

GUIDO GUIDICINI  
WALMIR DUARTE JARDIM

# EVOLUÇÃO DA SEÇÃO DE BARRAGENS EM AÇUDES NO NORDESTE, DOS PRIMÓRDIOS ATÉ ORÓS



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

São Paulo, 2021

**2021, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE**

Av. Professor Almeida Prado, 532 – Prédio 36 – 2º andar

Cidade Universitária – São Paulo – SP – CEP: 05508-901

Impresso no Brasil

**Autores**

Guido Guidicini

Walmir Duarte Jardim

**Projeto Gráfico, Diagramação e Capa**

Rita Motta – Editora Tribo da Ilha

A ABGE, os autores, integrantes de equipe, revisores e o editor não possuem responsabilidade de qualquer natureza por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens originados do uso desta publicação.

**Todos os direitos reservados à ABGE**

# SÓCIOS PATROCINADORES DA ABGE



## PREFÁCIO

**A**migas e amigos da ABGE o Guido Guidicini e o Walmir Duarte Jardim nos presenteiam com este livro. Presente por ser uma agradável leitura, combinada com a excelente pesquisa bibliográfica acerca dos açudes do nordeste brasileiro, assim como com o retrospecto hidrológico invejável, que pautaram as considerações e explicaram a evolução das seções das barragens dos açudes na região.

Periodicamente se comenta sobre a seca que assola regiões específicas do Brasil, sempre se procurando explicações momentâneas do porquê que ocorrem. É certo que nossa memória hidrológica é bastante falha e não conseguimos, com certeza, identificar ao longo da nossa vida quando e onde estávamos quando da maior seca. Sempre o último evento nos parece o pior, na maioria das vezes. Mas o Guido e o Walmir buscaram o histórico da região, explicaram qual a relação das secas com o tamanho do reservatório e as correlações com a quantidade de água necessária e possível de ser armazenada, historiando e ilustrando a partir daí mais de 50 açudes do nordeste brasileiro.

Ao longo do livro também são citadas as estruturas governamentais e as pessoas que muito fizeram para que os açudes nordestinos fossem construídos com capacidade técnica, desde aproximadamente o ano de 1.600 até hoje, e sempre pautadas na evolução da engenharia mundial.

O texto leve, instrutivo e divertido, sem dúvida, são as características deste novo trabalho técnico da linha editorial da ABGE.

Agradeço imensamente aos autores, e desejo uma excelente leitura às associadas e associados da nossa magnífica Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental.

Um abraço,

**Delfino**

## APRESENTAÇÃO

Muito se falou em políticas de combate aos efeitos da seca no Nordeste brasileiro. Foram inúmeros os escritos que apontaram como solução inventiva do homem para o enfrentamento desse fenômeno climático: o açude. Esta palavra de origem árabe, “as-sudd”, importada pelo colonizador lusitano marcado pela influência dos mouros na península ibérica, representou para os nordestinos a síntese mágica do conhecimento grego-egípcio, onde o segredo é guardar num vaso fundo a água que chove numa bacia rasa. Pois, na percepção dessa cultura, a experiência demonstrava que a perda por evaporação não é proporcional ao volume do vaso, mas ao espelho d’água formado pela superfície deste.

À luz dessa contribuição da ciência, o açude ornamentou a paisagem da caatinga, plantando cidades e semeando o verde dos cultivos nobres da irrigação. Contudo, ainda faltava na bibliografia sobre o tema, resgatar para a história dessa saga de séculos, a evolução da obra de açudagem no Nordeste, e os decisivos passos para alcançar o modelo desse milagre da engenharia. Como o avançar nos conceitos e metodologias de uma obra integrada ao ambiente local, pois o açude diferentemente dos outros empreendimentos, é homem e natureza juntos. O primeiro faz o barramento e a outra propicia o lago.

O trabalho dos professores Guido Guidicini e Walmir Jardim vem contar a história dessa pirâmide do povo nordestino. Ao retratar a arquitetura dessa obra no tempo e no espaço da região, os autores o fazem de forma remissiva e didática. Verdadeiro manual da memória do DNOCS, resgatando o seu passado fecundo e a sua fonte de rico aprendizado.

