
A Regulação de UHR

Experiência

Internacional

Rio de Janeiro
09 de julho de 2020

Sumário

- Introdução
 - Modelos Regulatórios Tradicionais
 - Transformações do Setor: Liberalização
 - Modelos Regulatórios Liberalizados
- Experiência Internacional
- Mecanismos de mercado e de remuneração
 - China
 - Chile
 - Suíça
 - Índia
- Considerações Finais
- Referências Bibliográficas

Introdução - Modelos Regulatórios Tradicionais

1. A UHR é **parte dos ativos operacionais de uma empresa verticalmente integrada, remunerada pelo custo do serviço;**
 - A empresa tem liberdade para desenhar a solução de menor custo para abastecer seu mercado. Ex.: térmicas de base complementadas por UHRs;
 - A tarifa da empresa verticalmente integrada é fixada de forma a recuperar os custos operacionais e remunerar os custos de investimentos;
 - **Não há um esquema de remuneração específico** para UHR: elas são remuneradas como os demais projetos da empresa verticalmente integrada.

Introdução - Modelos Regulatórios Tradicionais

2. UHR é **parte dos ativos de uma empresa de geração** (produtor independente), vendendo energia através de um **PPA**;
 - Caso a empresa de geração precise entregar energia dentro de certas especificações (ex.: acompanhando a curva de carga), a UHR pode contribuir na viabilização do contrato;
 - Ex: Ela pode fazer parte da estrutura operacional de um agente gerador com um parque de usinas de base, complementadas por UHR;
 - Novamente, não há um esquema de remuneração específica para UHRs.

Introdução - Impactos da Liberalização nas UHR

Liberalização na Europa e EUA (PJM, NEISO, ERCOT, etc.):

- Com a liberalização dos mercados de energia, tanto a **remuneração pelo custo do serviços e PPAs deixam de ser utilizados**;
- Ex.: Reforma do mercado atacadista inglês de 2001 (NETA, New Electricity Trading Arrangements);
- UHR existente deixa de ser parte de uma solução de uma empresa regulada pelo custo do serviço ou que vende energia através de PPAs e passa a ser **uma unidade econômica autônoma atuando no mercado**;
- De modo geral, UHR passa a ser **classificada como gerador**. Deve competir com os geradores e os consumidores em um mercado físico de energia com a dinâmica determinada pela oferta de preços dos agentes.

Introdução - Modelos Regulatórios Liberalizados

Remuneração UHR de mercado liberalizado:

- Opera fazendo compra e venda nos mercados diário e intradiário;
- Oferece serviços ancilares ao operador do sistema.

Desafios e inconsistências:

- Ganhos no mercado diário e intradiário dependem de **oportunidades de arbitragem** de preços (ex: madrugada x ponta);
- Oportunidades de arbitragem sempre cobrirão os custos variáveis (compra de energia para bombeamento), mas **nada garante** que serão suficientes para cobrir os custos fixos e **remunerar o capital investido** na construção da usina;
- **Não existe consenso internacional** sobre políticas de incentivo de investimento e estratégias operacionais ótimas para as UHR em mercados liberalizados.

Introdução - Modelos Regulatórios Liberalizados

Sobre a arbitragem:

- **Arbitragem** é a compra e venda em simultâneo de um mesmo produto em mercados diferentes, ou então a compra e venda de produtos muito semelhantes, de forma a **lucrar com a diferença de preços**;
- As operações de arbitragem **influem nos preços** dos ativos, reduzindo os diferenciais de preços;
- Em um **mercado eficiente** não há oportunidades de arbitragem – diz-se de um tal mercado que ele está **arbitrado**;
- Não faz sentido investir em ativos fixos (ex. UHRs) para fazer arbitragem, pois só haverá lucro se houverem **ineficiências** na formação de preços, o que não pode ser garantido no longo prazo.

