elasticidades em torno do ponto de estimação;
- identificação completa dos imóveis que compõem a amostra utilizada no modelo, como foto e coordenadas geodésicas de um ponto representativo em cada imóvel;
- identificação das fontes de informação;
- vistoria do imóvel e dos dados de mercado por profissional da engenharia de avaliações;
- adoção da estimativa de tendência central.

NBR 14.653-3 – item 9.3.2

Quanto a precisão os imóveis rurais devem ser classificados no caso de utilização do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado. E deve ser utilizada a Tabela 6 da norma.

Tabela 6 – Grau de precisão da estimativa de valor no caso de utilização do método comparativo direto de dados de mercado

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80 % em torno do valor central da estimativa	$\leq 30 \%$	$\leq 40 \%$	$\leq 50 \%$
NOTA 1 Observar o descrito em 9.1. NOTA 2. Quando a amplitude do intervalo de confiança ultrapassar 50 %, não há classificação do resultado quanto à precisão e é necessária justificativa com base no diagnóstico do mercado.			

Em 9.1 citado na Nota 1 no rodapé da tabela está que o grau de precisão depende exclusivamente das características do mercado e da amostra coletada. E por isso não é passível de fixação a priori.

11. FUNDAMENTAÇÃO PARA O MODELO PROPOSTO

Exposto as diretrizes básicas das partes 1 e 3 da Norma, nos tópicos que envolvem diretamente o tipo de imóvel e à metodologia utilizada para os cálculos avaliatórios é necessário o enquadramento quanto à fundamentação.

Quanto ao item 1 – Caracterização do bem avaliando: quando se faz uma avaliação para fins de garantia bancária é realizada a vistoria ao imóvel, é feita a análise de toda documentação pertinente, verificação de plantas, e outros parâmetros que sejam necessários para o completo entendimento do imóvel. O enquadramento deste item é classificado como Grau III.

Quanto ao item 2 – Quantidade Mínima de dados efetivamente utilizados: No modelo apresentado foram utilizadas 3 variáveis independentes para 26 dados utilizados nos cálculos. Tem-se então $26 \geq 4$ (3+1). Fica este item classificado como Grau III.

Já no item 3 – Apresentação dos dados: Como foi utilizado dados de leilão que ainda não foram construídos este item é classificado como Grau I.

No item 4 – Extrapolação: Das quatro unidades geradoras que serviram de exemplo nenhuma extrapolou o intervalo de nenhuma das variáveis. Atingido três pontos (Grau III)

No item 5 – Nível de significância α (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal): a maior significância do modelo (10,31%) foi para a variável Tipo. Atingindo assim o Grau II.

Para o item 6 - Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do F de Snedecor: o modelo apresentou significância 0,01 - 1%. Atingindo assim o Grau III.

Pode-se dizer que o modelo apresentado para os exemplos separados para análise teve uma boa classificação quanto a Fundamentação. Atingindo o Grau II de Fundamentação obteve 15 pontos na soma dos itens. E atendeu aos itens obrigatórios 2 (Grau III), 5 (Grau II) e 6 (Grau III).

12. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo geral desenvolver modelo estatístico para avaliação de Unidades Geradoras dos tipos CGH - Central Geradora Hidrelétrica e PCH - Pequena Central Hidrelétrica para estimar o valor destes imóveis atípicos para garantia de operação junto às instituições financeiras.

Conforme observado na matriz energética brasileira o percentual de geração hidrelétrica das CGHs e PCHs é de 3,66% da Potência Outorgada contando com 1.280 unidades geradoras. Os empreendimentos com Construção Não Iniciada, segundo ANEEL, são 97 unidades, que provavelmente irão demandar investimentos que muitas das vezes são captados junto às instituições bancárias.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados encontrados no mercado e também os dados de Leilão de Energia Nova da ANEEL, do 30º Leilão de Energia Nova da ANEEL, ocorrido em 2019 (foi o último). Compilando estes dados em uma única amostra cotando com 43 dados dos quais 26 foram efetivamente utilizados foi possível captar as informações importantes para este mercado e definir as variáveis.

As variáveis independentes que se mostraram com maior poder de explicação foram: Potência Instalada (MW), Fator de Capacidade e o Tipo de Unidade Geradora (CGH ou PCH). A variável dependente foi o Valor Total em R\$ (que nas pesquisas foi caracterizado pelo valor de oferta ou transação coletados no mercado. Ou Montante Negociado no Leilão de Energia Nova).

Diante da formulação do modelo a equação de regressão que apresentou melhor aderência foi devidamente testada. Atendendo a todos os requisitos estatísticos e às determinações da norma técnica. Inclusive com uma boa classificação quanto a Fundamentação (Grau II).

Os valores encontrados nos quatro exemplos separados para testes tiveram valores próximos aos valores observados nas ofertas no mercado e também próximos ao Montante Negociado no Leilão.

Conclui-se que o modelo proposto atingiu resultados significativos sendo uma boa opção para avaliar este tipo de bem, buscando dirimir as dificuldades em atribuir valor as unidades geradoras e atender ao mercado.

13. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-1 - Avaliação de Bens Parte 1: Procedimentos Gerais. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-2 - Avaliação de Bens Parte 2: Imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-3 - Avaliação de Bens Parte 3: Imóveis rurais e seus componentes. Rio de Janeiro, 2019.

DANTAS, Rubens Alves. Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica. São Paulo: PINI, 1998.

FIKER, José. Avaliações de imóveis urbanos. 5º. ed. São Paulo: PINI, 1997.

FIKER, José. Avaliações e Perícias em imóveis urbanos. São Paulo : PINI, 2001.

MOREIRA, Alberto Lélío. Princípios de Engenharia de Avaliações. 5º.ed. São Paulo:PINI, 2001.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, disponível em <https://www.aneel.gov.br/>

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2003, Guia do Empreendedor de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Centro Nacional de Referência de Pequenas Centrais Hidrelétricas – CERPCH, disponível em <https://cerpch.unifei.edu.br/>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, disponível em <https://www.ibge.gov.br/>

Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, disponível em <http://www.ons.org.br/>
Portal da empresa Pelli Sistemas Engenharia Ltda., disponível em <https://pellisistemas.com/>