Com a experiência de professores da matéria Guidicini e Jardim, apresentam uma análise criteriosa da tipologia das mais relevantes obras de açudagem que integram essa rede de manancial de água do semiárido nordestino. Obras que permitiram o povoamento, a sobrevivência e o desenvolvimento socioeconômico.

mico dessa população de vazanteiros, pescadores e ribeirinhos, que Paulo Guerra chamou de “Civilização da Seca”.

Os autores aproveitaram a pesquisa de arquivo para aclarar com o mesmo rigor técnico a história do Açude Orós, envolvendo o seu projeto, a obra, o acidente e a sua reconstrução, como fonte de ensinamento para as gerações futuras.

Como dois mestres barragistas que são, apresentaram o seu trabalho com um mostruário do avanço tecnológico do açude ao longo do tempo, adotando um conceito original de cinco gerações na cronologia do conhecimento técnico.

O coroamento dessa desafiante proposta é destacado no final do livro, quando é apresentado um estudo acadêmico das características dos materiais, equipamentos e métodos utilizados na estrutura das barragens, proporcionando um valioso acervo aos pensadores dessa matéria.

Por fim, o livro é um memorial da seca. Ao mesmo tempo em que é um resgate, é também um legado da história de uma terra em que a vida foi escrita pela água dos seus açudes.

**Hypérides Pereira de Macedo**  
(Fortaleza, setembro de 2021)

## AGRADECIMENTOS

**N**a elaboração deste livro, os autores contaram com o acesso à valiosa Biblioteca Zenaide Sá Carneiro da Cunha, do Departamento Nacional de Obras contra as Secas, que preserva a memória da açudagem no Nordeste, tendo o DNOCS desempenhado o principal papel de formulador e realizador da política de implantação da grande maioria das obras, ao longo de um período de tempo que ultrapassou um século já em 2010. A consulta aos arquivos da biblioteca foi, como não podia deixar de ser, extremamente produtiva, graças também à presteza da Sra. Emanuele Rodrigues Santos, a quem os autores apresentam seus agradecimentos.

Os autores receberam da Sra. Anésia Torres Vieira Bayma, Chefe da Biblioteca, a autorização para uso de imagens de publicações do acervo e a ela estendem os agradecimentos.

Os agradecimentos são extensivos a renomados especialistas em barragens no Nordeste, que contribuíram com valiosas observações e comentários para a melhora da qualidade e veracidade do texto. São eles: a Dra. Vanda Tereza Costa Malveira, atualmente Professora Adjunta da Universidade do Vale do Acaraú, que procedeu a criteriosa revisão do texto; o Prof. Hypérides Macedo, especialista no planejamento de recursos hídricos no Semi-árido do Nordeste, por ter emitido parecer a respeito da estruturação do texto, que serviu de incentivo para os autores; o Eng<sup>o</sup> Amilcar de Oliveira Magalhães, engenheiro do Dnocs desde 1973, por sua revisão final do texto e suas preciosas sugestões e a Geol<sup>a</sup> Lucrécia Nogueira de Sousa, coordenadora da Célula de Segurança de Barragens da SRH/CE, por seus diligentes esclarecimentos sobre características de alguns açudes do Estado do Ceará.

Ao Sr. Santiago Mesa os autores agradecem a concepção da capa, por ter expressado de maneira feliz o conceito de evolução que o livro procura transmitir.

Os autores expressam sua gratidão a todos que, de uma forma ou outra, relataram seus conhecimentos sobre o histórico das obras mencionadas neste livro, como por exemplo, o Sr. Francisco Araújo Carneiro, agente da COGERH no açude Amanari, que desde a primeira infância convive cotidianamente com o açude.

A ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, que edita este livro, tem desempenhado, desde sua criação em 1968, um contínuo e profícuo papel de incentivadora de avanços em sua esfera de atuação, promovendo eventos e divulgando inúmeras obras que hoje constituem um prestigioso acervo técnico à disposição de associados e demais interessados. A ela os autores agradecem por mais essa contribuição a favor do meio técnico, na pessoa de seu Presidente, o Engº Delfino Gambetti.