Introdução - Modelos Regulatórios Liberalizados

Possíveis soluções

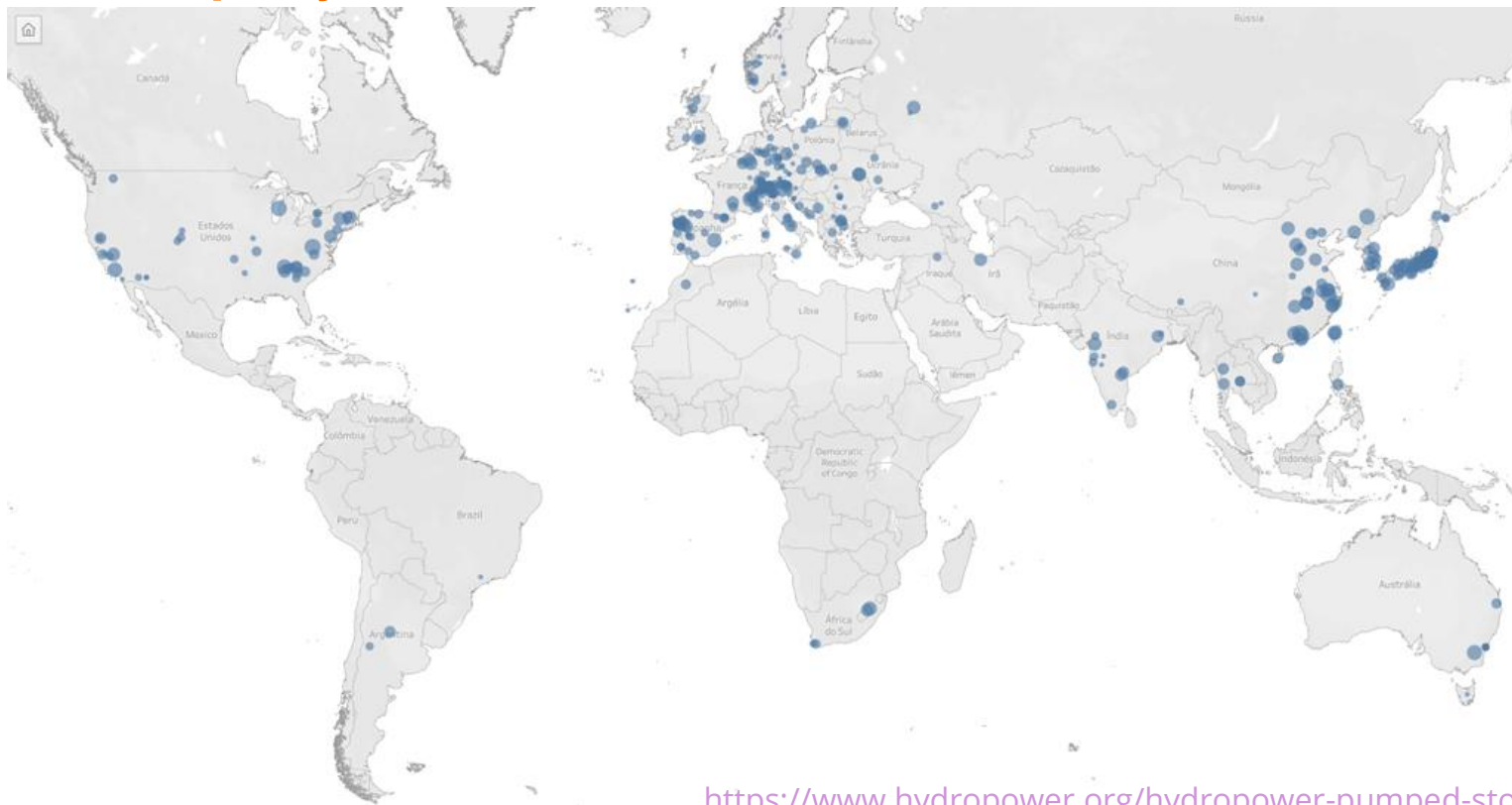
- UHRs proporcionam benefícios sistêmicos na forma de "custos evitados" (substituição de investimentos em ativos de rede, redução de "curtailment" de geração renovável"; confiabilidade na geração de ponta):
- Isto justifica políticas direcionadas ao incentivo de investimento;
 - Associados à implantação de geração renovável intermitente e sazonal;
 - Incentivos baseados em mercado para implantação de novas UHRs.

Experiência Internacional: Objetivo

- Identificar as principais estruturas regulatórias utilizadas em países com construção recente de UHR;
 - Modelos de remuneração;
 - Integração ao sistema de transmissão;
 - Instituições envolvidas no processo de planejamento e construção;
 - Estrutura de planejamento a curto e longo prazo;
- Compreender o papel atual das UHR nos sistemas elétricos;
 - Diferença entre as funções destas usinas em um cenário passado, presente e futuro.

