



**ATUALIZAÇÃO DO PROJETO BÁSICO PARA
EXPANSÃO DA RESERVAÇÃO NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BRACUÍ EM ANGRA
DOS REIS / RJ**



SUMÁRIO

DPC Desenvolvimento Ltda, CNPJ 02384719/0001-07, com sede na Rua Senador Dantas 117/718, Centro, Rio de Janeiro – RJ, apresenta Atualização do Projeto Básico para Expansão da Reservação no Sistema de Abastecimento de Água do Bracuí em Angra dos Reis / RJ, com a seguinte composição principal.

1) ESTUDO DE CONCEPÇÃO

1.1) INTERVENÇÃO PROPOSTA

1.2) ESTUDO POPULACIONAL

1.3) DIMENSIONAMENTO DA RESERVAÇÃO

1.4) CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RESERVATÓRIO PROPOSTO.

1.5) OBRAS COMPLEMENTARES

2) MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 INTRODUÇÃO

2.2 CONDIÇÕES ATUAIS DE ABASTECIMENTO.

3) MEMORIAL DE CÁLCULO DOS DIMENSIONAMENTOS

3.1) CALCULO DO RADIER:

4) ESPECIFICAÇÕES

5) PROJETO GEOMÉTRICO DA OBRA, INCLUSIVE ESTRUTURAL BÁSICO

6) CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL

7) MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA OBRA

8) ART DO PROJETO BÁSICO

DPC Desenvolvimento Ltda

CNPJ 02384719/0001-07



1 ESTUDO DE CONCEPÇÃO

1.1 INTERVENÇÃO PROPOSTA

O atual cenário não atende a recomendação normativa de reservar pelo menos 1/3 do consumo diário.

A proposta desta intervenção é a reformulação total da reservação do referido sistema, substituindo os atuais reservatórios (com capacidade total de 100 m³) por nova unidade pré-fabricada com capacidade total de 800 m³, atendendo aos normativos e melhorando a oferta de água e qualidade de vida.

O prazo estimado para execução deste empreendimento é de 6 meses, estando incluídos o tempo de execução dos projetos executivos correspondentes e da obra/montagens/instalações propriamente dita.

Para tanto, o projeto está calcado nas seguintes finalidades inerentes dos reservatórios de distribuição de água:

- **Regularizar a vazão:** receber uma vazão constante, igual à demanda média do dia de maior consumo de sua área de influência, acumular água durante as horas de em que a demanda é inferior à média e fornecer as vazões complementares quando a vazão de demanda for superior à média;
- **Segurança ao abastecimento:** fornecer água por ocasião de interrupções no funcionamento normal da adução, como consequência da ruptura da adutora, paralisação da captação, falta de energia elétrica, etc.;
- **Reserva de água para incêndio:** suprir vazões extras para combate a incêndio;



- **Regularizar pressões:** a localização dos reservatórios de distribuição influenciando nas condições de pressões, reduzindo a variação das mesmas no sistema;
- **Bombeamento de água fora do horário de pico elétrico:** o reservatório permite que se faça o bombeamento de água fora do horário de pico elétrico, diminuindo sensivelmente os custos de energia elétrica;
- **Aumento no rendimento dos conjuntos elevatórios:** com os valores de altura manométrica e vazão aproximadamente constantes, os conjuntos moto-bomba poderão operar próximos ao seu ponto de rendimento máximo.

1.2 ESTUDO POPULACIONAL

1.2.1 Considerações conceituais

As obras de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário das cidades devem ser projetadas para atender a uma determinada população, em geral maior do que a atual, correspondente ao crescimento demográfico em um certo número de anos. A este período de tempo, chama-se horizonte de projeto, fixado neste estudo em 20 anos.

Quanto à obtenção da estimativa da população a ser abastecida, o ideal seria ter um estudo detalhado levando em consideração as especificações da área de projeto, suas características sócio-econômicas, urbanísticas e a dinâmica na ocupação do solo.

Contudo, na falta de tal detalhamento e até mesmo falta de informações referentes a dois períodos censitários específicos da localidade (apenas o último censo de 2010 apresenta detalhamento por bairro), foi realizada uma avaliação da taxa de crescimento no âmbito municipal, e aplicada sobre a população considerando os dados e setores censitários do IBGE de 2010.