## DEDICATÓRIA

---

Os autores dedicam este livro à memória do eng. José Amaury de Aragão Araújo, com quem tiveram o prazer de conviver no passado e que foi o coordenador das duas primeiras edições do livro “Barragens no Nordeste do Brasil – Experiência do DNOCS em barragens na região semiárida”, com primeira edição em 1982 e segunda em 1990. Ambas as edições serviram de referência básica para a seleção de grande parte das obras que constituem o tema central do presente livro. Além disso, o denso conteúdo técnico, a apurada documentação e a primorosa apresentação gráfica das duas edições do livro do DNOCS muito facilitaram a elaboração do texto apresentado a seguir.

# SUMÁRIO

---

<b>1.</b>	A AÇUDAGEM .....	19
<b>2.</b>	AS SECAS .....	23
<b>3.</b>	O POLÍGONO DAS SECAS E O SEMIÁRIDO .....	27
<b>4.</b>	PRIMÓRDIOS DA CONSTRUÇÃO DOS AÇUDES.....	33
<b>5.</b>	criação da IOCS - INSPETORIA DE OBRAS CONTRA AS SECAS.....	41
<b>6.</b>	A IFOCS - INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS.....	43
<b>7.</b>	O DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS .....	45
<b>8.</b>	ATUAÇÃO DE OUTRAS ENTIDADES NO NORDESTE .....	47
<b>9.</b>	ASPECTOS TÉCNICOS NA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS .....	51
<b>10.</b>	CLASSIFICAÇÃO DOS AÇUDES.....	65
<b>11.</b>	CRITÉRIO DE SELEÇÃO DO TIPO DE BARRAGEM.....	71
<b>12.</b>	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS AÇUDES .....	79
<b>13.</b>	BARRAGENS DE CONCRETO E/OU ALVENARIA - BREVES RELATOS .....	91
<b>14.</b>	BARRAGENS DE TERRA E TERRA/ENROCAMENTO - BREVES RELATOS.....	117

<b>15.</b>	DESEMPENHO DAS OBRAS.....	237
<b>16.</b>	EVOLUÇÃO DE CONCEITOS DE PROJETO.....	243
<b>17.</b>	DESEMPENHO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS .....	257
<b>18.</b>	DESEMPENHO DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....	261
<b>19.</b>	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	273
	MATERIAL CONSULTADO.....	275

## SUMÁRIO

Na primeira metade do século XX, a engenharia de barragens de açudes no Nordeste viu-se compelida à construção de reservatórios capazes de armazenar volumes de água cada vez maiores, o que se refletiu no progressivo aumento das dimensões dos próprios barramentos. Esta contingência foi impulsionada pela necessidade de atender à demanda de água das populações urbanas e rurais, bem como à agricultura e à dessedentação de animais, para fazer face aos frequentes e intensos impactos das secas.

Grande parte dessas estruturas foram erguidas antes do advento dos princípios e métodos trazidos pela Mecânica dos Solos, então incipiente, o que motivou a concepção de seções de barramento inéditas e diversas, onde novos conceitos de projeto e construção eram continuamente concebidos e colocados à prova. Surgiu, assim, um campo experimental de ideias, em que novas barragens traziam sucessivamente algum elemento inovador, a ser testado pelo desempenho da obra após entrada em carga.

