



I - Simpósio Nacional de Segurança de Barragens para Abastecimento e Irrigação

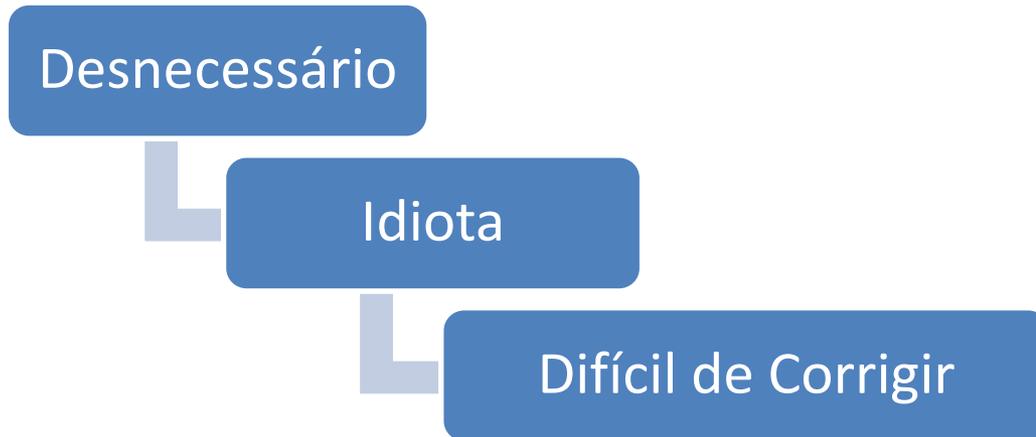
Curitiba, Outubro de 2019

DEMONIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS, UM ERRO PERFEITO.

Artigo publicado por FRANCISCO L. S. GOMIDE na Edição Nº 12 - 06/09/2019



Erro perfeito...



Oposição à implantação de reservatórios

Dentre os erros cometidos de forma desnecessária e sem qualquer base racional, convencionaram-se chamar de “erros perfeitos” aqueles que são difíceis de corrigir. É o caso da oposição à implantação de reservatórios de água, erro originado em países desenvolvidos e alegremente recepcionado por pessoas desinformadas distribuídas pelo mundo afora.



氾 + 口 = 治

rio

+ dique

ordem política

Reservatórios têm uma história de sucesso de mais de quatro mil anos como único instrumento disponível para controlarem-se os extremos do ciclo hidrológico. Apesar disso, nos últimos quarenta anos, a implantação de reservatórios vem sendo atacada por organizações e grupos de indivíduos equivocados. Apesar de errados, desnecessários e irracionais, esses ataques criaram fortes convicções e, ainda que não tenham conquistado muitas mentes, certamente conquistaram muitos corações.

A frase do “politicamente correto”...



Para ilustrar que a demonização dos reservatórios tornou-se um erro difícil de corrigir, basta notar o cuidado excepcional tomado pelos adeptos do “politicamente correto” para não listar hidroeletricidade entre as formas de energia renovável: “Apoiamos a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, como eólica e solar”, dizem eles, economizando palavras e ideias.



Apresentemente, a intenção inicial era fomentar a oposição à construção de usinas hidroelétricas. No entanto, considerando a dificuldade de criticar uma forma tão barata e natural de gerar eletricidade, limpa, renovável e baseada em tecnologia estabelecida, esses estrategistas do atraso tiveram a infeliz ideia de atacar o que consideram o calcanhar de Aquiles da hidroeletricidade: o reservatório.

Engenharia é a arte de aplicar-se Ciência para a conversão ótima de recursos naturais em benefícios para a humanidade