1.2.2 Avaliação da Taxa de Crescimento

- a) Considerando este demonstrativo com base no ano 2010, utilizando-se os censos de 2000 e 2010 e as contagens populacionais realizadas nos anos de 1996 e 2007, tem-se a seguinte taxa de crescimento populacional, considerando um horizonte de projeto de 20 anos:

Método Geométrico

Ano	População
2000	119.247
2010	169.511

Razão entre as populações

P2000 = População no ano 2000;

P2010 = População no ano 2010;

$R = P2010 / P2000$

$R = 1.421512$

Taxa de crescimento = 3.789% a.a.

Método Aritmético:

Sejam:

P_i: População Projetada, a partir de 2011

$P_i = P_{2000} + (K_a \times (i - 2000))$

Onde,

i: Ano de cálculo da população



$$K_a = \frac{P_{2010} - P_{2000}}{2010 - 2000}$$

$$\text{Taxa} = \frac{P_i - P_{\text{ant}}}{P_{\text{ant}} \times \Delta a}$$

Onde,

P_{ant} : População anterior

Δa : N° de anos entre P_i e P_{ant}

Ano	População	Taxa
1991	85.571	
1996	92.532	1,63%
2000	119.247	7,22%
2007	148.476	3,50%
2010	169.511	4,72%
2011	174.537	2,97%
2012	179.564	2,88%
2013	184.590	2,80%
2014	189.617	2,72%
2015	194.643	2,65%
2016	199.669	2,58%
2017	204.696	2,52%
2018	209.722	2,46%
2019	214.749	2,40%
2020	219.775	2,34%
2021	224.801	2,29%
2022	229.828	2,24%
2023	234.854	2,19%
2024	239.881	2,14%
2025	244.907	2,10%



2026	249.933	2,05%
2027	254.960	2,01%
2028	259.986	1,97%
2029	265.013	1,93%
2030	270.039	1,90%
2031	275.065	1,86%
Média		3,30%

Em outras literaturas e trabalhos acadêmicos tem-se:

“Nas duas últimas décadas, no entanto, verificou-se uma descentralização da população no estado, devido à diminuição da taxa de crescimento demográfico da RMRJ e ao aumento desta taxa em outras regiões do estado.

Como pode se observado na Figura 2, a taxa de crescimento da RMRJ atingiu um pico de 4,5% ao ano na década de 50, comportamento também seguido pela Região do Médio Paraíba, devido à instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta Redonda. Nas duas últimas décadas, no entanto, a taxa de crescimento da RMRJ foi de apenas 1,1% ao ano, inferior à taxa apresentada pelo estado, que foi de 1,2%. No mesmo período, outras regiões apresentaram taxa superior, ou muito próxima, à da RMRJ, destacando-se o crescimento das regiões das Baixadas Litorâneas e da Baía da Ilha Grande, com a taxa de 4,1% e 3,5% ao ano, respectivamente.”

(Revista de Geociências – Ano 3, n.3. Niterói: Instituto de Geociências, 2004. Disponibilidade hídrica - da visão global às pequenas bacias hidrográficas: o caso de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro, Cristiane Nunes Francisco, Cacilda Nascimento de Carvalho.)

“Estima-se que o crescimento populacional no Município de Angra dos Reis na ordem de 3,2% a.a., segundo fonte do IBGE. Fazendo uma projeção expedita de crescimento tendo como data “0” o censo realizado pelo IBGE, no ano 2000, temos uma projeção populacional para o ano de 2025.”

(Termo de Referência elaborado pela Ceppla Consultoria de Engenharia Ltda)

Desta forma, pode-se adotar para a taxa de crescimento anual, valores médios situados na faixa entre o método geométrico e o aritmético, ou o próprio geométrico ou o próprio aritmético.

Considerando que valores acima de 3% ao ano são considerados valores elevados, seremos conservadores e adotaremos o valor médio entre o método geométrico e o aritmético, ou seja, o valor de 3,5% a.a para a taxa de crescimento.



b) Por outro lado, fazendo-se uma avaliação entre dados fornecidos pelo IBGE para os anos de 1991 e 2007, utilizando-se o método geométrico, tem-se:

ANO DO LEVANTAMENTO	DADOS POPULACIONAIS
1991	85.571 HABITANTES
1996	92.115 HABITANTES
2000	119.247 HABITANTES
2007	148.476 HABITANTES

A partir destes dados, foram determinados diferentes valores de taxa de crescimento médio anual por períodos, ou seja:

- (i) de 1991 até o ano 1996, a taxa média anual de crescimento ficou em 1.48%;
 - (ii) de 1991 até o ano 2000, a taxa média anual de crescimento ficou em 3,76%;
 - (iii) de 1991 até o ano 2007, a taxa média anual de crescimento ficou em 3.50%;
- apresentando uma pequena redução, comparada com o valor do período anterior. Assim sendo, tem-se uma taxa média anual de crescimento de 3,5% para o período mais abrangente, ou seja, entre os anos de 1991 e 2007.