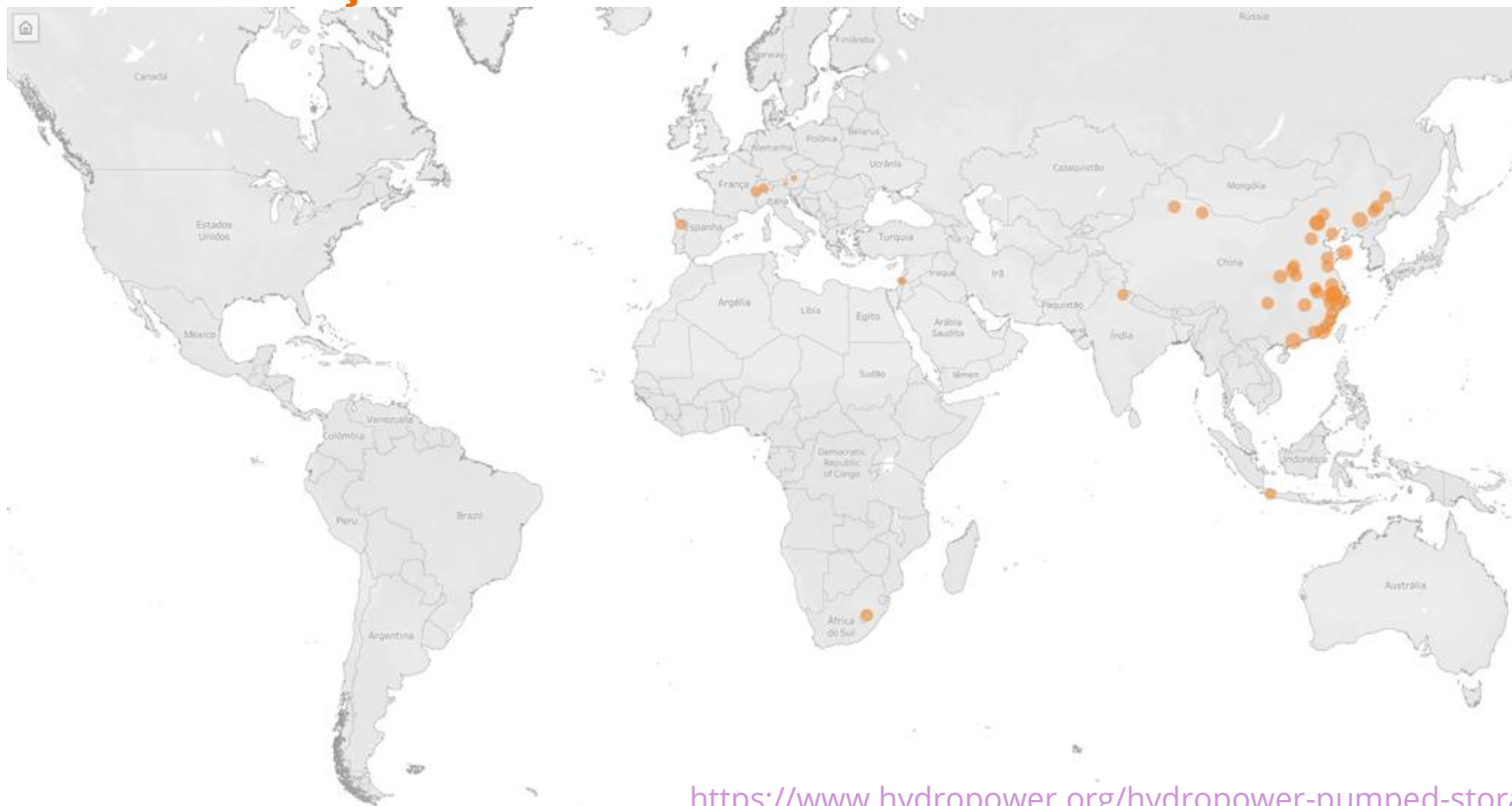
Experiência Internacional: UHR no Mundo

Usinas em operação



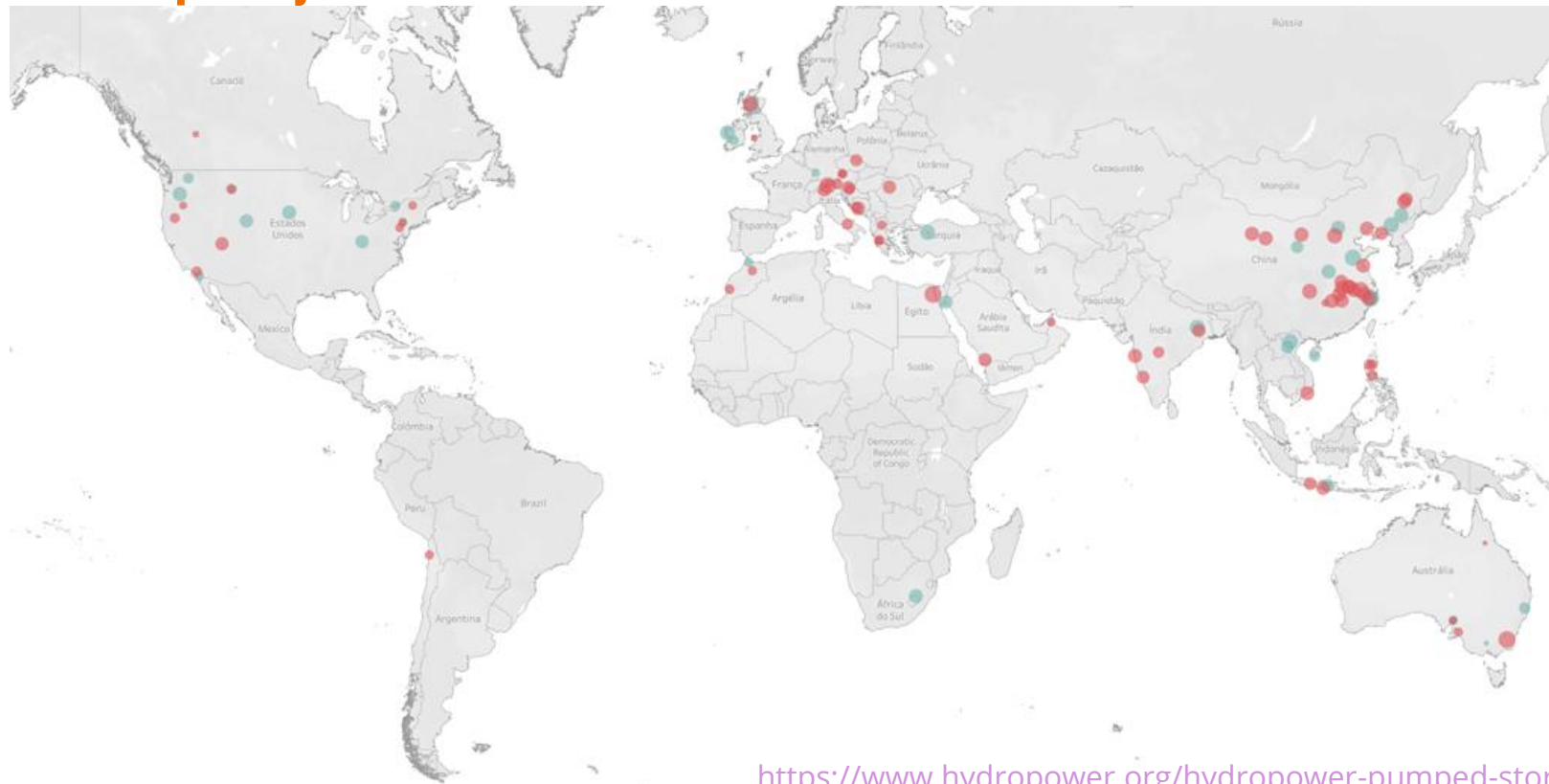
Experiência Internacional: UHR no Mundo

Usinas em construção



Experiência Internacional: UHR no Mundo

Usinas planejadas ou anunciadas



Experiência Internacional: UHR no Mundo

Usinas que saíram de operação ou que tiveram construção interrompida



UHR construídas no século XXI

- **Estados Unidos**
Olivenhain-Hodges
- **Marrocos**
STEP Afouer I & II
- **Portugal**
Foz Tua;
Salamonde II;
Alqueva I;
Baixo Sabor;
Venda Nova III
- **Espanha**
La Muela de Cortes;
- **Ilhas Canárias**
Chira-Soria;
El Hierro
- **África do Sul**
Ingula
- **Irã**
Siah Bishe

