

# Informativo Mensal

## Usinas Hidrelétricas Reversíveis

Maio de 2021

por Vinicius Botelho

Ana Carolina Chaves



---

# Sumário

Destaque do Mês .....	3
Notícias Nacionais .....	4
Notícias Internacionais.....	5
1. América Latina.....	5
2. Austrália.....	5
3. Áustria.....	6
4. Estados Unidos.....	6
5. Grécia.....	7
6. Reino Unido .....	8
Produções Científicas.....	9

---

# Destaque do Mês

O Brasil está enfrentando uma das piores crises hídricas dos últimos 100 anos. A falta de chuvas e a conseqüente baixa no nível dos reservatórios deixou o setor elétrico em alerta para a crise de racionamento, o que faz com que as térmicas sejam acionadas em sua totalidade. Assim como em outros lugares do mundo, onde eventos extremos ocasionaram danos severos aos sistemas, no Brasil, a falta de chuvas foi responsável por escancarar a necessidade do aumento da capacidade de armazenamento de energia no sistema. No Brasil, uma das formas mais vislumbradas atualmente são as Usinas Hidrelétricas Reversíveis, capazes de promover armazenamento de energia de longa duração e ainda gerir tanto as fontes renováveis, quanto os recursos hídricos de determinada região.

O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), apresentou um relatório em que avalia que a América Latina possui características potenciais para o desenvolvimento de Usinas Hidrelétricas Reversíveis e que, apesar de requererem investimentos de capital intensivo e longo tempo de construção, são de extrema importância para estimular o crescimento contínuo e exponencial das fontes renováveis, como eólica e solar. Cabe salientar que o documento apresenta um panorama geral das mais diversas formas de armazenamento de energia, assim como seus principais desafios e perspectivas técnicas e regulatórias.

Em artigo publicado no IEEE Xplore, intitulado “*Graph computing based security constrained unit commitment in hydro-thermal power systems incorporating pumped hydro storage*”, autores propõem uma estrutura de programação inteira mista baseada em computação gráfica (MIP) para resolver o problema de comprometimento de unidade restrita de segurança (SCUC) em sistemas hidrotérmicos de energia que incorporam armazenamento de hidrelétricas bombeadas (PHS). Por fim, com o intuito de demonstrar a viabilidade e validade da estrutura MIP baseada na computação gráfica proposta, estudos de caso do sistema IEEE 118-bus e um sistema hidrotérmico de energia prático de barramento 2749 foram avaliados.

---

# Notícias Nacionais

Crise de abastecimento alerta para necessidade de ampliação da capacidade de armazenamento de energia.

Brasil 247 – 20.05.2021

NSC Total – 30.05.2021

O Brasil está enfrentando uma das piores crises hídricas dos últimos 100 anos. A falta de chuvas e a consequente baixa no nível dos reservatórios deixou o setor elétrico em alerta para a crise de racionamento, o que faz com que as térmicas sejam acionadas em sua totalidade. Assim como em outros lugares do mundo, onde eventos extremos ocasionaram danos severos aos sistemas, no Brasil a falta de chuvas foi responsável por escancarar a necessidade do aumento da capacidade de armazenamento de energia no sistema.

No Brasil, uma das formas mais vislumbradas atualmente são as Usinas Hidrelétricas Reversíveis, capazes de promover armazenamento de energia de longa duração e ainda gerir tanto as fontes renováveis, como também os recursos hídricos de determinada região. De forma a elucidar seu funcionamento, as UHR são compostas por dois reservatórios, um superior e outro inferior, que por meio de suas turbo-bombas, podem armazenar energia excedente de parques eólicos, bombeando água para o reservatório superior e gerando em momentos oportunos, ao turbinar a água para o reservatório inferior e alimentar o sistema elétrico.

Para acessar as matérias completas, clique em [1](#) e [2](#).

---

# Notícias Internacionais

## 1. América Latina

Em relatório técnico, BID apresenta elevado potencial para UHR na América Latina.

Bnamericas – 06.05.2021

De acordo com relatório publicado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a América Latina possui características potenciais para o desenvolvimento de Usinas Hidrelétricas Reversíveis. Apesar de serem investimentos de capital intensivo e requererem um longo tempo para construção, as UHRs são de extrema importância para estimular o crescimento contínuo e exponencial das fontes renováveis, como eólica e solar. Cabe salientar que o documento apresenta um panorama geral, os desafios e as perspectivas técnicas e regulatórias para diversas formas de armazenamento de energia.

Para acessar o relatório, clique [Relatório do BID](#).

Para acessar a matéria completa, clique [aqui](#).

## 2. Austrália

Genex Power atinge fechamento financeiro para prosseguir com a UHR Kidston.