RESERVATÓRIOS

Abastecimento doméstico

Abastecimento comercial

Abastecimento industrial

Saneamento básico

Controle de cheias

Mitigação de estiagens

Geração de energia elétrica

Irrigação

Navegação

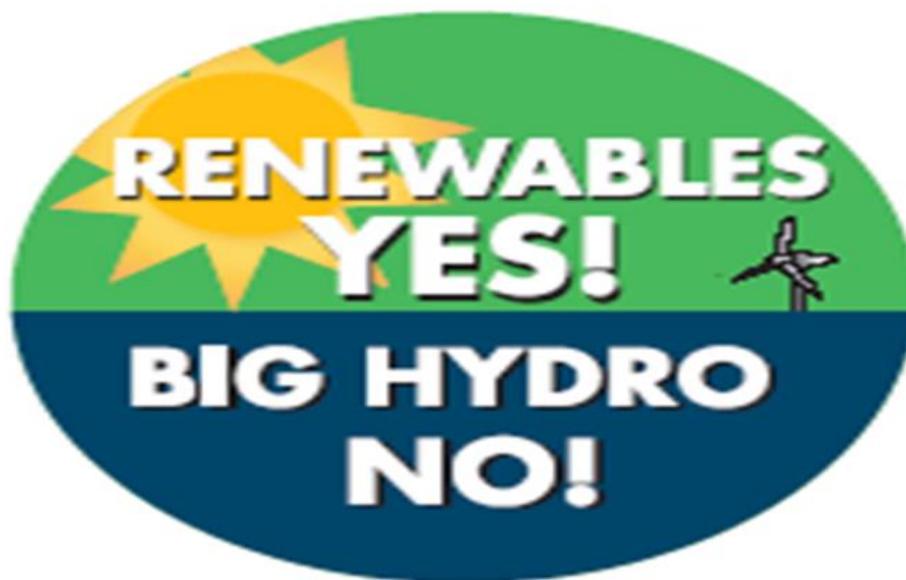
Piscicultura

Recreação

A tentativa de demonização de reservatórios estendeu-se automaticamente às obras de retenção (barragens) que os criam e às obras hidráulicas a elas associadas no processo de conversão ótima do armazenamento de água em benefícios para os seres humanos.

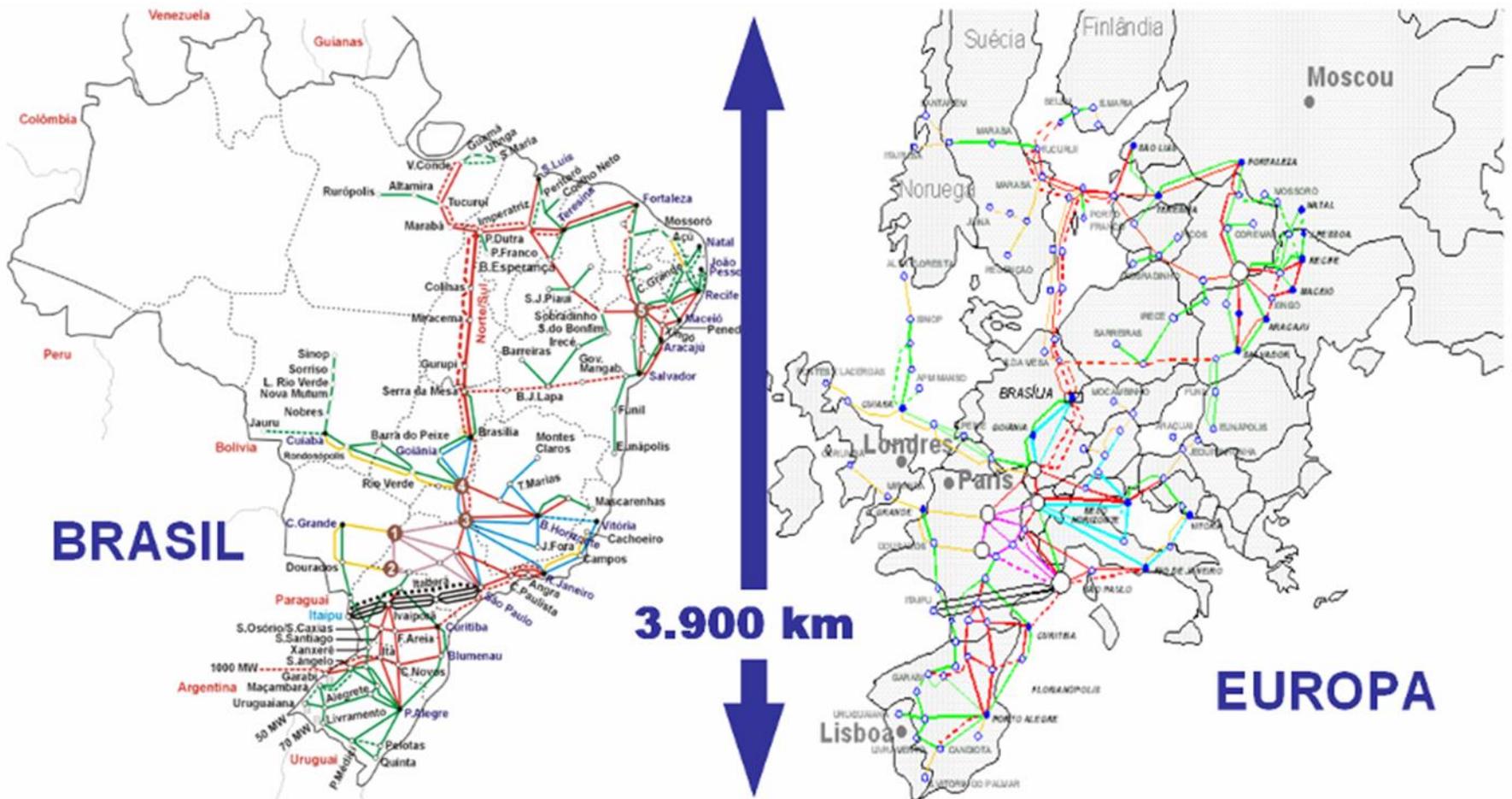
Esses benefícios não são poucos, começando pela regularização de vazões para o abastecimento doméstico, comercial e industrial de água e para o saneamento básico, o controle de cheias e a mitigação de estiagens. Reservatórios e suas barragens possibilitam também a geração de energia elétrica limpa e renovável, a irrigação e a navegação. E ainda a piscicultura e a recreação.

