

ANTÔNIO HARLEY ANSELMO

Sócio Fundador

AHRPI Consultoria Ltda

A stylized graphic on the left side of the slide. It features a large teal turbine-like shape with a central blue hub and radiating blades. Below it are teal and blue wavy lines representing water. A yellow arc is positioned above the waves, resembling a rising sun or a dam structure. The entire graphic is set against a dark teal background.

8^a

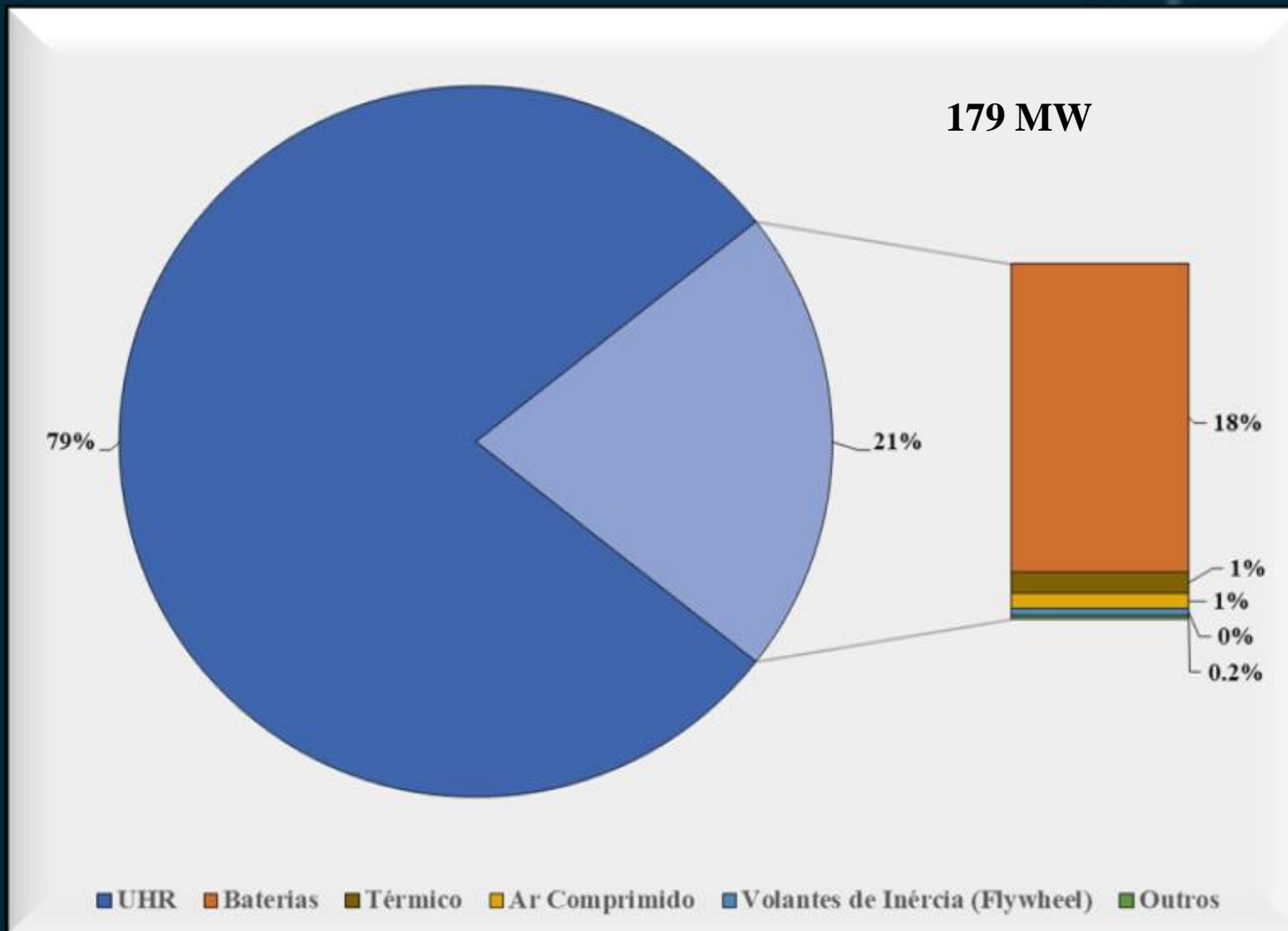
**CONFERÊNCIA NACIONAL
DE PCHs e CGHs**

USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS

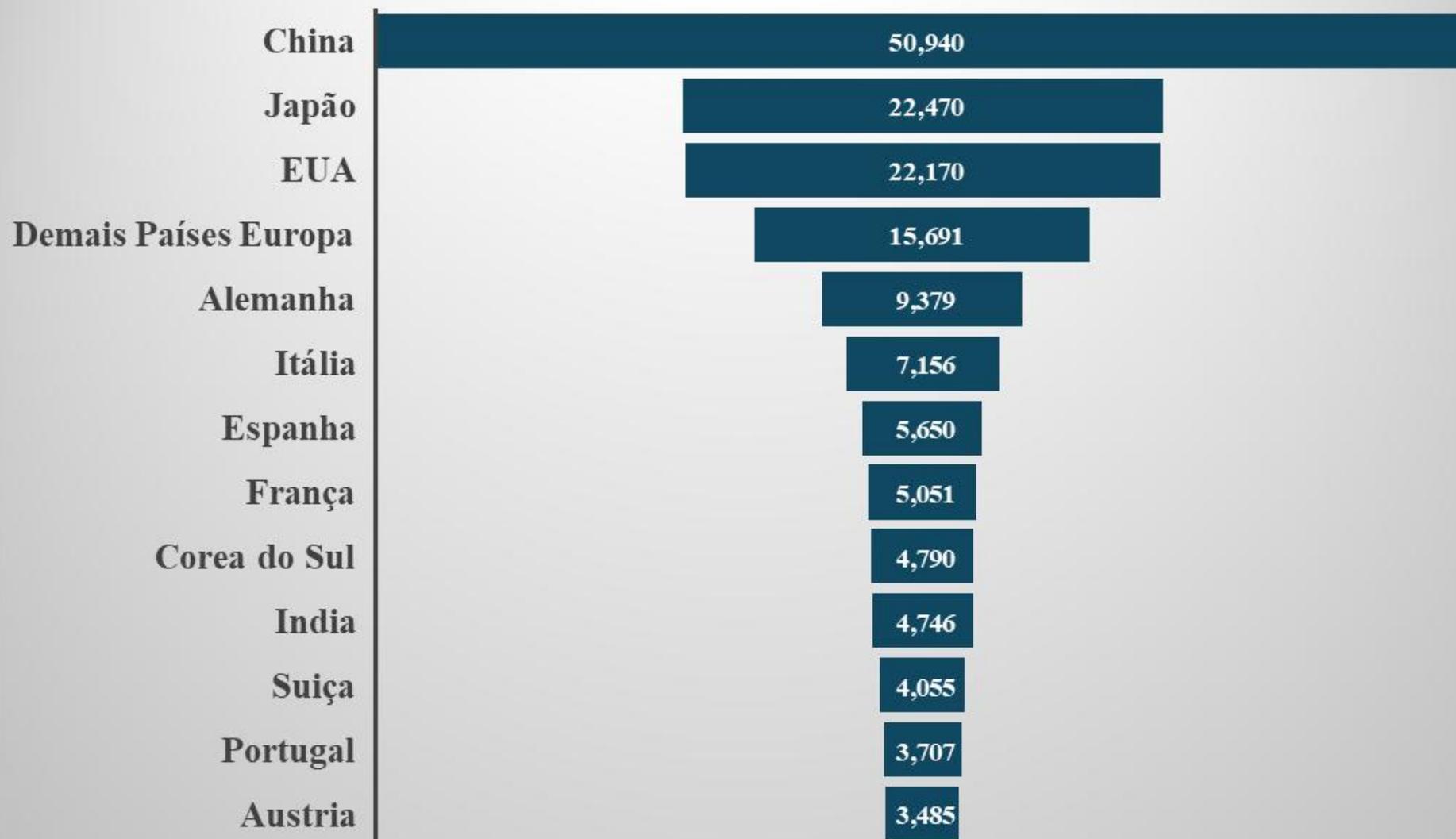


8^a CONFERÊNCIA
NACIONAL
DE PCHs e CGHs

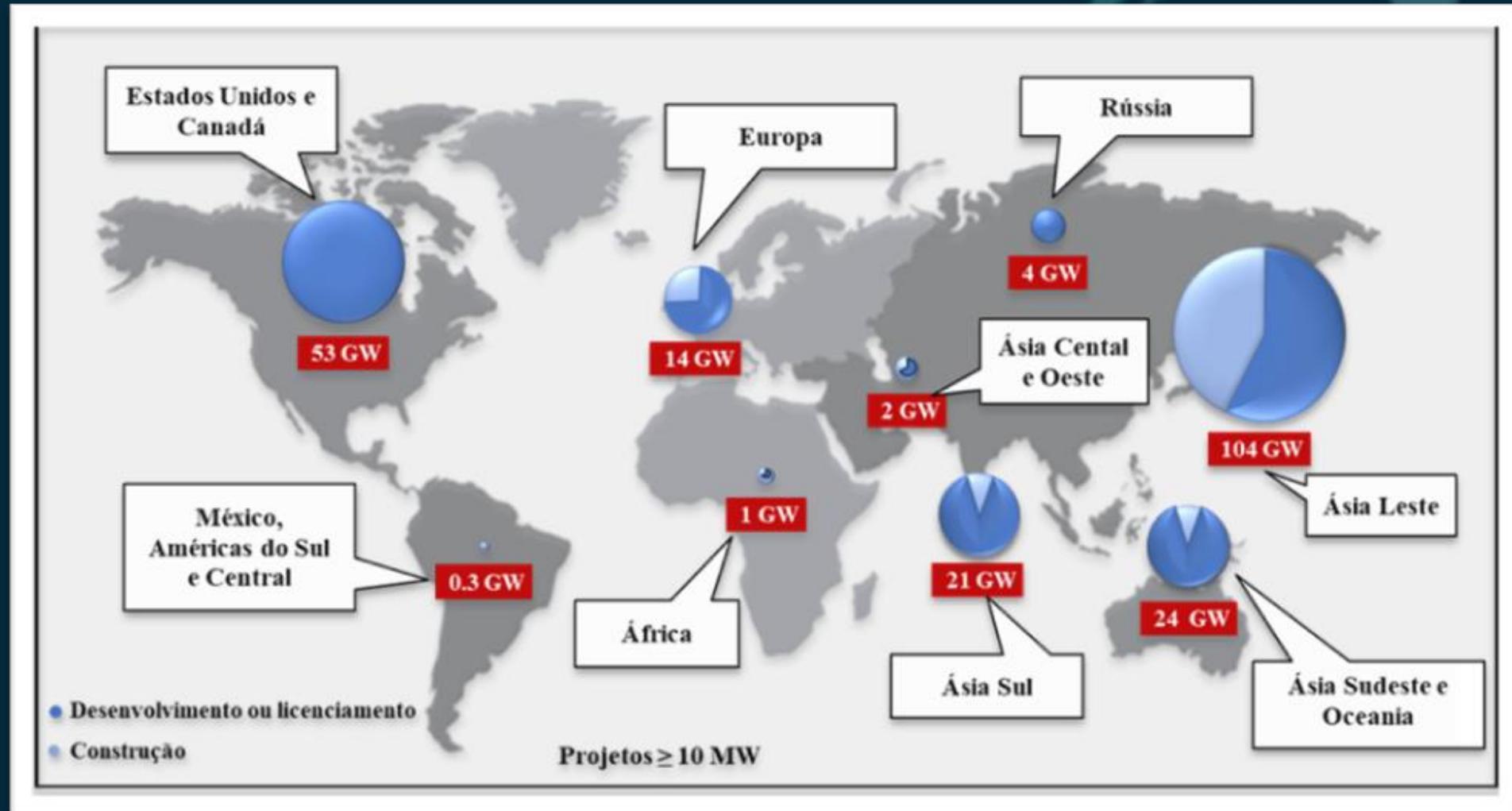