ARENA – 20.05.2021

Com o financiamento de US\$ 47 milhões da *Australian Renewable Energy Agency* (ARENA), o grupo Genex Power chegou ao fechamento financeiro de US\$ 777 milhões para construção da UHR Kidston. Este é um grande marco histórico, haja vista que esta será a primeira nova UHR a ser construída depois de 37 anos na Austrália. O projeto de 250 MW terá capacidade de armazenamento de até oito horas e os reservatórios serão construídos em antigos poços de mineração. No que se diz respeito a conexão ao sistema, será construída uma linha de transmissão de 187 km, que conectará o *Kidston Renewable Energy Hub* ao sistema de transmissão de energia nacional, o *Nacional Electricity Market* (NEM), e poderá facilitar a conexão de futuros empreendimentos renováveis na região. A construção está prevista para ser concluída em 2024 e irá gerar cerca de 500 empregos neste período.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

---

### **3. Áustria**

GE Renewable Energy fornecerá duas turbinas variáveis para nova UHR austríaca.

REVE – 18.05.2021

A GE Renewable Energy, empresa selecionada pelo Operador Ferroviário Nacional Austríaco (ÖBB), será responsável por toda engenharia do conjunto de máquinas da UHR Tauernmoos, desde o projeto ao comissionamento. A UHR Tauernmoos, localizada no Vale Stubachtal (Áustria), será composta por duas turbo-bombas variáveis de 85 MW, que proporcionarão, além armazenamento de longa duração, alta flexibilidade operativa. Neste sentido, destaca-se que esse tipo de máquina é capaz de realizar transições mais rápidas de operação como turbina ou bomba e permitem partidas e paradas mais rápidas, garantindo maior flexibilidade, previsibilidade e eficiência a rede elétrica.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

### **4. Estados Unidos**

Comitê de Recursos Naturais da Câmara aprova projeto de lei para apoiar o desenvolvimento de UHR no estado de Washington.

Dan Newhouse – 26.05.2021

O Comitê de Recursos Naturais da Câmara aprovou, por unanimidade, o projeto de lei denominado “Lei de Desenvolvimento Hidrelétrico de Armazenamento Bombeado do Noroeste do Pacífico”. O projeto, que agora precisa de aprovação da Câmara e do Senado, tem como objetivo melhorar a permissão para projetos de UHR, incentivando a construção de novos empreendimentos desse tipo e de outras fontes limpas e promovendo a criação de empregos, assegurando, todavia, a proteção dos direitos das tribos locais. Segundo o deputado Dan Newhouse, autor do projeto, “o procedimento atual que exige dois processos de licenciamento separados é ineficiente, aumenta os custos do projeto e desincentiva novos projetos”.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

---

Governador da Califórnia revisa orçamento e propõe apoio milionário para armazenamento de longa duração.

Energy Storage News – 17.05.2021

Em revisão orçamentária para recuperação econômica, o governador da Califórnia, Gavin Newsom, propôs a inclusão de US\$ 912 milhões para acelerar a transição energética, sendo US\$ 350 milhões voltados exclusivamente para o apoio a projetos de armazenamento de longa duração. De acordo com o governador, investir em armazenamento de longa duração é importantíssimo para garantir um sistema elétrico seguro. Concomitante a isso, em um relatório da Strategen, os pesquisadores declararam a necessidade de até 55 GW de armazenamento de longa duração até 2045. Cabe destacar que, recentemente, o estado passou por períodos críticos de suprimento de energia, em que devido ao extremo calor e ao consequente pico da demanda de energia, apagões catastróficos ocorreram pela falta de sistemas que pudessem fornecer energia de forma rápida e flexível.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

## **5. Grécia**

A Terna Energy chegou a uma decisão de investimento para a UHR Amfilochia.

Balkan Green Energy News – 04.05.2021

A construção da UHR Amfilochia atingiu uma nova etapa após chegar a uma decisão final de investimento de € 500 milhões. A estimativa é que o empreendimento inicie as obras em outubro de 2021 e que esta dure cerca de 4 anos. Do ponto de vista técnico, a UHR contará com dois reservatórios superiores, o “Agios Georgios”, que está 285 metros acima, e o “Pyrgos”, 238 metros acima, além do reservatório inferior, o Lago Kastraki. Além disso, destaca-se que as máquinas serão semi-externas e instaladas em casas de força separadas, sendo a de Agios com 460 MW e a de Pyrgos 220 MW, tendo uma produção conjunta estimada de 816 GWh anuais.

Por fim, é importante salientar que o projeto, aprovado pela Comissão Europeia como um Projeto de Interesse Comum e declarado pela Grécia como um investimento estratégico, irá gerar cerca de 1200 empregos durante a construção e 100 empregos permanentes.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

---

Terna Energy diz que projeto híbrido de Creta será o maior da Europa.

