

# **CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DA USINA HIDRELÉTRICA LUIS EDUARDO MAGALHÃES E O USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO TOCANTINS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA**

**Marcos André de Oliveira** – [marcos.oliveira@uft.edu.br](mailto:marcos.oliveira@uft.edu.br)  
**Marcio Sepulvia de Oliveira** – [marciosepulvia11@hotmail.com](mailto:marciosepulvia11@hotmail.com)  
Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Engenharia Civil

**Resumo.** Grande parte do potencial hidrelétrico brasileiro a aproveitar concentra-se nas regiões Norte e Centro-Oeste. O maior desafio está no fato que 70% deste potencial localiza-se em biomas de grande valor ambiental, os da Amazônia e do Cerrado, que conjuntamente cobrem 2/3 do território nacional. Como o rio Tocantins é de grande importância para o país em seus diversos usos, é imperativo garantir o seu aproveitamento ótimo para geração de energia. Este artigo explicita a caracterização operacional da UHE Luis Eduardo Magalhães e a eficiência desta na geração de energia elétrica, desde a sua implantação, frente ao aproveitamento ótimo do rio Tocantins e a atual configuração do Sistema Interligado Nacional. Pode-se verificar que a UHE Serra da Mesa, localizada a montante, na cascata do rio Tocantins, é responsável pela maior parte da energia incremental gerada na UHE Luis Eduardo Magalhães, cujo fator de capacidade calculado é convergente com o fator de capacidade médio dos empreendimentos hidrelétricos presentes no Sistema Interligado Nacional.

**Palavras-chave:** UHE Luis Eduardo Magalhães, benefícios energéticos, rio Tocantins.

## **1. INTRODUÇÃO**

O uso dos Recursos Hídricos para fins de geração de energia, através de hidrelétricas, é de grande relevância socioeconômica para o Brasil, ao passo que o país possui uma Matriz Energética estruturada na hidroeletricidade.

Seja de grande ou pequeno porte, os reservatórios são destinados a diversos fins: geração de energia, abastecimento de água, irrigação, transporte (hidrovias), recreação e turismo, aquicultura e etc. Mas conflitos de usos múltiplos em reservatórios introduziram novas complexidades para gestão dos recursos hídricos no país.

A geração de energia é um uso não consultivo da água e os desafios se concentram nos seus impactos ambientais negativos, principalmente devido ao alagamento de áreas para a construção dos referidos reservatórios. Estes impactos estão relacionados, dentre outros fatores, com o porte do empreendimento, volume de água armazenado, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e alocação no comprimento do rio (parte alta, média ou baixa).

Até junho de 2015 a capacidade instalada de hidrelétricas no país era de 90.059.489 kW, com 1.175 usinas em operação, o que correspondia a 65,75% da capacidade instalada nacional que totalizava 136.977.090 kW. No Estado do Tocantins, no mesmo período, a capacidade instalada era de 1.909.357,71 kW, equivalente a 1,39% da capacidade instalada nacional. No Plano Decenal de Expansão de Energia - PDEE 2023, do Ministério de Minas e Energia – MME (PDEE-2023, 2014), a previsão do crescimento médio anual da carga pesada no Estado do Tocantins, no período de 2014 – 2023, é da ordem de 4,5%.

O Sistema Elétrico Brasileiro (Sistema Interligado Nacional - SIN) é classificado como um sistema hidrotérmico de grande porte (predominância de usinas hidrelétricas). Conforme Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2007), cerca de 98% do sistema elétrico brasileiro, em termos de geração e carga, encontra-se interligado, o que permite o uso otimizado dos recursos energéticos, pelo aproveitamento das diversidades hidrológicas e de mercado existentes entre as bacias e sub-bacias hidrográficas, sistemas e subsistemas elétricos e regiões geográficas.

A Bacia Hidrográfica da UHE Luis Eduardo Magalhães está inserida na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia (RHTA). A RHTA é a segunda maior do país em potencial hidroenergético instalado com 11.563 MW (16% do país) e tem importantes rios navegáveis com destaque para o rio Tocantins. A presença, abundância e utilização dos recursos naturais conferem à região um relevante papel no desenvolvimento do país. A região já é palco de um dinâmico processo de desenvolvimento socioeconômico, que deverá se intensificar nas próximas décadas e que tem nos recursos hídricos um dos seus eixos (ANA, 2015).