- b) Verifica-se que as sequências de cálculos efetuadas convergem para a taxa de 3,5% a.a., coerente com o atual estágio do município, que terá nos próximos anos desenvolvimento de empreendimentos significativos como a construção da usina de Angra 3. Adotou-se, pois, a taxa de 3,5% a.a. para estimativa da evolução populacional do presente projeto.

1.2.3 Populações de Projeto

Utilizando os dados obtidos nas tabelas disponibilizadas pelo IBGE (censo 2010) para área de atendimento de projeto, obtêm-se o valor final de população de 3.621 habitantes.

Pode-se observar na figura 1 que o condomínio Geral do Bracuhy não compõe a área de atendimento neste momento, em virtude do mesmo possuir sistema próprio de abastecimento e não estar ligado ao sistema público da autarquia



Figura 1 – Limites da área de atendimento de projeto.

O ano de início do projeto é o de 2016. Considerando dois horizontes de projeto, para 10 e 20 anos, tem-se para fim de plano os anos de 2026 e de 2036. As populações de Início e Fim de Plano para 10 e 20 anos (P_i , P_{f10} e P_{f20} , respectivamente) são obtidas a partir das seguintes equações, baseadas no método de crescimento aritmético:



P_0 = População Inicial – IBGE 2010;

$P_i = P_0 \times (1 + i(2016-2010))$ (População de Início de Plano – 2016)

$N = 20$ anos (Horizonte de Projeto)

$P_f = P_i \times (1 + i(N))$ (População de Fim de Plano – 2036)

IBGE 2010 = 3.621 pessoas

Um parâmetro importante a ser considerado foi referente à população flutuante. Segundo estudos realizados pela Eletronuclear, através de Estudo de Impactos Ambientais (EIA) elaborado pela empresa MRS Estudos Ambientais Ltda. (Volume 4, Item 8.2, apresentado no site <http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/index.html>), a população flutuante foi determinada pela média do município, que é 40% da população fixa residente, apresentada no Censo do IBGE, e mantida sem variação ao longo dos anos.

$P_{flut.} = 3.621 \times 0,4 = 1.448$ pessoas

$P_0 = 3.621 + 1.448 = 5.069$ pessoas

$P_i = 3.621 \times (1 + 0,035(2016-2010)) + 1448 = 4.381 + 1448 = 5.829$ pes.

$P_{f10} = 4.381 \times (1 + 0,035(10)) + 1448 = 7.362$ pessoas

$P_{f20} = 4.381 \times (1 + 0,035(20)) + 1448 = 8.896$ pessoas



1.3 DIMENSIONAMENTO DA RESERVAÇÃO

Consideramos neste trabalho como volume recomendado para reservação, aquele correspondente a 1/3 do volume consumido no dia de maior consumo. Assim sendo, teremos para horizontes de 10 anos e 20 anos, os seguintes volumes de reservação:

$$Q_{10} = 7.362 \times 200 \times 1,2 / 86400 = 20,45 \text{ l/s} = 73,62 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Vol}(10 \text{ anos}) = 73,62 \times 24 / 3 = 588,96 \text{ m}^3$$

$$Q_{20} = 8.896 \times 200 \times 1,2 / 86400 = 24,71 \text{ l/s} = 88,96 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Vol}(20 \text{ anos}) = 88,96 \times 24 / 3 = 711,68 \text{ m}^3$$

Previu-se neste caso, a execução da reservação para totalidade de projeto, ou seja, para o horizonte de projeto de 20 anos, com uma folga da ordem de 10%. Adotou-se então, o volume de 800 m³.

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RESERVATÓRIO PROPOSTO.

Em função da necessidade imediata da implantação do reservatório, previu-se a utilização de reservatório metálico, com 15m de diâmetro, assentado sobre estacas / radier de coroamento e dotado de escada de acesso ao seu topo e proteção contra descargas atmosféricas.

Na saída do reservatório, a geratriz inferior interna da tubulação de adução encontra-se a 0,20m acima do fundo, deixando-se um volume morto com altura de 0,20m para evitar o carreamento de sujeira de fundo. Este material deverá ser removido com periodicidade inicial de 6 meses e em seguida conforme recomendação dos responsáveis pela operação / manutenção do sistema.