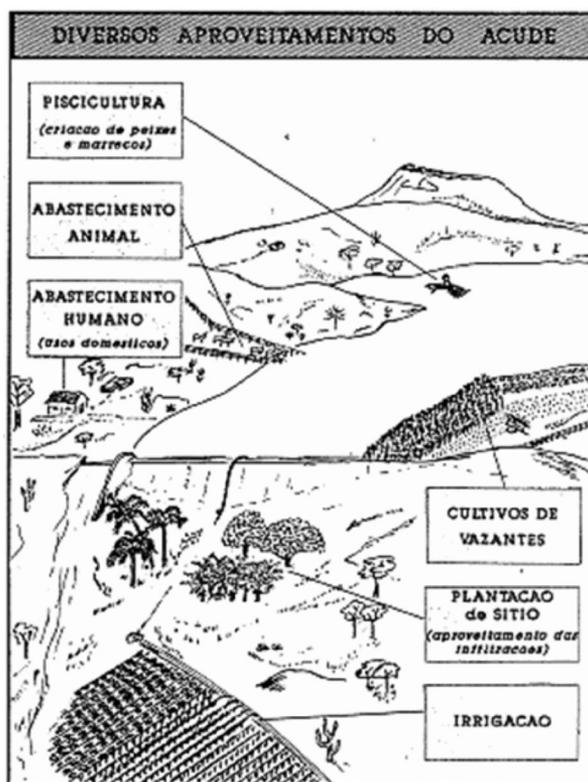
Ao longo deste livro procura-se avaliar a evolução histórica desses novos conceitos e ideias através da análise, ainda que resumida, da seção das barragens construídas no referido período e de seu desempenho no tempo. Os autores estabeleceram como limite de avaliação o início da década de 60, em coincidência com a finalização da construção da barragem de Orós, no rio Jaguaribe (1961). Considerou-se, para tanto, que os projetos concebidos a partir desta data passaram a ser desenvolvidos em grandes escritórios de engenharia, perdendo suas características e peculiaridades regionais.

Foram assim selecionados 44 casos de barragens de terra e/ou terra/enrocamento em açude nordestinos. Uma vez identificados os princípios que regeram os projetos e os métodos construtivos empregados, foi possível sistematizar o processo evolutivo em cinco sucessivas “gerações” de barragens, cada qual identificada por determinadas características. Esta é a proposta do livro.

## A AÇUDAGEM

O termo açudagem tem uma conotação regional muito forte. Açude, para o nordestino, é o reservatório surgido da interceptação de uma corrente de água, provocando sua acumulação e compreende ao mesmo tempo a barragem, de terra, concreto ou alvenaria de pedra e o lago por ela formado (Miranda, 1982). Integra o açude a vazante, que é uma faixa de terra localizada em torno do reservatório, onde o sertanejo faz sua cultura, à medida que o nível d'água vai baixando à margem do rio ou da represa, passada na época das chuvas. A lavoura de vazante aproveita não só a umidade profunda do terreno mas ainda o limo fertilizante que fica depositado com o recuo das águas (DNOCS, 1982). O processo de grande açudagem no Nordeste, empreendido pelos órgãos governamentais empenhados em combater os efeitos das secas, tomou emprestado o termo, que passou a ser empregado generalizadamente.

Açude corresponde ao espaço físico que inclui também as terras imediatamente a jusante, favorecidas pelas surgências (revenças). Tanque e balde são outros termos encontrados na literatura nordestina para identificar o reservatório. A **Figura 1.1** mostra, de maneira esquemática, o referido conjunto e as atividades associadas.



**Figura 1.1** – O conjunto de atividades decorrentes da presença do açude (Molle, 1994)

Irineu Jóffily, político e escritor paraibano do século XIX, assim resumia a presença dos açudes: “Os açudes sempre foram os meios empregados pelos sertanejos para neutralizar os efeitos das secas, desde os primeiros tempos da colonização. Com o seu bom senso prático, compreenderam que esse era o único meio de suprir a falta de rios perenes e de lagos ou lagoas permanentes e, aguilhoados pela imperiosa lei da necessidade, iniciaram as represas, trabalho que, afinal, se tornou o primeiro e mais necessário em qualquer situação nascente” (in Molle, 1994, p. 17).

Digna de menção é a origem do termo açude, provavelmente derivado da palavra árabe *as-sudd* (obstáculo, obstrução), transmitida aos portugueses durante a ocupação dos mouros na península ibérica, que teve duração de várias centenas de anos.

Cabe um esclarecimento a respeito de nomenclatura, no emprego dos termos açude e barragem. No Nordeste, o termo barragem costuma ser empregado

para designar os açudes de grandes dimensões ou de grande capacidade de armazenamento. Entretanto, a literatura regional costuma se referir à “barragem do açude”, utilizando o termo açude em um sentido mais amplo, como já comentado. E essa será a forma de expressão empregada ao longo deste livro.