Sendo assim, o objetivo do presente artigo é caracterizar operacionalmente a UHE Luis Eduardo Magalhães (UHE LEM) e confirmar os seus benefícios energéticos para o aproveitamento ótimo do rio Tocantins, considerando o histórico de geração de energia elétrica desde a sua implantação.

## **2. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DE UMA USINA HIDRELÉTRICA**

A caracterização operacional de uma usina hidrelétrica está fortemente condicionada ao seu dimensionamento energético e aos benefícios energéticos que lhe podem ser associados.

Entre outras formas, essa caracterização pode ser feita quanto ao regime operativo dos reservatórios ou quanto à alocação da geração da usina na curva de carga do sistema ao qual está integrada, sintetizada pelo conceito do fator de capacidade (EPE, 2007).

## **2.1 Dimensionamento energético**

Para o dimensionamento econômico-energético de uma usina hidrelétrica pode-se dividi-la em dois grupos: usinas integradas e usinas não integradas.

As Usinas Integradas, a critério do Operador Nacional do Sistema - ONS, estão sujeitas às suas regras de operação, ou seja, o despacho dessas usinas é centralizado - operação otimizada. Em contrapartida o ONS garante ao empreendedor do projeto uma Energia Assegurada durante todo o seu período de concessão (Eletrobras, 2000).

São consideradas Usinas Não Integradas (operação atendendo a um mercado isolado) as usinas de potência menor ou igual a 30 MW, mesmo que estejam eletricamente conectadas ao SIN (Interligadas). Conforme Eletrobras (2000), estas usinas, portanto, não estão sujeitas às regras de operação do ONS e podem ser dimensionadas como se fossem usinas eletricamente isoladas (ótimo isolado).

## **2.2 Benefícios energéticos**

No caso de uma usina hidrelétrica Integrada, ou seja, despachada centralizadamente pelo ONS para superar as particularidades hidrológicas das bacias hidrográficas que constituem o SIN, o seu dimensionamento ótimo leva em conta os benefícios energéticos incrementais que se realizam com sua entrada em operação.

Classicamente, os benefícios energéticos considerados no dimensionamento de uma usina são: a contribuição para a energia firme ou assegurada do sistema, a energia secundária e a capacidade de ponta.

A geração da usina ao longo do tempo depende das vazões afluentes ao reservatório, as quais têm uma característica estocástica. Assim, a partir do enfoque que se dá ao tratamento dessas vazões na avaliação dos benefícios energéticos da usina, configuram-se os conceitos de energia firme e energia assegurada.

A energia firme está associada ao enfoque que se convencionou chamar de determinístico, pelo qual se pressupõe, na avaliação da geração da usina ao longo de sua vida útil, a repetição das vazões registradas no histórico (EPE, 2007). Já a energia assegurada está associada ao enfoque que se denominou probabilístico. Nesse enfoque, é conferido um tratamento estatístico às vazões, e a energia assegurada está associada a um dado nível de confiabilidade no suprimento, ou, de outra forma, a um dado nível de risco de déficit.

A contribuição de energia firme ou assegurada de uma usina ao sistema pode ser dividida em uma parcela local - referente à geração na própria usina - e uma parcela incremental - referente ao ganho de geração nas usinas de jusante devido à regularização das vazões na operação de seu reservatório de acumulação.

Em períodos onde a hidrologia (vazões afluentes) é favorável e o sistema é atendido com a energia firme ou assegurada da usina, incluindo a parcela local e incremental, a energia associada à geração além deste atendimento é denominada Energia Secundária.

A Capacidade de Ponta corresponde à geração da usina no horário de maior consumo. Haddad & Gama (2001) apresentam que o horário de ponta é o período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, “Corpus Christi”, dias de finados e os demais feriados definidos por lei federal, considerando as características do seu sistema elétrico. O horário fora de ponta é o período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.

### ***Caracterização operacional quanto ao regime operativo dos reservatórios***

Existem dois tipos básicos de reservatórios, o de acumulação e o a fio d’água. Tendo como limitante, principalmente, as restrições ambientais, ainda na fase do estudo de inventário hidrelétrico, define-se o regime operativo dos reservatórios das usinas alocadas na referida bacia hidrográfica, tendo como finalidade principal maximizar os benefícios energéticos proporcionados pelo conjunto.