Balkan Green Energy News – 04.05.2021

O projeto híbrido de Creta contará com a construção de dois parques eólicos que somam 89 MW e uma UHR de 93 MW, composta por três turbinas de 31 MW e velocidade constante, que será implementada na barragem de Potamoi, com construção avaliada em € 280 milhões. De acordo com a Terna Energy, o projeto entregará uma potência constante de 227 MW, reduzindo assim a necessidade de utilizar combustíveis fósseis para gerar energia e contribuindo com o controle de inundações.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

## **6. Reino Unido**

As UHR precisam que reformas no mercado de energia sejam imediatas.

Herald Scotland – 20.05.2021

No contexto da transição energética, em que se deseja atingir 100% de energia renovável na Escócia, as UHR são peças-chave. Neste sentido, o país, líder mundial em armazenamento bombeado, precisa viabilizar urgentemente a construção de novos empreendimentos, como o Coire Glass de 1500 MW, 400 MW de Buccleuch e 450 MW da ILI Group. De maneira geral, projetos hidrelétricos são de capital intensivo e, sendo assim, o mercado precisa sinalizar incentivos para estimular os investidores, estabelecendo um retorno mínimo de investimento.

Outra questão é que, além de promover a transição energética, estes projetos seriam capazes de impulsionar a retomada econômica pós-pandemia, haja vista que seriam capazes de criar milhares de empregos e estimular a economia.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

---

As UHR são essenciais para a segurança da rede em eventos climáticos extremos.

Current News – 24.05.2021

Mudanças climáticas estão ocorrendo e, muitas vezes, eventos climáticos extremos são capazes de colocar o sistema elétrico sob risco de suprimento. Em relatório produzido pela Imperial College London, foi apresentado que o Reino Unido vivenciou, em março de 2021, sua mais longa temporada de ventos fracos em 10 anos. Isso fez com que a geração eólica caísse de 18,1 GW para 0,6 GW, no dia 3 de março, e, assim, fosse necessário o acionamento de térmicas a gás. Nessa mesma ótica, um dado que demonstra o papel crucial das UHR é o fato dessas terem tido um aumento na média de produção para 409 MW diários no primeiro trimestre de 2021.

Diante disso, no contexto da transição energética, para que o sistema esteja preparado para estresses ambientais como este, que durou 11 dias, precisa-se investir em armazenamento de energia de longa duração como as UHR para que não se dependa de fontes fósseis para cobrir as lacunas da demanda.

Para ver a matéria completa, clique [aqui](#).

## Produções Científicas

Relatório Técnico – “State of Charge: Energy Storage In Latin America and the Caribbean”.

Banco Interamericano de Desenvolvimento – 2021

De maneira geral, este relatório tem o objetivo de descrever as tecnologias de armazenamento de energia primária sendo usadas internacionalmente, incluindo os serviços que podem fornecer às redes de energia, bem como caracterizar o estado das tecnologias de armazenamento de energia mais proeminentes na América Latina e no Caribe, destacando projetos emblemáticos. O relatório também procura identificar as aplicações potenciais mais promissoras de cada uma dessas tecnologias em diferentes contextos da ALC e fornecer recomendações gerais sobre as mudanças regulatórias e políticas que seriam necessárias para facilitar uma maior absorção de armazenamento de energia na região.

---

Uma compreensão ampliada do armazenamento de energia e suas aplicações na ALC servirá como um primeiro passo para os governos considerarem suas opções enquanto buscam descarbonizar e melhorar o desempenho de suas redes. Esse conhecimento também será importante para o desenvolvimento de uma regulamentação que facilite a captação do armazenamento de energia na região.

Em termos de conclusão, o relatório avalia que o emparelhamento de armazenamento de energia com mini-redes parece ser a aplicação de armazenamento de energia mais técnica e economicamente viável na região no momento e que as baterias de íon-lítio têm o potencial mais próximo de curto prazo. O armazenamento de energia hidrelétrica bombeada também tem potencial para aplicações em grande escala, especialmente considerando a extensa infraestrutura hidrelétrica existente em muitos países. Outras tecnologias, como armazenamento de energia térmica de sal fundido emparelhado com geração de energia solar concentrada, ou armazenamento de energia de ar comprimido, podem ser implantadas em contextos específicos. Já o armazenamento de hidrogênio provavelmente terá um papel maior no futuro, à medida que a tecnologia amadurece.

Para acessar o relatório, clique [Relatório do BID](#).

*Artigo “Impact of solar tracker and energy storage system on sizing of hybrid energy systems: A comparison between diesel/PV/PHS and diesel/PV/FC”.*

Autoras: Sina Makhdoomi e Alireza Askarzadeh

Energy – 07.05.2021

O projeto de sistemas híbridos baseados em energia renovável tornou-se uma tarefa desafiadora, especialmente para eletrificação de regiões isoladas (*off-grid*). No problema de projeto, é importante investigar economicamente a utilização de sistemas de armazenamento de energia (ESSs) e rastreador solar.