- **Tailândia**
Lamtakhong
- **China**
Qiongzhong;
Shahe;
Langyashan...
- **Japão**
Omarugawa;
Kannagawa;
Kyogoku
- **Coréia do Sul**
Yeoicheon;
Yangyang;
Cheongsong;
Sanchong
- **Russia**
Zagorsk-1;
Zelenchukskaya
- **Noruega**
Nygard

UHR construídas no século XXI

- **Índia**

- Sardar Sarovar;
 - Srisaïlam Left Bank;
 - Purulia

- **Ucrânia**

- Tashlyk;
 - Dnister

- **Alemanha**

- Goldisthal

- **Áustria**

- Obervermuntwerk II;
 - Limber II;
 - ReiBeck II;
 - DieBbach Extension;
 - Feldsee;
 - Kopswerk/II;
 - Rellswerk

- **Itália**

- Pont Ventoux-Susa

- **Eslovênia**

- Avce

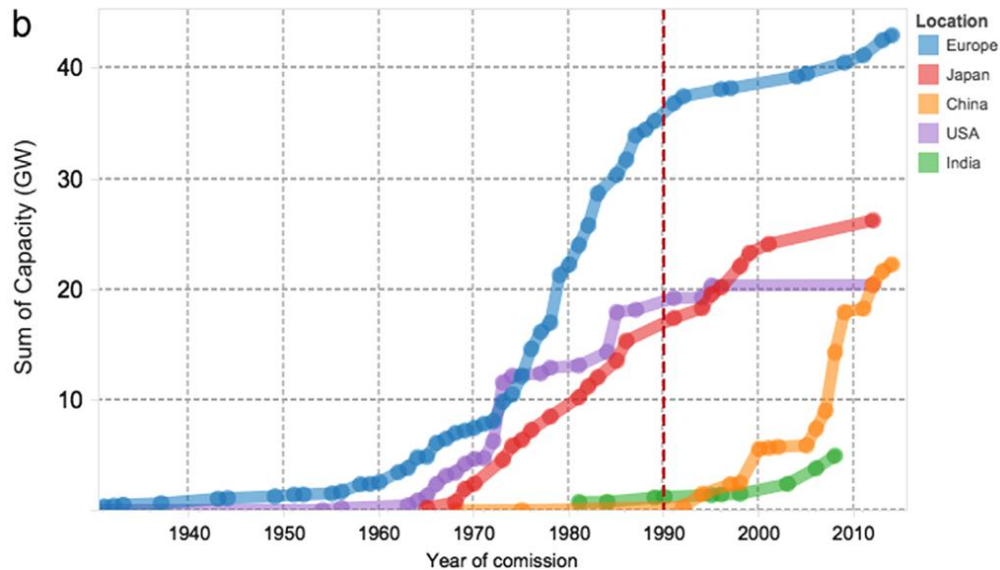
- **Suíça**

- Limmern

- **Liechtenstein**

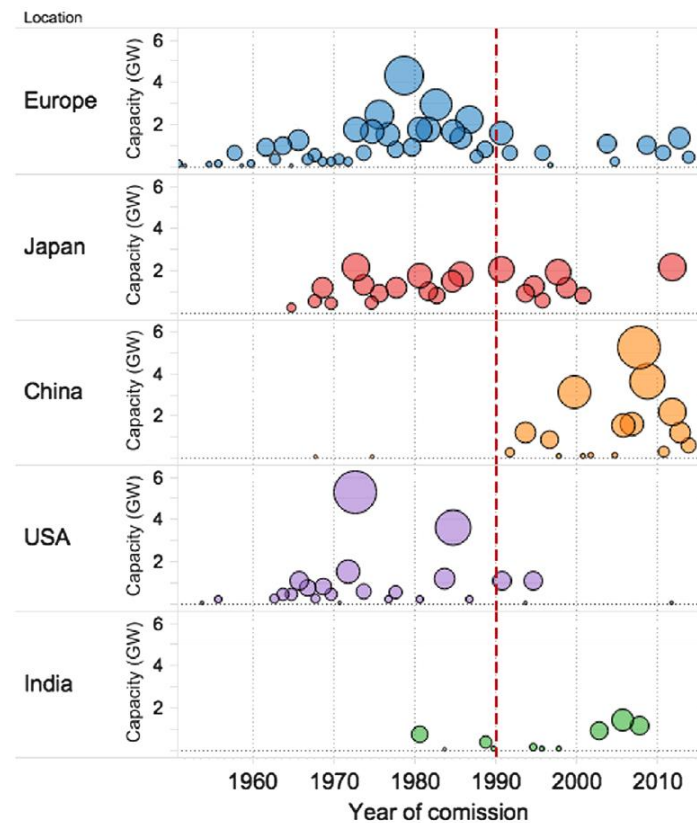
- Samina

Experiência Internacional



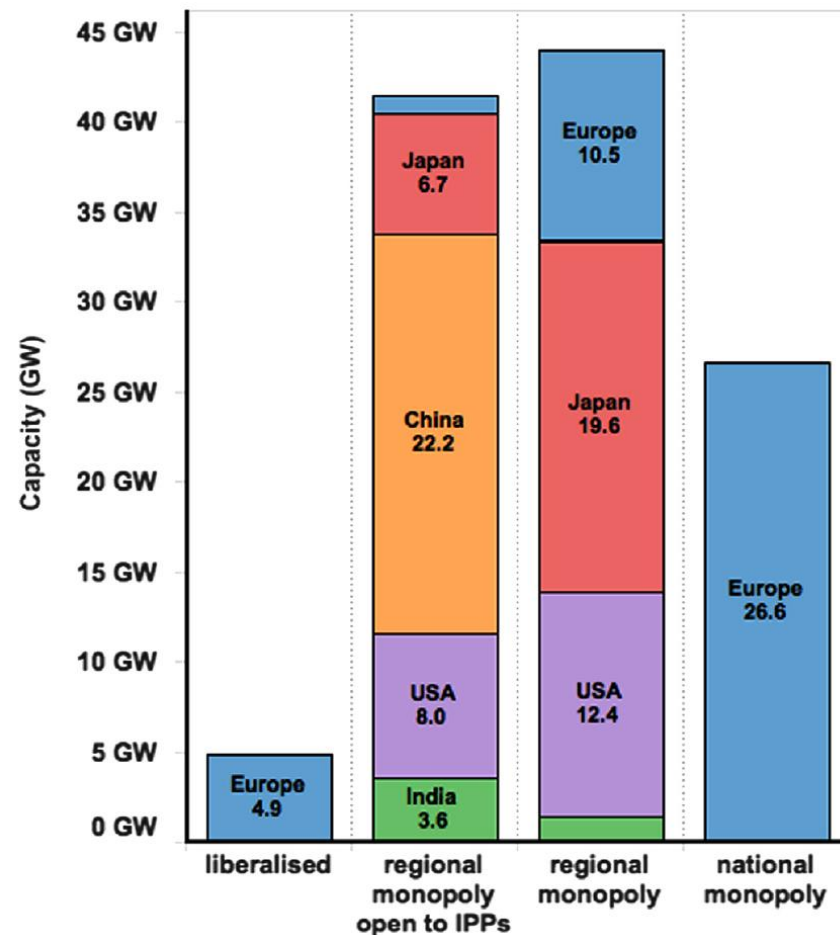
Fonte: Barbour *et al.* (2016).

a



Experiência Internacional

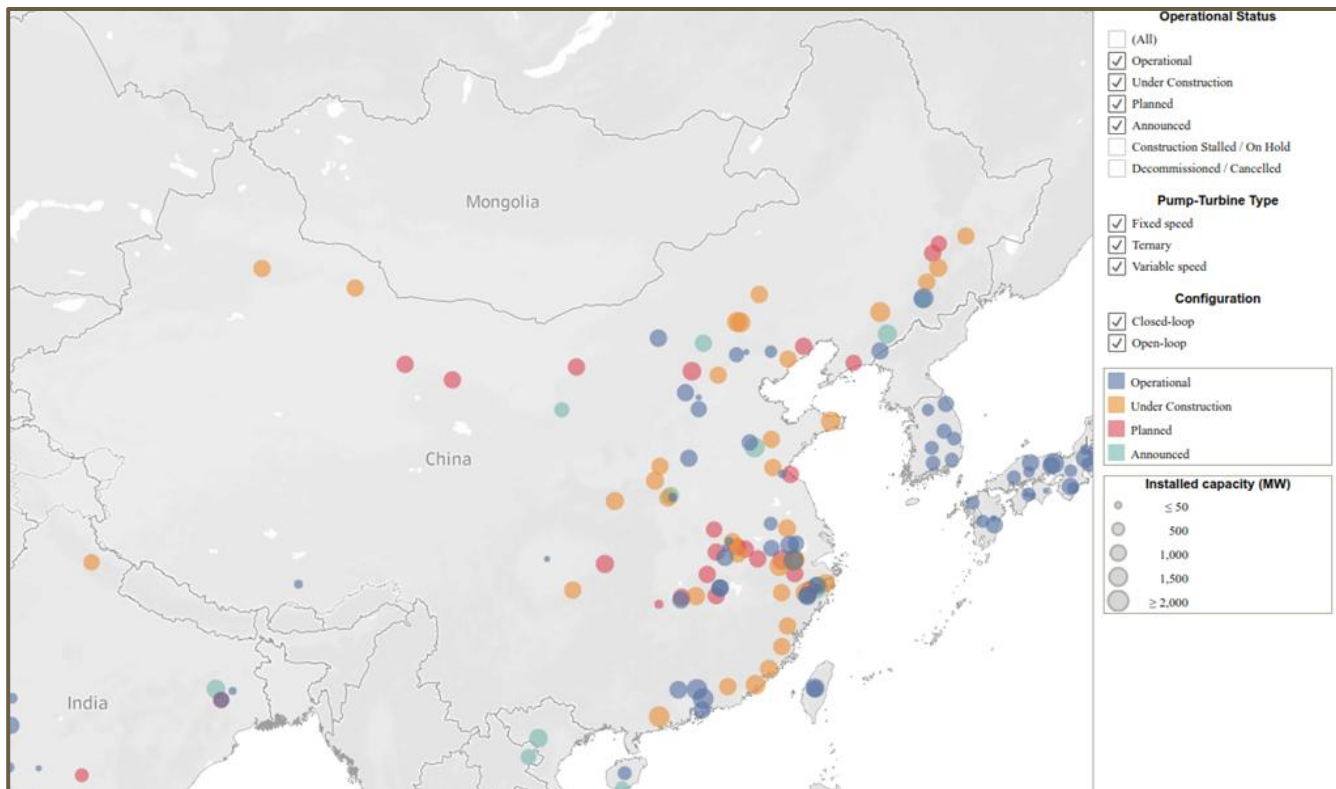
- 95% das UHR existentes foram construídas em condições de monopólio (nacional ou regional);
- Menos de 5% foram comissionadas em mercados liberalizados;
- Recentemente, os investimento em UHR tem ocorrido, principalmente, em mercados que ainda estão sob propriedade pública;



Fonte: Barbour *et al.* (2016).