O volume útil do reservatório é dimensionado na fase de estudos de viabilidade, levando-se em conta os benefícios energéticos locais e no restante da cascata, proporcionados pela depleção (EPE, 2007). Assim, caracterizado o reservatório, define-se a queda e vazão de projeto, potência instalada e a motorização da usina (número de unidades geradoras).

### ***Caracterização operacional quanto à alocação na curva de carga***

No que se refere à alocação da curva de carga: (i) As usinas de base operam com fator de capacidade mais elevado e as usinas de ponta operam com um fator de capacidade mais baixo; (ii) No sistema elétrico brasileiro, a geração hidrelétrica preenche toda a área da curva de carga, ao passo que as usinas hidráulicas estão alocadas tanto na base quanto na ponta da curva diária de demanda; (iii) O despacho diário das usinas hidrelétricas está associado às aflúências - disponibilidade e produtividade da água ao longo da cascata; (iv) Conforme EPE (2007), de um modo geral, as usinas posicionadas à jusante de reservatórios de regularização apresentam maior fator de capacidade médio, sendo que as usinas de cabeceira apresentam baixo fator de capacidade, pois não têm regularização à montante e, com reservatório de regularização plurianual, a maior utilização de seus reservatórios é para maximização do ganho energético ao longo da cascata.

## **3. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DA UHE LUIS EDUARDO MAGALHÃES**

### 3.1 UHE Luis Eduardo Magalhães

O contrato da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL nº 05/97 (Contrato de Concessão de Uso de Bem Público para Exploração de Aproveitamento Hidrelétrico e Sistema de Transmissão Associado), referente ao processo nº 48100.001551/97-77, regulou a exploração, pelas Concessionárias, do potencial de energia hidráulica localizado no rio Tocantins, definido pelas coordenadas geográficas 9°45'26" de latitude Sul e 48°22'17" de longitude Oeste, nos Municípios de Lajeado e Miracema do Tocantins, Estado do Tocantins, denominado Aproveitamento Hidrelétrico Luis Eduardo Magalhães, com potência instalada mínima de 902,5 MW, bem como do respectivo Sistema de Transmissão Associado, que inclui uma linha de transmissão de aproximadamente 40 km, conectada na tensão de 500 kV na subestação de Miracema, cuja concessão foi outorgada pelo Decreto de 15 de dezembro de 1997, e transferida pela Resolução ANEEL nº 95 de 13 de abril de 2000.

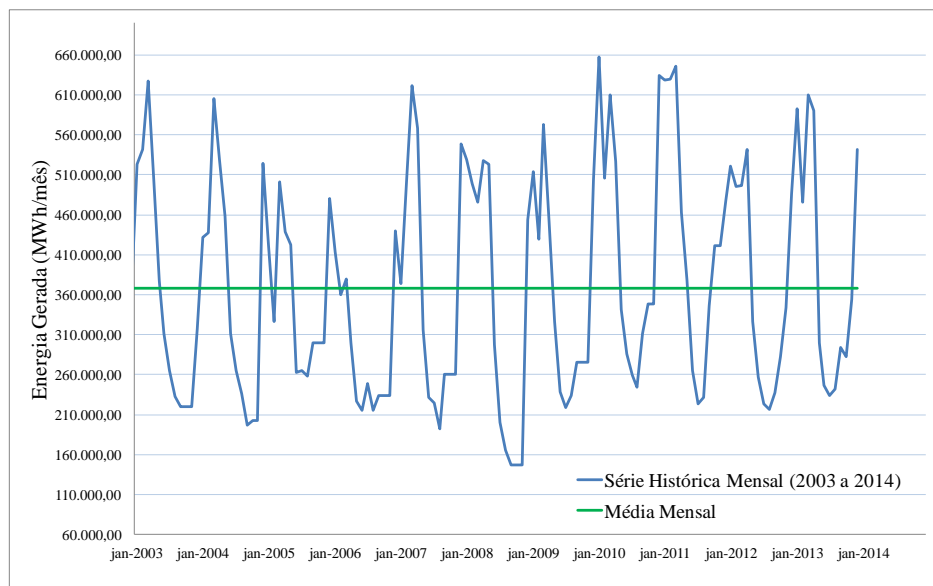
Embora a UHE LEM esteja localizada nos municípios de Lajeado e Miracema do Tocantins, seu reservatório atinge também áreas dos municípios de Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras. Iniciada em maio de 1997, a usina teve sua construção concluída em abril de 2001 e entrou em operação em dezembro de 2001 com o primeiro dos cinco grupos geradores. Cronologicamente, conforme dados da empresa EDP Energias do Brasil S.A., as entradas em operação de cada um dos cinco grupos geradores se deu, respectivamente, em 01/12/2001, 01/03/2002, 09/05/2002, 30/07/2002 e 07/11/2002. O período de enchimento do reservatório ocorreu de outubro de 2001 a janeiro de 2002.