A altura total interna do reservatório será de 0,20m de altura de volume morto + 4,60m de lâmina d'água + 1,20m de free-board, num total de 6m de altura,

1.5 OBRAS COMPLEMENTARES

Quanto à proteção da área, em função da simplicidade do sistema, prevê-se apenas a execução de alambrado e portão para pedestre, sem acesso para veículos. Entre o alambrado e a parede do reservatório, o piso será coberto com pedrisco (Brita zero).

Durante o procedimento de limpeza do reservatório, as águas serão direcionadas para sua caixa de drenagem. Seguirão daí em direção ao sistema de drenagem pluvial da rua localizada em frente ao reservatório.

O direcionamento das águas de limpeza e extravasão do reservatório, deverá estar perfeitamente definido e equacionado, para que não venha a criar problemas com as propriedades lindeiras.

2 MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 INTRODUÇÃO

A seca não é mais uma realidade apenas da região Nordeste do país. Nos últimos anos o Brasil vem enfrentando uma crise hídrica severa e praticamente generalizada, sentida principalmente na região Sudeste, onde se encontra a maior densidade populacional.

Este cenário, além de forte influência das mudanças climáticas e aumento da população, é fruto da falta e investimento no setor de saneamento, no que tange ao abastecimento de água. Esta situação gerou até uma “guerra” pela água entre dois dos principais Estados da Federação, Rio de Janeiro e São Paulo.



Dentre todas as discussões e conhecimentos inerentes ao assunto, fica evidente a necessidade de duas linhas de atuação, a de mudança da cultura no consumo – que até então foi baseada na abundância do recurso hídrico – e da necessidade de investimentos na infra-estrutura dos sistemas de abastecimento, esta subdividida em várias ações (redução de desperdícios, estudos e preservação das bacias hidrográficas, macro e micromedição, reservação, entre outros.).

O município de Angra dos Reis também vem sofrendo com a falta d'água e apresenta áreas com manobras de abastecimento desde 2007. Visando a busca de solução técnica para a questão, no sentido de ordenamento de ações futuras e priorização dos recursos, o SAAE (autarquia pública municipal) viabilizou a contratação de estudos das microbacias, demandas atuais e futuras, assim como a concepção de solução macro de abastecimento de água para todo o município.

Contudo, enquanto este ordenamento não concretiza um projeto consolidado para que possa ser viabilizado, o qual irá requerer grandes investimentos, algumas ações pontuais e que consomem menores valores já podem ir sendo aplicadas. Uma destas ações é o aumento da capacidade de reservação do sistema do Bracuí, no bairro de mesmo nome, onde o mesmo abastece também aos bairros adjacentes.

2.2 CONDIÇÕES ATUAIS DE ABASTECIMENTO.

Com o centro da cidade já apresentando elevados números de saturação, vem sendo constantes os crescimentos dos bairros mais afastados, como Mambucaba, Frade, Jacuacanga e etc., assim como a região do Bracuí (visto a explosão de crescimento na Itinga, por exemplo). Atualmente esta região vem apresentando grande incremento populacional e talvez seja a localidade com maior disponibilidade de crescimento em virtude da grande área disponível e pela característica topográfica favorável às construções.

Com isso, a atual reservação do sistema de abastecimento local, com capacidade de 100.000 litros, não mais vem atendendo à contento aos usuários.



Esta reservação representa uma capacidade de apenas pouco mais de 1 hora de consumo, bem abaixo do recomendado pela norma técnica brasileira vigente, que está fixada no mínimo de 8 horas de consumo. Esta situação é ainda mais agravada em virtude da inviabilidade da operação de 24h/dia no sistema (que é 100% bombeado do Rio Bracuí), onde a unidade elevatória para de funcionar no período noturno. Atualmente o tempo de adução por parte do conjunto moto-bomba é de 14h/dia.

Este quadro vem gerando um descontentamento constante na população local, que mesmo contando com caixas d'água na maioria dos casos, ainda sofrem com inúmeras faltas d'água em virtude das intermitências no abastecimento.

3 MEMORIAL DE CÁLCULO DOS DIMENSIONAMENTOS

3.1 CALCULO DO RADIER:

Para cada ponto consideram-se os momentos em planos verticais: Mr (Momento radial), Mt (Momento tangencial). Quando entram em estado de serviço, as lajes (radier) tem comportamento conforme calculado pelos momentos. Assim como há momento máximo no centro da laje, a parte mais externa ou bordas trabalham com momento negativo. Para combater esse fenômeno será aplicada uma viga de bordo onde a laje (radier) será engastada em todo perímetro.

3.1.1 Altura da Laje (Radier)

As armaduras serão calculadas segundo duas direções normais. No pré cálculo da altura útil será utilizado ferro Ø12,5mm e cobrimento de 4cm.