IRRN



É inaceitável que essa oposição irracional a obras hidráulicas tenha progredido tanto em um país como o Brasil, dotado de imensas riquezas naturais, exuberantes recursos hídricos e ao mesmo tempo, enormes carências infra estruturais e desigualdade social.

Não são poucas as pessoas que ignoram que a América do Sul é chamada de “Continentes Água” porque o total anual de precipitação pluvial é superior ao dobro do observado nos demais continentes (1600 mm versus 790 mm na Austrália e Oceania, o segundo lugar). No Brasil, o total anual médio precipitado é ainda maior: 1800 mm. Na Amazônia, excede 2400 mm!



O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) implantou o Sistema Interligado Nacional (SIN) para tirar proveito da diversidade hidrológica característica do regime de chuvas do país. Foram décadas de planejamento e investimentos em um robusto sistema de transmissão de energia em alta tensão que possibilita a operação integrada de todas as usinas elétricas do país.

Assim, quando as vazões afluentes aos reservatórios de determinada região são baixas, a geração é aumentada em outras regiões e transportada pelo sistema de transmissão para os centros de consumo. O aspecto técnico interessante dessa operação integrada é que ela possibilita a minimização do armazenamento total do sistema elétrico.

Sendo $\{Y_{t,s}\}$ uma sequência de “entradas” (do que quer que seja, vazões, energia, etc.) nos instantes $t=1,\dots,n$ e nos locais $s=1,\dots,S$

Sendo $\{Z_t\}$ e $\{X_t\}$ séries temporais representando “somadas de entradas” e “entradas líquidas totais”, respectivamente

Então o armazenamento necessário para a regularização de uma percentagem 100. $(Z_{firme} / Z_{média})\%$ da vazão (ou energia) média será dado pelo máximo déficit acumulado, definido por

$$\{ Z_t = \sum Y_{t,s} ; t = 1, \dots, n \}$$

$$\{ X_t = Z_t - Z_{firme} ; t = 1, \dots, n \}$$

$$D_n = \min(1 < j < k < n) (-X_j - X_{j+1} - X_{j+2} - \dots - X_{k-2} - X_{k-1} - X_k)$$

Probabilisticamente falando, esse armazenamento total de energia é proporcional ao desvio padrão da soma de todas as afluições de energia às respectivas usinas. Assim, energias que não podem ser armazenadas, como eólicas, solares e hidráulicas a fio de água aumentam o desvio padrão da soma das afluições, mas não aumentam o armazenamento total: tiram vantagem do sistema integrado sem necessariamente compensá-lo.

A função densidade de probabilidade (assintótica) do máximo déficit acumulado, para 100% de regularização é dada pela expressão abaixo, onde $\phi(\cdot)$ é a função densidade normal padrão:

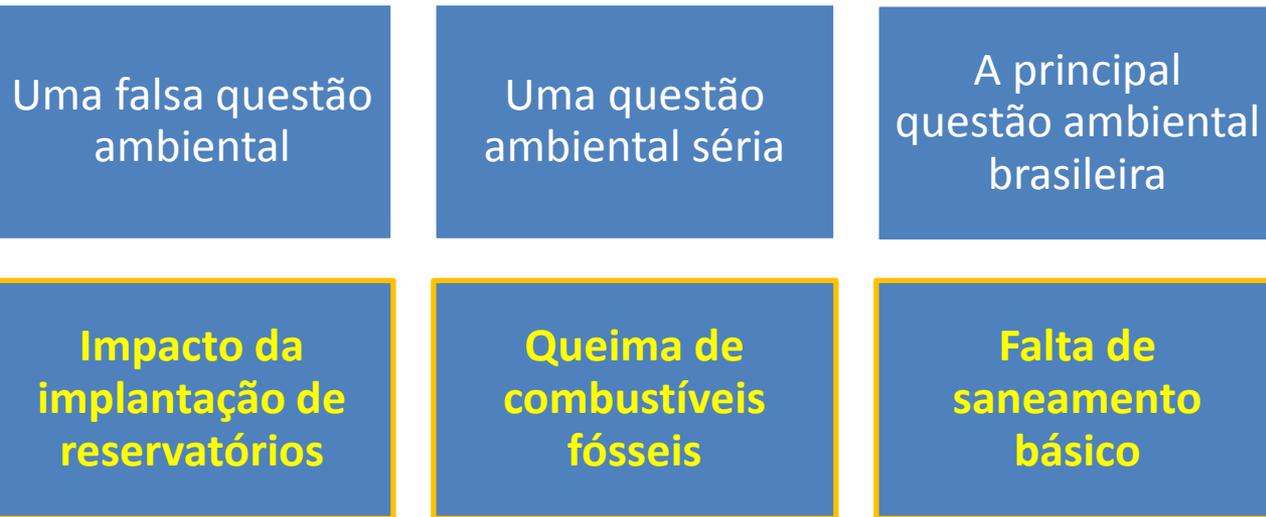
$$f_{D_n/v_n}(z) = 4. [\phi(z) - 3.\phi(3z) + 5.\phi(5z) - 7.\phi(7z) + \dots]$$

Com a função densidade pode-se obter o valor esperado do máximo déficit acumulado, que é diretamente proporcional ao desvio padrão da soma $X_1 + X_2 + \dots + X_n$.

$$E[D_n] = \sqrt{(\pi/2)} \cdot \sigma \cdot \sqrt{n} = 1,2533 \cdot \sigma \cdot \sqrt{n}$$

Assim, ironicamente, quando investimos em energia eólica e solar, aumentamos a necessidade de implantar reservatórios de água para “firmar” a produção total de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Além de indispensáveis, reservatórios podem também compensar diretamente a intermitência inevitável das usinas eólicas e solares, funcionando como gigantescas baterias, acopladas a usinas reversíveis.

Também ironicamente, a eventual ocorrência de mudanças climáticas, por aumentarem o desvio padrão das afluências pela exacerbação dos extremos do ciclo hidrológico, demandará que se aumente o armazenamento total do sistema. Em suma, apesar das tentativas de demonização, precisamos de mais reservatórios.



Em paralelo à campanha contra reservatórios (uma falsa questão), desenvolveu-se a campanha contra a queima de combustíveis fósseis (uma questão séria). A falsa questão prejudicou profundamente o planejamento da expansão da geração de eletricidade no Brasil. Curiosamente, a questão séria não foi enfrentada no Brasil: pelo contrário, nos últimos quarenta anos, praticamente decuplicou-se a parcela de geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis: de cerca de 2% para cerca de 20%. E o que é mais alarmante: não se tem notícia de campanhas contra o real e principal problema ambiental do país, a falta de saneamento básico, de qualidade da água, de coleta e tratamento de esgotos.

APÊNDICE

Fareed Zakaria/Global Public Square/CNN /Aug,5th 2018

“ What in the World ”

- The electrifying story of the Hoover Dam*
- A dam cool idea*
- The clean energy future has arrived*
- The Achilles heel of the renewable revolution*



10:23 AM ET

VICES PRODUCED BY CHINESE MANUFACTURERS ZTE AND HUAWEI ▶ WAI



Organização Industrial e Engenharia

Obrigado pela atenção

Francisco Luiz Sibut Gomide

Engenheiro Civil, Economista, Ph.D. em Recursos Hídricos, foi Ministro de Minas e Energia (2002), Presidente da Escelsa e Enersul (1995-2001), Diretor Geral Brasileiro da Itaipu Binacional (1993-1995), Presidente da Copel (1986-1993), Diretor de Administração e Finanças da Copel (1983-1986), Presidente (1985-1987) e Diretor(1977-1979) da Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos e Professor Titular de Engenharia de Recursos Hídricos da Universidade Federal do Paraná. Atualmente, é sócio proprietário da GMD Organização Industrial e Engenharia.