Em termos de capacidade instalada, até junho de 2015, a UHE LEM representava 1,00% e 47,27% do total instalado no Brasil e no Estado do Tocantins, respectivamente.

Neste trabalho foram utilizados dados secundários fornecidos pela empresa Investco para elaboração do “Plano da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago (2015)” da UHE LEM, os quais incluem dados históricos diários de geração de energia (2002 a 2014) e dados do empreendimento. Os demais dados foram obtidos de fontes governamentais.

A geração de energia média mensal histórica da usina é de 367.893 MWh, considerando a série histórica de geração mensal (Fig. 1) e excluindo do cálculo o ano de 2002 cuja geração foi relativamente baixa, ao passo que a usina ainda não estava totalmente motorizada. O último grupo gerador (5º grupo) só entrou em operação em novembro de 2002 e neste ano a geração foi de 2.349.964 MWh frente à média anual histórica de 4.414.720 MWh. O recorde de geração foi no ano de 2012, chegando ao valor de 5.132.677 MWh.

Figura 1 - Geração mensal de energia da UHE LEM



A Portaria nº 249, de 16 de maio de 2005, do MME, em função da alteração da garantia de Potência Instalada de 850 MW para 902,5 MW, redefiniu os montantes de Garantia Física de Energia e Potência Assegurada da UHE LEM, os quais estão vigentes até hoje. A ANEEL procedeu com a majoração do uso do bem público na mesma proporção do aumento da Garantia Física de Energia, celebrando aditivo ao respectivo Contrato de Concessão.

Sinteticamente, o arranjo da usina é formado por barragem, vertedor, casa de máquinas integrada e subestação elétrica. O eixo da barragem está localizado no rio Tocantins entre os municípios de Lajeado e Miracema do Tocantins. Os dados básicos da barragem são: altura máxima 74 m; comprimento total da crista 2.034,43 m; e cota da crista 215 m. O vertedor (em concreto armado) é do tipo perfil Creager e têm 14 (quatorze) comportas do tipo segmento de 17,00 m de largura e 23,30 m de altura. A vazão de projeto do vertedor é de 49.870 m³/s (Tempo de retorno – Tr de 10.000 anos).

Seu reservatório tem uma extensão de 172 km, uma profundidade média de 8 m, uma área alagada de 630 km² na cota 212 m (volume de 5,19 x 10<sup>9</sup> m³) e foi dimensionado para uma vida útil de 100 anos. Os níveis de água (NA) operativos, NA máximo maximorum, NA máximo normal, NA normal, NA mínimo normal, respectivamente, estão nas cotas 212,60 m, 212,30 m, 212,00 m, 211,50 m.

As vazões características da usina, frente ao regime do rio Tocantins, são: vazão MLT - 2.532,00 m<sup>3</sup>/s; vazão média - 2.547,99 m<sup>3</sup>/s; vazão mínima defluente - 284,00 m<sup>3</sup>/s; e vazão de enchente - 49.870 m<sup>3</sup>/s.

A usina possui cinco grupos geradores (turbina hidráulica e gerador elétrico), o que permite flexibilidade operativa frente à variabilidade das vazões afluentes durante os períodos do ano. As turbinas hidráulicas, do tipo Kaplan, têm potência nominal unitária de 180,5 MW, vazão unitária de 700 m<sup>3</sup>/s e rotação de 100 rpm, para uma queda líquida de 29 m.