Capacidade Global de Armazenamento Instalada - 2024



UHR - Capacidade Instalada - MW



Pipeline de Desenvolvimento e Construção de UHRs até 2050



Classificação das Usinas Reversíveis

CLASSIFICAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS

Reservatório

- Circuito Aberto
- Circuito Fechado
- Ciclo Semiaberto
- Pump-Back

Velocidade

- Fixa
- Ajustável

**Conjuntos de Geração e
Bombeamento**

- Binário
- Ternário
- Quaternário

Tempo de Armazenamento

- Plurianual
- Semanal
- Diário
- Horário

Característica	Circuito Aberto	Circuito Fechado	Circuito Semiaberto
Descrição	A água é captada de um corpo hídrico e devolvida após o uso.	A água é totalmente recirculada dentro do sistema.	A água é reciclada, mas parte dela pode ser descartada para um corpo hídrico.
Exemplos de Uso	Usinas que utilizam água de rios ou lagos	Usinas que armazenam água em reservatórios internos.	Usinas que podem utilizar ambos os sistemas de abordagem
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Menor custo de construção inicial. - Pode ser integrada à infraestrutura existente de rios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor impacto ambiental, pois não há descarte de água externa. - Alta eficiência no uso da água. 	<p>Melhor equilíbrio entre uso de água e eficiência de armazenamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidade no uso de recursos hídricos.