Um aspecto etimológico diz respeito à toponímia do conjunto açude-barragem, que é o setor da onomástica que estuda as denominações geográficas (topônimos) dos lugares. Com alguma frequência, um procedimento tradicional confere à barragem o nome de um cidadão ilustre, geralmente um político com forte representatividade regional ou nacional. Assim por exemplo, a barragem do Açude Orós é denominada de Juscelino Kubitschek. Da mesma forma, a barragem do Açude Boqueirão das Cabaceiras recebeu o nome de Epiácio Pessoa. Neste contexto, seria incorreto chamar o Açude Orós de Açude Juscelino Kubitschek. Este procedimento, entretanto, não tem o status de uma normatização e é comum que o conjunto que compõe o açude (inclusive as obras de engenharia) receba apenas um nome (no caso a personalidade homenageada). Ao longo do livro, os autores optaram pelo primeiro procedimento, o açude associado ao reservatório mantendo sempre o topônimo local e a estrutura de barramento recebendo, eventualmente, o nome de um cidadão ilustre.

A **Figura 1.2** documenta um caso típico de açude, no caso o Açude Tororó (RN), que mostra o cultivo de vazante, á medida que o nível d’água do reservatório se retrai.



**Figura 1.2** - Açude Tororó/RN - <https://g1.globo.com> - Foto de Canindé Soares

## 22 EVOLUÇÃO DA SEÇÃO DE BARRAGENS EM AÇUDES NO NORDESTE, DOS PRIMÓRDIOS ATÉ ORÓS

No Nordeste, o histórico da construção de açudes se confunde com o processo de ocupação do espaço, por parte dos colonizadores portugueses, que levou mais de dois séculos (XVII a XIX) para se concretizar. A penetração dos colonos no sertão, ancorada na implantação progressiva de fazendas e moinhos, exigia a acumulação de reservas de água, para fazer face aos longos períodos de estiagem ditados pelas condições climáticas regionais, de modo a sustentar as atividades produtivas básicas, historicamente representadas pela criação de gado e pelo plantio da cana de açúcar. O açude tem sido historicamente a resposta para essas necessidades e sua construção antecedeu, assim, qualquer iniciativa governamental.

No **item 4**, há continuidade acerca do tema açudagem, com a apresentação das principais etapas de sua evolução histórica.

# 2

## AS SECAS

As secas, de maior ou menor intensidade e duração, têm sido historicamente o grande agente motivador da adoção de medidas para prover as populações de água, elemento essencial para a sustentação da vida em suas variadas formas. A presença das secas tem sido assinalada desde os primórdios da ocupação do interior do Nordeste, havendo registro de sua ocorrência em meados do século XVI, quando ocorreram as primeiras entradas em busca de esmeraldas nos sertões do São Francisco (Lisboa, 1959). De acordo com Joaquim Alves (1994), a cronologia tem início com o relato do padre jesuíta Fernão Cardim, o qual se refere à seca de 1583, no estado do Pernambuco, que chegou a motivar a migração de populações indígenas do interior em direção ao litoral, em busca de condições de sobrevivência.