### 3.2 Caracterização operacional da UHE LEM

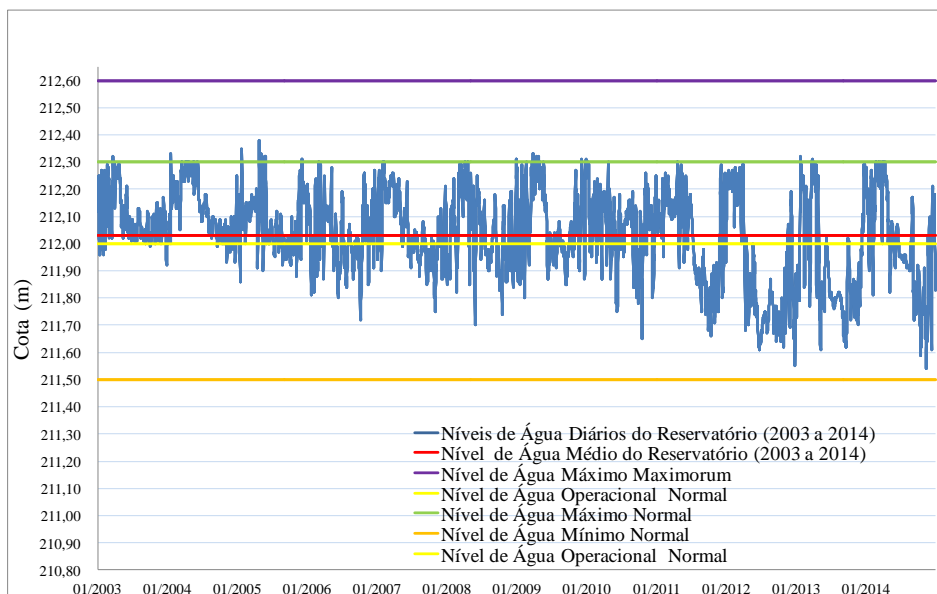
Homologado pela ANEEL, através da Resolução Normativa 461 de 11 de novembro de 2011, o Módulo 26 estabelece os critérios para classificação das usinas segundo a modalidade de operação, que caracteriza o relacionamento operacional do agente com o ONS. As usinas são classificadas em uma de três modalidades de operação: Tipo I, Tipo II (A e B) e Tipo III.

A modalidade de operação da usina é definida a partir da avaliação dos impactos verificados tanto na operação eletroenergética do SIN, como também na segurança da rede de operação (ONS, 2015). Considerando a atual configuração do SIN, a UHE LEM é uma usina individualizada, a fio d'água, do Tipo I, com potência autorizada de 902,4 MW, cuja energia produzida destina-se a utilização sob o regime de Produção Independente.

As usinas do Tipo I são: Usinas conectadas na rede básica – independente da potência líquida injetada no SIN e da natureza da fonte primária; ou Usinas cuja operação hidráulica possa afetar a operação de usinas Tipo I já existentes; ou Usinas conectadas fora da rede básica cuja máxima potência líquida injetada no SIN contribua para minimizar problemas operativos e proporcionar maior segurança para a rede de operação.

Na Fig. 2 estão apresentados os níveis diários de água do reservatório da UHE LEM, em comparação aos níveis operativos e de referência de projeto da usina.

Figura 2 - Níveis diários de água do reservatório frente aos níveis de água de projeto



Sabendo que nível de água operacional normal de projeto do reservatório está na cota 212,00 m, pode-se observar que nestes anos de operação da usina os níveis do reservatório permaneceram, quase que integralmente, dentro dos limites operativos de projeto: nível de água mínimo normal (211,50 m) e nível de água máximo normal (212,30 m). Os níveis de água do reservatório ficaram, em média, na cota 212,03 m e os níveis operativos históricos, máximo e mínimo, foram de 212,38 m e 211,54 m, respectivamente.