Experiências Internacionais: UHR na China

<https://www.hydropower.org/hydropower-pumped-storage-tool>



Experiências Internacionais: UHR na China

Construídas:

- 1) Número de projetos = 30
- 2) Capacidade instalada = 25.745 GW
- 3) A maior barragem superior = 161 metros.
- 4) A maior barragem inferior = 107.5 metros.
- 5) O maior capacidade instalada = 2.4 GW.
- 6) Maior área do reservatório superior = 150 km²
- 7) Maior área do reservatório inferior = 12,32 km²
- 8) Maior potencia por turbina = 375 MW

Em construção e planejamento:

- 1) Número de projetos = 39
- 2) Capacidade instalada = 55.09 GW
- 3) A maior barragem superior = 182.3 metros.
- 4) A maior barragem inferior = 107.5 metros.
- 5) O maior capacidade instalada = 3.6 GW UHR
Fengning
- 6) Maior área do reservatório superior = 3,47 km²
- 7) Maior área do reservatório inferior = 4,96 km²
- 8) Maior potencia por turbina = 400 MW

Experiência Internacional: China

- O estado é o maior dono da infraestrutura do sistema elétrico (incluindo 95% das UHR instaladas).
- A State Grid Corporation of China é a maior proprietária de UHR no mundo em capacidade (15GW).

Ownership of PHES on a per GW basis and number of plants.

ownership company	Location	Number of plants	Total Installed Capacity (GW)
SGCC	China	17	15.2
ENEL	Europe	24	8.3
Tokyo EPCO	Japan	9	7.3
EDF	Europe	12	6.2
J-Power	Japan	7	5.0
Kansai EPCO	Japan	4	4.9
CSPSG	China	3	4.9
Iberdrola	Europe	11	4.9
GDF Suez	Europe & USA	8	4.7
Chugoku EPCO	Japan	5	3.2

Fonte: Barbour *et al.* (2015).

Experiência Internacional: China (1968-2002)

- **Regime de operação Unificado:**
 - Maior parte das UHR antes de 2002.
 - UHR são propriedades da rede e operadas pela rede.
 - Não há conflito de interesse entre operador e proprietário.

- **Regime de operação independente:**
 - Nesse regime as UHR são entidades individuais.
 - a) **Operação própria:** tarifa *feed-in* de geração
 - b) **Comissionada:** tarifa de duas partes: capacidade e geração
 - c) **Arrendamento Negociado:** tarifa de arrendamento

Experiência Internacional: China (2003-2014)

- Em 2002 o governo começou uma reestruturação radical no sistema elétrico
- Divisão da State Power Corporation of China em duas empresas regionais de transmissão e distribuição e cinco grandes empresas de geração.
- Nesse período aumentou muito a construção de UHR.
- Duas novas políticas.

Experiência Internacional: China (2003-2014)

Documento N° 71 (2004)

- UHR devem servir sobretudo à rede e ser construídas e operadas pela rede para assegurar as necessidades da rede.
- Os custos de construção e de operação das UHR devem ser consolidados nos custos de operação da rede aprovados pelo governo.

Documento N° 1571 (2007)

- Esse documento foi feito para as UHR que estavam em construção antes da promulgação do decreto N° 71 e ainda não tinham sido comissionadas.
- Esse documento levou ao desenvolvimento de dois novos regimes de tarifas:

Experiência Internacional: China (2003-2014)

d) Modelo de tarifa integrado de T/D:

- Os custos de construção e operação dessas usinas devem ser integrados nos custos operação da rede.
- As UHR são na verdade tratadas como ativos (ou instalações) da rede.
- Os custos são recuperados pelas tarifas pagas por todos os consumidores de energia elétrica.

e) Modelo de arrendamento aprovado pelo governo:

- De acordo com o documento nº 1571, plantas operando dentro do modelo de arrendamento devem buscar aprovação do governo para o preço do arrendamento.

Experiência Internacional: China (a partir de 2014)

Novas Políticas adotadas em 2014

- 1) Documento nº 2482: mais políticas de desenvolvimento de UHR
 - 2) Documento nº 1763: tarifa revisada de eletricidade para UHR
- Esses documentos tentaram encorajar a introdução de mecanismos de mercado para assegurar que os investidores não tenham prejuízo, com o intuito de tornar os investimentos mais atrativos.
 - Exemplo: Tarifa 2 partes e FIT para remunerar serviços ancilares das UHR.

Experiência Internacional: China

Conclusões

- As UHR na China têm servido como ferramentas operacionais da rede e suas particularidades econômicas tem sido pouco consideradas.
- O governo tem feito as UHR serem construídas e operadas pela rede e o seu custo de operação é integrado no custo de operação total da rede.