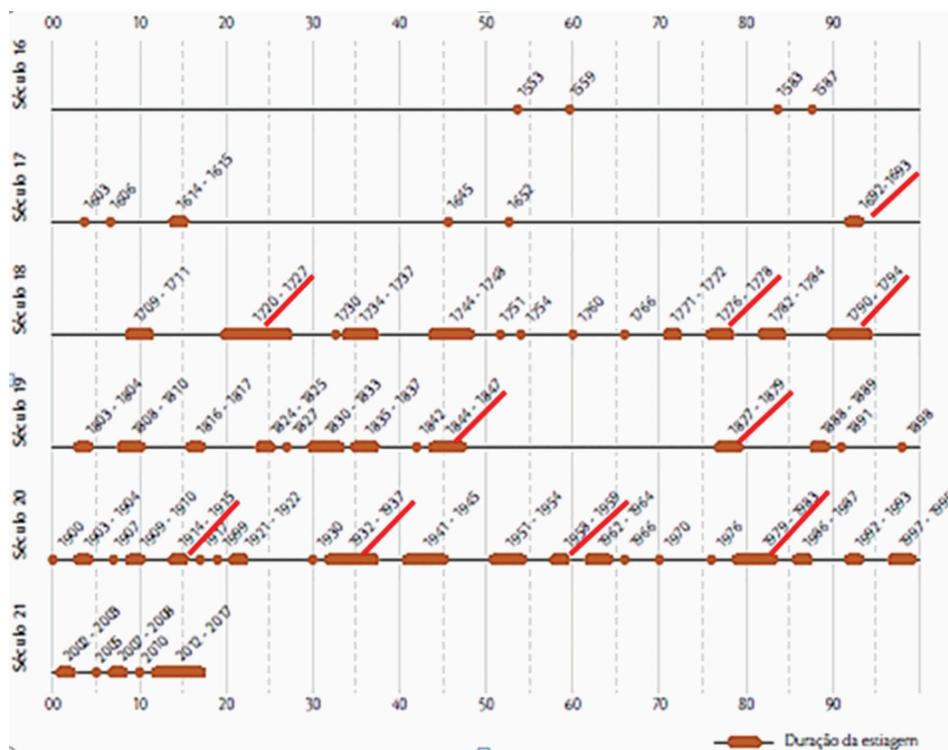
O problema das secas tem sido objeto de grande número de trabalhos de natureza técnica, em busca da identificação de suas causas, descrição de seus efeitos frequentemente devastadores e definição de possíveis providências para atenuar seus impactos. Permanecendo apenas na área das entidades e dos autores diretamente ligados à busca de soluções na esfera técnica, podem-se citar alguns dos trabalhos que analisaram a questão das secas de maneira mais abrangente, tais como: Lisboa (1959), Pinheiro (1959), Guerra & Guerra (1980), Guerra (1981), Molle (1994), ANA (2012), Araújo (2013).

Segundo consta na ANA (2012): “O Nordeste brasileiro, assim como as outras regiões semiáridas do globo, é submetido a restrições de água que decorrem, em primeira mão, do elevado déficit hídrico, resultante do balanço entre precipitação e evapotranspiração ao longo do ano (E-ETP). Em apenas poucos meses do ano (em geral, dois meses), as precipitações excedem a evapotranspiração potencial. Nessas condições, na estação seca, a água disponível é escassa e gera situações em que, de forma mais ou menos prolongada, as atividades consumidoras de água se concentram nos locais onde a água permanece armazenada”.

O efeito devastador das secas tem sido registrado de inúmeras formas, sendo difícil descrevê-lo adequadamente de maneira sucinta. Escolhemos alguns parágrafos de uma exposição feita por Arrojado Lisboa, primeiro dirigente da IOCS, em agosto de 1913, reproduzida no Boletim do DNOCS, em novembro de 1959 (Vol. 20, nº 6), por ocasião do cinquentenário da entidade: *“O último termo da evolução dessa série complexa de fenômenos é a transplantação, para os centros de recursos, de uma população adventícia, maltrapilha, faminta, enfim, miserável. Lugar algum pode estar preparado para semelhante arribada de gente. Improvisam-se acampamentos, amontoam-se famintos, dá-se com esmola pouco alimento ou trabalho deficiente, propaga-se rapidamente a peste. A ordem social fica profundamente afetada. A caminho da cidade já os famintos vinham derrocando as leis. O retirante na estrada não respeita a propriedade. O proprietário não a pode defender com eficácia e, afinal, desesperado, também avoluma o êxodo.”*

Foco do presente livro são o projeto e a construção de barragens, mas a vinculação destas com as secas periódicas impõe que não se perca de vista esta relação de causa x efeito. As secas são o grande pano de fundo no cenário de todas as ações empreendidas no Nordeste para a própria sobrevivência da população do semiárido.

Lima & Magalhães (2018) elaboraram o gráfico da **Figura 2.1**, que apresenta, de forma sintetizada, o registro histórico das secas desde o início da colonização do Nordeste. Como já referido, a primeira seca de que se tem notícia data de 1558. Desde então, foram registrados 112 anos de secas até 2010 (ANA, 2012), isto é, em 25% do tempo decorrido.



**Figura 2.1** - Linha do tempo das secas no Nordeste. Assinaladas as secas mais intensas e de maior repercussão (Lima & Magalhães, 2018)