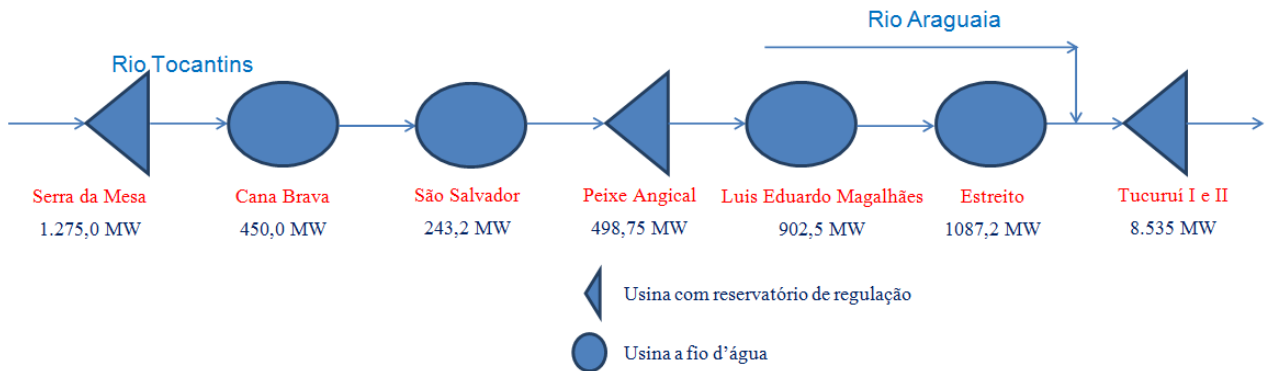
O comportamento dos níveis do reservatório frente à variabilidade das vazões afluentes do rio Tocantins, reflete um comportamento típico de uma UHE a fio d'água, onde o nível do reservatório permanece praticamente constante, excluindo pequenos incrementos ou decréscimos relacionados à flexibilidade (ou segurança) operativa.

Dentre as restrições operativas da usina, além da obrigação legal de manter a vazão ecológica a jusante (vazão mínima) a que estão sujeitos todos os aproveitamentos hidrelétricos do país, a UHE LEM, conforme Resolução ANA n° 376 de 2011, durante a Temporada de Praias (termo utilizado na região para o período de maior utilização do reservatório para fins turísticos), deverá operar seu reservatório de forma a minimizar as flutuações provocadas por eventuais vazões incrementais entre o seu aproveitamento e o aproveitamento de Peixe Angical (a montante). A Temporada de Praias, para efeito desta resolução, se dará anualmente entre os dias 10 de junho e 20 de agosto. Período este que poderá ser alterado, por solicitação da Agência de Desenvolvimento Turístico do Tocantins - ADTUR, desde que acordado previamente com o ONS e comunicado à ANA.

### 3.3 Inserção na Cascata

À montante da UHE LEM, no rio Tocantins, estão em operação, respectivamente, as usinas: Peixe Angical, São Salvador, Cana Brava e Serra da Mesa. Logo à jusante estão, respectivamente, as usinas de Estreito e Tucuruí I e II. Na atual configuração das usinas em operação no rio Tocantins tem-se usinas a fio d'água e com reservatório de acumulação (Fig. 3).

Figura 3 - Configuração das usinas hidrelétricas em operação no rio Tocantins (2015)

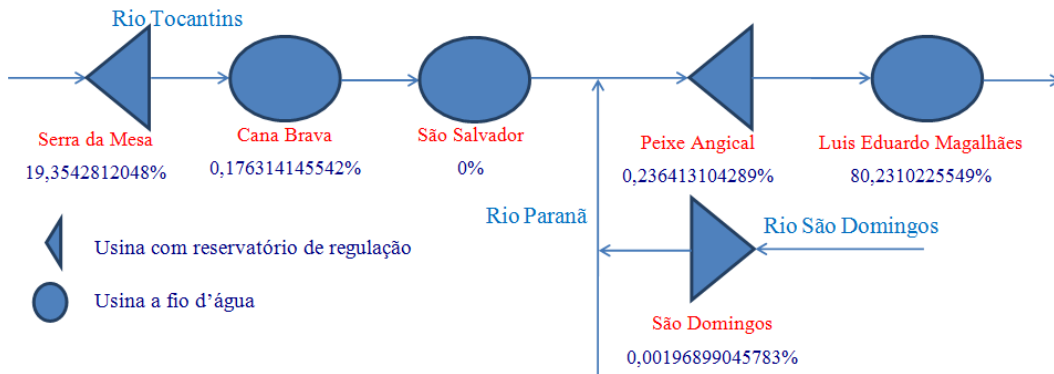


Usinas com reservatórios de acumulação podem regularizar vazões de um mês, um ano ou mesmo de vários anos; Usinas com reservatórios a fio d'água são limitadas na sua capacidade de regularização a um regime diário ou semanal.