Experiências Internacionais: UHR no Chile



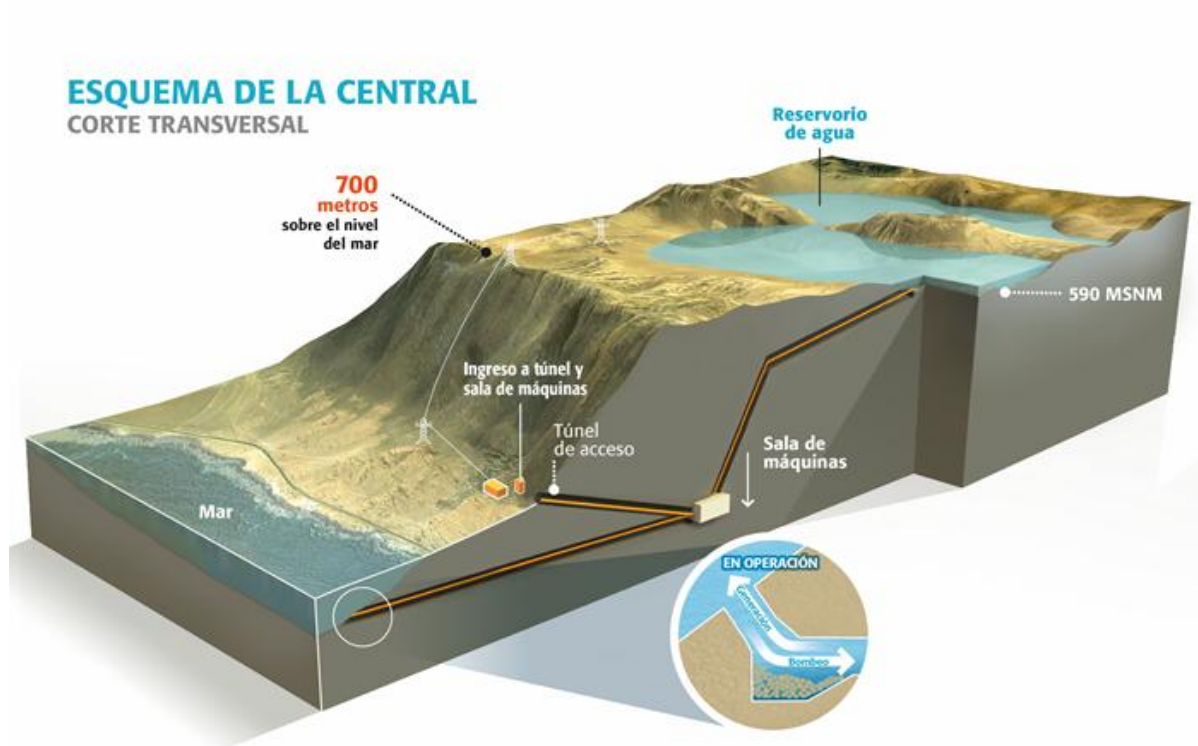
Experiências Internacionais: UHR no Chile

UHR marítima combinada com geração de energia solar

- Capacidade instalada:
 - Solar – 600MW
 - UHR – 300MW
- UHR aproveita a geografia do local Sendo desnecessária a construção de uma barragem.
- Menor custo de implementação do mundo.
- Forte apelo ambiental do projeto.



Experiências Internacionais: UHR no Chile



Experiência Internacional: Chile

UHR Espejo de Tarapaca

- Início das obras previstos para 2020, com conclusão em 2025
- Construída como parte de uma solução de geração solar;
- O projeto pretende obter um PPA para vender energia solar com perfil de geração de base viabilizado por uma UHR de ciclo fechado que usa o mar como reservatório inferior;
- Apoio financeiro do The Green Climate Fund na fase final de desenvolvimento do projeto;

Experiência Internacional: Suíça

- No passado as UHR traziam flexibilidade ao sistema com alta geração nuclear.
- Hoje principal função é fazer a integração com as fontes renováveis.
- Altos níveis de interconexão com outros países, as UHR podem explorar diferenciais de preços entre vários mercados
 - Em 2010 a média de preço da exportação foi 36,6% superior à importação.
- As UHR são conhecidas como as **“baterias verdes da Europa”**.

Experiência Internacional: Suíça

- Acreditava-se ser muito lucrativo a construção de novas UHR ao custo da arbitragem de energia, conseqüentemente houve um aumento na capacidade: de 1,4 GW em 2011 para 3,54GW em 2020. Principais projetos:
 - Limmern, 1 GW:
 - Nant de Drance, 900MW:
- No entanto, devido a alta penetração de fontes intermitentes na Europa, podendo ser vendida mais barata através de subsídios do governo, impossibilitaram as UHR de operar de uma forma lucrativa.

Experiência Internacional: Suíça

- Apesar da grande importância das UHR no sistema, as empresas não são mais rentáveis.
- Alguns **projetos de UHR foram suspensos**, outros têm retornos decepcionantes;
- Em 2016, a Axpo lançou como **prejuízo (*impairment*)** 540 milhões de francos suíços referentes ao investimento na recém construída planta de Limmern que teve que ser desativada.