Este artigo enfoca o tamanho ideal de sistemas de energia híbridos que fazem uso de diferentes tipos de sistemas de rastreamento. Para este fim, dois sistemas de energia híbrida, gerador a diesel / fotovoltaico / hidrelétrica bombeada (diesel / PV / PHS) e gerador a diesel / fotovoltaico / célula a combustível (diesel / PV / FC), foram projetados com relação a diferentes sistemas de rastreamento (fixo, eixo simples e eixo duplo). Para encontrar o projeto ideal dos sistemas

---

híbridos, dois objetivos importantes, o custo presente líquido total e o índice de confiabilidade expresso pela probabilidade de perda de alimentação são minimizados em uma estrutura multi-objetivo. Com relação à complexidade deste problema de otimização, uma abordagem eficiente multi-objetivo é usada para resolver o problema.

Os resultados da simulação mostram que, em comparação com o FC, quando o PHS é empregado como sistema de armazenamento de energia, o custo presente líquido total do sistema híbrido diminui. Além disso, usar um rastreador solar em diesel / PV / PHS não é econômico em comparação com painéis fotovoltaicos fixos.

Para ter acesso ao artigo, clique [aqui](#).

*Artigo “Graph computing based security constrained unit commitment in hydro-thermal power systems incorporating pumped hydro storage”.*

Autores: Longfei Wei; Guangyi Liu; Shen Yan; Renchang Dai; Yachen Tang

IEEE Xplore – Maio 2021

Este artigo propõe uma estrutura de programação inteira mista baseada em computação gráfica (MIP) para resolver o problema de comprometimento de unidade restrita de segurança (SCUC) em sistemas hidrotérmicos de energia que incorporam armazenamento de hidrelétricas bombeadas (PHS). A estrutura MIP baseada em computação gráfica proposta considera as operações econômicas de unidades térmicas, usinas hidrelétricas em cascata e estações PHS, bem como seus impactos técnicos para a segurança da rede.

Primeiro, os dados do sistemas hidrotérmicos de energia e as informações da unidade são armazenados em uma estrutura de gráfico com nós e arestas, o que permite a computação paralela nodal e hierárquica para o cálculo da solução de comprometimento da unidade (UC) e análise de segurança da rede. Um modelo MIP é então formulado para resolver o problema SCUC com os modelos matemáticos de unidades térmicas, usinas hidrelétricas em cascata e estações PHS.

Além disso, duas abordagens de otimização, incluindo a reformulação do casco convexo (CHR) e os métodos de conjunto ordenado especial (SOS), são introduzidos para acelerar o procedimento de cálculo de MIP. Para garantir a estabilidade do sistema sob a solução UC derivada, um algoritmo de fluxo de potência de gráfico paralelizado (PGPF) é proposto para a análise de segurança de rede de sistemas hidrotérmicos de energia.

---

Finalmente, estudos de caso do sistema IEEE 118-bus e um sistema hidrotérmico de energia prático de barramento 2749 são introduzidos para demonstrar a viabilidade e validade da estrutura MIP baseada na computação gráfica proposta.

Para ter acesso ao artigo, clique [aqui](#).

*Artigo “Energy storage integration with solar PV for increased electricity access: A case study of Burkina Faso”.*

Autores: Hamza Abid; Jagruti Thakur; Dilip Khatiwada e David Bauner

Energy – 27.04.2021

O acesso à eletricidade continua a ser um desafio para a maioria dos países da África Ocidental, onde 5 em 16 têm uma taxa de eletrificação inferior a 25%, com Burkina Faso tendo apenas 9% da população rural com acesso à eletricidade em 2017. Este estudo apresenta uma análise de viabilidade técnico-econômica da integração do sistema solar fotovoltaico com armazenamento hidráulico bombeado (PHS) e baterias elétricas para Burkina Faso.

O estudo explora dois casos (a) um sistema fotovoltaico *off-grid* com um sistema de armazenamento para áreas rurais e (b) um sistema fotovoltaico conectado à rede para uma localização urbana. A configuração de menor custo de PV com armazenamento viável é investigada usando o HOMER.

Os resultados mostram que Solar PV com PHS permanece a configuração de sistema ideal para casos rurais e urbanos, mesmo quando os custos de construção de reservatórios inferiores e superiores são considerados. Sistemas de armazenamento de energia da bateria permanecem uma solução economicamente cara, mesmo quando os custos adicionais de armazenamento hidrelétrico bombeado são incluídos, devido ao baixo tempo de vida e aos altos custos de capital de armazenamento em bateria. O custo de capital do PV continua a ser o fator mais dominante para ambos os casos, significando a importância das intervenções políticas para a redução dos custos do PV para aumento da eletrificação verde nos países da África Ocidental.

Para ter acesso ao artigo, clique [aqui](#).