O ganho de energia é distribuído aos municípios onde as usinas a montante (com reservatórios de acumulação) estão localizadas, ou seja, como a regularização de uma usina a montante permite otimizar a geração das usinas que estão a sua jusante, o benefício energético é repartido. Para tal, a ANEEL estabelece um coeficiente de repasse (distribuição), o qual indica o percentual de recursos referente a cada usina e respectivos municípios.

As usinas hidrelétricas que contribuem para o ganho de energia na UHE LEM são a UHE Peixe Angical, UHE São Domingos, UHE Cana Brava e UHE Serra da Mesa. Contudo, a UHE Serra da Mesa, devido à capacidade do seu reservatório, é responsável, quase que integralmente, pelo ganho incremental de energia na UHE LEM. Elaborada a partir de dados disponibilizados pela ANEEL, a Fig. 4 explicita o acréscimo de energia por regularização a montante para UHE LEM.

Figura 4 - Ganho de energia na cascata, a partir da UHE LEM (2015)



A configuração que a UHE LEM se integra, conjuntamente com as demais usinas em operação na cascata e as ainda não construídas (Tupiratins por exemplo), reflete o aproveitamento ótimo do rio Tocantins, delineado previamente no seu Inventário Hidrelétrico e suas respectivas revisões.

A Lei nº 9.074 de 07 de julho de 1995 apresenta, no seu Art. 5º, § 2º e § 3º, o conceito do “aproveitamento ótimo”, que se configura como todo potencial definido em sua concepção global pelo melhor eixo do barramento, arranjo físico geral, níveis d'água operativos, reservatório e potência, integrante da alternativa escolhida para divisão de quedas de uma bacia hidrográfica.

O conceito do aproveitamento ótimo introduz a possibilidade de atualizações ou refinamentos constantes nas condições de contorno, que permitem afirmar o que é ótimo frente à dinamicidade dos recursos naturais, dos processos de uso múltiplo dos recursos hídricos e das questões ambientais, bem como das evoluções tecnológicas do setor hidrelétrico, das mudanças legais e estratégias governamentais. Portanto este conceito internaliza em si um direcionamento para sustentabilidade do aproveitamento dos recursos hidroenergéticos nacionais (Oliveira, 2012).

Por outro lado cabe uma consideração, apresentada pela EPE (2007), sobre o grande desafio de solucionar contradições criadas, ao passo que a introdução crescente de “usinas a fio d'água” (sem regularização sazonal ou plurianual) no sistema

limita a ideia de “reserva estratégica” e irá requerer maior flexibilidade operativa dos reservatórios existentes, o que significa maior variação de nível, em termos de amplitude e frequência, e também maior fluxo de intercâmbio inter-regional. Esse “efeito colateral” da solução contraria as premissas sobre as quais ela se construiu.

Os empreendimentos hidrelétricos presentes no SIN no fim de 2012 possuíam um fator de capacidade médio de 0,55. De forma simplificada, isso significa que essas hidrelétricas seriam capazes de gerar, em média, 55% do máximo permitido por sua potência em um período hidrológico desfavorável. Já as hidrelétricas atualmente em fase de implantação na região Norte têm energia assegurada média comparativamente menor em relação à sua potência, e registram um fator de capacidade médio de 0,49. Essa diferença significa que cada MW instalado agregará, em média, menos energia ao sistema ao longo do ano do que os atualmente em operação (Costa et al, 2013).

O fator de capacidade médio da UHE LEM, considerando o período de 2003 a 2014, é de aproximadamente 0,57, ou seja, convergente, por exemplo, com o fator de capacidade médio (0,55) dos empreendimentos hidrelétricos presentes no SIN no fim de 2012.

Tomando como base o mês de dezembro de 2014, o fator de capacidade médio das 20 maiores usinas hidrelétricas do país foi de 0,49 (MME, 2015).