Característica	Circuito Aberto	Circuito Fechado	Circuito Semiaberto
Desafios	<p>Maior impacto ambiental devido ao descarte de água.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependência das condições hidrológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo inicial e necessidade de espaço para os reservatórios. - Requer manutenção da água com qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento complexo dos recursos hídricos. - Pode ter impacto ambiental dependendo do volume de água descartada.
Eficiência Energética	Alta, mas pode variar com a quantidade de água disponível.	Muito alta (70-90%), uma vez que a água é recirculada.	Alta, mas depende do grau de recirculação e do desenho da usina.
Flexibilidade Operacional	Moderada, pois depende do fluxo do rio e de variáveis externas.	Alta, já que o sistema é controlável e independente de condições externas.	Alta, combinando as características de ambos os sistemas.
Implicações de Sustentabilidade	Pode afetar ecossistemas locais devido ao fluxo de água.	Sustentável em termos de uso de água, com menos impactos externos	Sustentabilidade variável, dependendo da quantidade de água descartada no sistema.

Estudo Comparativo do LCOS – UHR x Bateria Íon-lítio

PREMISSAS TÉCNICAS DE CÁLCULO						
Tecnologia	Potência	Horas	Ciclos	Eficiência	DoD	Vida útil
	(MW)	(horas)	(Dias / ano)	(%)	(%)	Anos
Bateria íon-lítio	100	4	350	70	-	(30)
		6	350	90	90	20
		8	350	90	90	20
UHR	100	8	350	90	90	20

Estudo Comparativo do LCOS – UHR x Bateria Íon-lítio

Critério da Simulação Montecarlo:

1. Séries com 500 variáveis aleatórias, geradas através de distribuição normal;
2. Premissas de custo variadas:
 - a. CAPEX;
 - b. OPEX;
 - c. CAPEX de Reposição;
 - d. Custo Descomissionamento; e
 - e. Valor Residual.
3. Outras premissas financeiras não variadas
 - a. Energia de carregamento ou bombeamento;
 - b. Taxa interna de retorno; e
 - c. Impostos, Taxas e Encargos.

Estudo Comparativo do LCOS – UHR x Bateria Íon-lítio

Critério da Simulação Montecarlo:

4 . Premissas de técnicas variadas:

- a. Ciclo de vida; e
- b. Número de Ciclos.

5 . Outras premissas técnicas não variadas

- a. DoD (Profundidade de descarga – baterias); e
- b. Eficiência.



Estudo Comparativo do LCOS – UHR x Bateria Íon-lítio

Resultado da Simulação Montecarlo:

LCOS – US\$/MWh				
Tecnologia	Horas	20 anos	40 anos	60 anos
Bateria Íon-lítio	4	75,03	126,66	134,98
	6	135,89	169,96	233,58
	8	183,06	230,91	273,88
UHR	8	30 anos		82,13

Considerações Finais

- a) Enquanto as UHRs se sobressaem em contextos de armazenamento prolongado com elevada eficiência, as baterias proporcionam uma flexibilidade superior para circunstâncias de curto prazo e aplicações específicas. A equação entre custo, eficácia e duração deve orientar a seleção da tecnologia em empreendimentos futuros;
- b) **Circuito Aberto:** Ideal para locais onde a disponibilidade de água é abundante, mas com maior risco de impactos ambientais;
- c) **Circuito Fechado:** Melhor para preservação ambiental e eficiência na utilização da água, embora o custo inicial alto;
- d) **Circuito Semiaberto:** Proporciona um balanço entre reutilização de recursos hídricos e eficiência, mas requer uma gestão cuidadosa.

Considerações Finais

A escolha entre esses sistemas depende de vários fatores, incluindo características geográficas, ambientais, custos, e as necessidades energéticas locais. Cada modelo tem seu papel na construção de uma infraestrutura de energia que seja resiliente, eficiente e sustentável

AGRADECIMENTO

ANTÔNIO HARLEY ANSELMO

Tel.: +55 (31) 99746 2072

e-mail: harley@ahrpi.com.br