Experiência Internacional: Índia

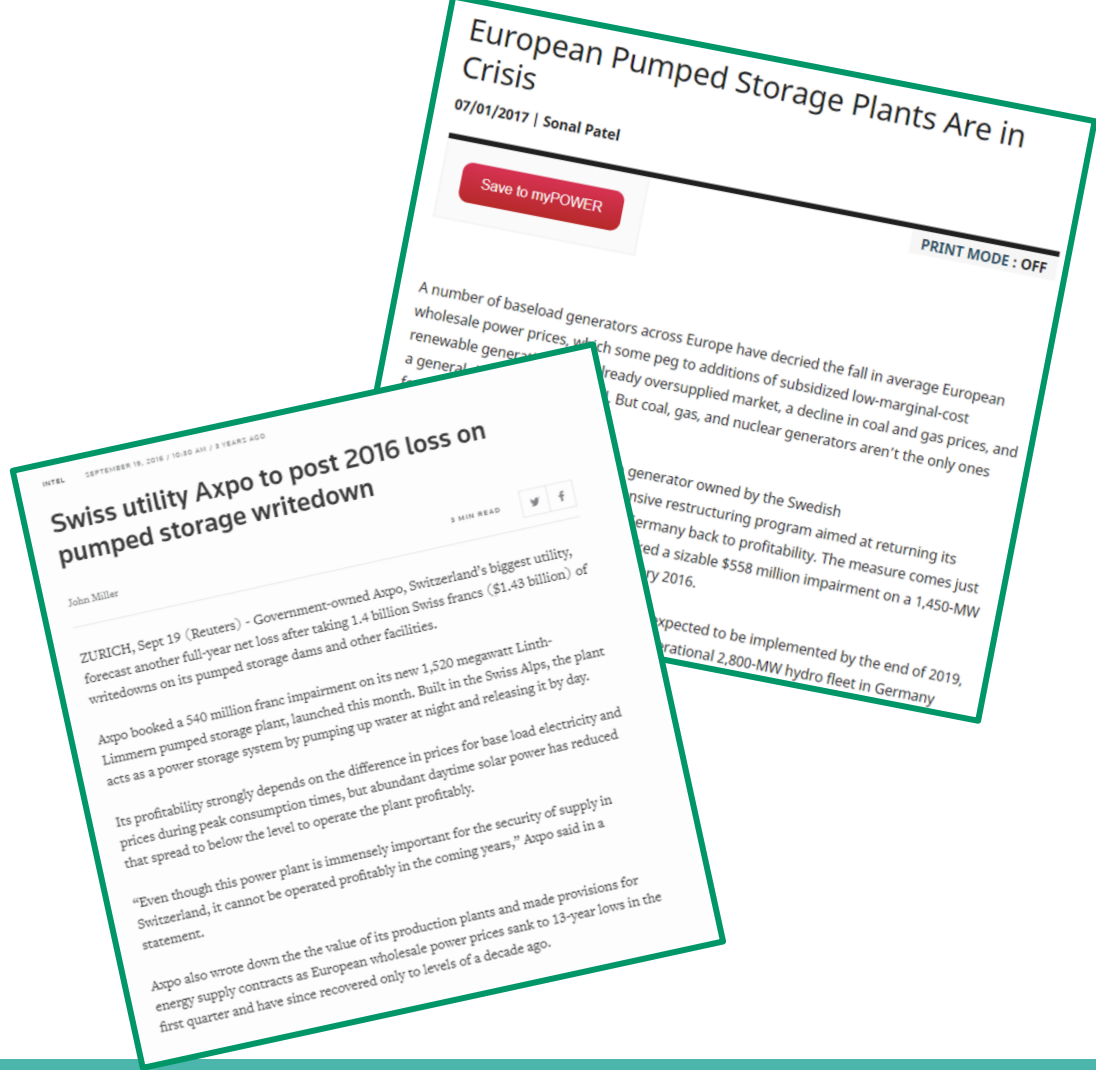
- Mercado de eletricidade **parcialmente liberalizado** - o WEMI. A Comissão Central de Regulamentação da Eletricidade (CERC) é a responsável pela promoção da concorrência no atacado e pela regulação da transmissão (acesso aberto);
- Os **governos central e estadual possuem a maior parte da geração**, embora a participação do **setor privado esteja aumentando**;
- Existem quatro mecanismos de negociação no WEMI; longo prazo, contratos bilaterais, contratos bilaterais de curto prazo, intercâmbios de oportunidade
 - Mais de **90% da eletricidade é negociada em contratos de longo prazo**;
- Devido ao **déficit no atendimento de pico de demanda**, há uma pressão para a alta nos preços da eletricidade. O congestionamento da transmissão, especialmente entre as regiões leste-norte e leste-oeste, também eleva os preços.

Experiência Internacional: Índia

- A Índia planeja a entrada de mais de **120 GW de capacidade**, a maior parte oriunda de carvão mineral;
- Em geral, as **UHR celebram PPAs de longo prazo com empresas estatais**, as quais fornecem eletricidade em períodos fora de ponta, em troca de geração de eletricidade em horários de ponta;
- Além disso, **projetos UHR de ciclo aberto apresentam obstáculos para sua inserção**, pois concorrem com o **uso dos recursos hídricos para irrigação**, haja vista a baixa disponibilidade de água na região;
- Exemplo: Construção da **UHR Tehri (1GW)**, em Uttarakhand, da *Tehri Hydro Development Corporation India*, **joint venture entre o governo federal e o governo estadual de Uttar Pradesh**;

Considerações Finais

- Dificuldades enfrentadas em mercados liberalizados;
 - Alemanha: Vattenfall
 - Suíça: Linth-Limmern



Considerações Finais

A maior parte das UHR foi construída em países que não liberalizaram plenamente seus mercados de energia.

Sustentabilidade de UHR em modelos liberalizados é problemática.

- Geradores que têm receitas apenas no mercado de energia têm rentabilidade comprometida devido à baixa dos preços decorrente do aumento da geração renovável.
- Enquadramento regulatório da **UHR como geração** e modelo de remuneração baseada em **arbitragem** não justifica investimentos em UHR;

Em uma análise preliminar enquadramento de UHR como serviço de rede parece um caminho mais promissor:

- Remuneração baseada em custos evitados e benefícios sistêmicos.