A UHE LEM terá sua queda e correlacionada capacidade de geração de energia reduzida, quando da construção e entrada em operação da UHE Tupiratins (prevista no inventário do rio Tocantins) a sua jusante. O nível do reservatório da UHE Tupiratins, após total enchimento, chegará à cota 178 m e seu respectivo remanso influenciará os níveis de jusante da UHE LEM. A partir daí, o ganho atual referente à Garantia Física de Energia da UHE LEM cessará (passará dos atuais 526,6 MW médios para 438,0 MW médios) e os custos e os riscos associados são de inteira responsabilidade das empresas consorciadas (Consórcio Usina Lajeado).

#### **4. CONCLUSÃO**

Por ser uma usina a fio d’água, a UHE LEM não permite reserva estratégica. No entanto seu reservatório garante relativa flexibilidade operativa e a mesma pode operar com ganho de energia na cascata devido aos reservatórios de acumulação das usinas hidrelétricas que estão a sua montante no rio Tocantins.

Da energia gerada pela UHE LEM, uma parte é devida à contribuição da própria usina (parcela local), equivale a 80,23%, e a outra parte (energia incremental) ao ganho de geração viabilizado pelas usinas com reservatório de acumulação a sua montante. Sendo que a maior contribuinte é a UHE Serra da Mesa, com cerca de 19,35%. A geração média anual histórica da UHE LEM é da ordem de 4.414.720 MWh e o recorde de geração (2012) chegou ao valor de 5.132.677 MWh.

A inserção da UHE LEM na cascata vislumbra o aproveitamento ótimo do rio Tocantins. Portanto, esta usina tem uma importância não só regional (região norte), mas também nacional, ao passo que integra o SIN e, atualmente, há significativas restrições para implantação de novas usinas desse porte no Brasil.

#### **5. REFERÊNCIAS**

- ANA, 2015. Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins-Araguaia. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/planoderecursos/Tocantins-Araguaia.aspx>> Acesso em: 15 jul. 2015.
- Costa, A. T. C., Herzog, A. A. S. H., Junior, A. A. O., Butter, J. N., Machado, L. C. B. G., Oliveira, R. R., Silva, T. L. V., 2013. A Expansão das Usinas a Fio d’Água e o Declínio da Capacidade de Regularização do Sistema Elétrico Brasileiro. Sistema FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). Rio de Janeiro – RJ.
- Eletrobras, 2000. Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH.
- EPE, 2007. Plano Nacional de Energia 2030. Ministério de Minas e Energia - MME/ Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Brasília - DF, v.12.
- Haddad, J. & Gama, P. H. R. P., 2001. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. Capítulo 4 – Tarifação de Energia Elétrica, Livro com Vários Autores, FUPAI, Itajubá – MG, pp. 113- 148.
- MME, 2015. Ministério de Minas e Energia – MME. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/>> Acesso em: 30 jul. 2015.
- Oliveira, M. A., 2012. Repotenciação de Pequenas Centrais Hidrelétricas: Avaliação Técnica e Econômica. Dissertação de Mestrado em Ciências de Engenharia de Energia, área de concentração Exploração de Recursos Naturais e Energia, Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Itajubá - MG, 171p.
- ONS, 2015. Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Disponível em <<http://www.ons.org.br>> Acesso em: 10 abr. 2015.

### **OPERATIONAL CHARACTERIZATION OF LUIS EDUARDO MAGALHÃES HYDROELECTRIC POWER PLANT AND THE USE OF WATER RESOURCES OF THE TOCANTINS RIVER FOR ENERGY GENERATION**

**Abstract.** *Much of the Brazilian hydroelectric potential to be exploited is concentrated in the North and Central-West regions. The biggest challenge is in the fact that 70% of this potential is located in biomes of great environmental value,*

*those of the Amazon and Cerrado, which together cover 2/3 of the national territory. As the Tocantins River is of great importance to the country in its various uses, it is imperative to ensure its optimal use for power generation. This article explains the operational characterization of the Luis Eduardo Magalhães HPP and its efficiency in the generation of electric energy, since its implementation, considering the optimal exploit of the Tocantins River and the current configuration of the National Interconnected System. It can be verified that Serra da Mesa HPP, located upstream in the Tocantins river cascade, is responsible for most of the incremental energy generated at the Luis Eduardo Magalhães HPP, whose calculated capacity factor converges with the average capacity factor of hydroelectric projects in the National Interconnected System.*

**Keywords:** *Luis Eduardo Magalhães HPP, energetic benefits, Tocantins river*