Espessura da laje (d) é dada por $d \geq L \div (\Psi 2 \cdot \Psi 3)$

Onde: $\Psi 2$ - coeficiente dependente das condições de vinculação e dimensões da laje (radier).

$\Psi 3$ - coeficiente que depende do tipo de aço CA-50A

$\lambda = Lx/Ly = 17/17 = 1$ (laje engastada)

$d \geq 1700 \div (2,20 \times 25) = 31 \text{ cm}$ porém $31 + 1,25 + 4 = 36$ adotado 45 cm



3.1.2 Calculo da armadura da laje

$$pp_{\text{laje}} = 0,4 \times 2,5 = 1,13 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{SCU} = 3,5 \text{ ton/m}^2$$

$$Q = 1,13 + 3,5 = 4,65 \text{ ton/m}^2$$

$$m_x = m_y = 56,8$$

$$n_x = n_y = 19,4$$

$$M_r = \frac{Q \cdot Lx^2}{m_x} = 23,7 \text{ ton.m/m}$$

$$d' = 45 - 4 = 41 \text{ cm}$$

$$k_6 = \frac{10^5 \cdot bw \cdot d^2}{M} = 709 \rightarrow k_3 = 0,232 \rightarrow A_s = 1,3 \text{ (Área mínima } 0,15\% \cdot 100 \times 0,45 = 6,8 \text{ cm}^2)$$

Adotado $6,8 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Ø}10 \text{ c/ } 15$ (armadura inferior e superior)

3.1.3 Viga periférica

Calculo da armadura da viga periférica ou de bordo

$$M_t = \frac{Q \cdot Lx^2}{n_x} = 69,3 \text{ ton.m/m}$$

$$d' = 100 - 4 = 96 \text{ cm}$$

$$K_6 = \frac{10^5 \cdot bw \cdot h^2}{M_t} = 689 \rightarrow k_3 = 0,231 \rightarrow A_s = 3,2 \text{ Armadura inferior } 4\text{Ø}10$$

Armadura de pele - a NBR 6118 prescreve como armadura mínima na face da viga o seguinte valor $0,10\% \cdot bw \cdot h$ com espaçamento máximo de 20 cm ou 15Ø da barra.

$$A_e = 0,10\% \cdot 30 \cdot 100 = 3 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{adotar } 6\text{Ø}8 \text{ mm c/}12 \text{ ou } 4\text{Ø}10 \text{ mm c/}20$$

Armadura de distribuição superior - conforme NBR 6118 $\rightarrow 0,2 \cdot A_s$

$$0,2 \times 4,8 = 0,96 \rightarrow \text{adotado } 3\text{Ø}8 \text{ mm}$$

Estribo

$$\text{Para } F_{ck} 30 \text{ MPa} \rightarrow S_{\min} = 0,12 \cdot bw = 0,12 \cdot 30 = 3,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Como a área de estribo abrange duas faces então } 2 \cdot S_{\min} = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ cm}^2$$

Para facilitar a montagem adota-se $\text{Ø}8 \text{ c/}15$ (tabelado)



3.1.4 Cálculo dos reforço sobre as estacas

a) Carga vertical (P) distribuída sobre a área de influencia da estaca = 3,52ton

→3520kgf

Fck 300 kgf/cm²

CA-50

Ø_{est}= 31 cm com carga unitária de 60ton

$$\text{Área da estaca } (A_e) = \frac{\pi d^2}{4} = 754,8\text{cm}^2$$

Altura do radier d= 0,45 (a = distancia entre eixos das estacas - vide projeto)

$$\text{Compressão na biela } \frac{P}{A_b \text{sen}^2 \theta} = 1,6$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\text{Compressão nas estacas } \frac{P}{2.A_{est} \text{sen}^2 \theta} = 14,4$$

Os valores são menores que 0,85.fck

Força de tração Z (tração no aço) = $1,15 \cdot \frac{P}{4d} \cdot a$ (sendo "d" a distância máxima da ponta estaca a face do radier e "a" distância entre os eixos das estacas numa mesma linha de ação)

$$1,15 \cdot \frac{3520}{4 \cdot 35} \cdot 90 = 2602$$

$$A_s = \frac{1,15 \cdot \gamma_f \cdot Z}{f_{yd}} = \frac{1,15 \cdot 1,4 \cdot 2602}{4348} = 0,96\text{cm}^2 \rightarrow 4\text{Ø}10 \rightarrow \text{foi adotado } 3\text{Ø}10 \text{ na transversal e } 3\text{Ø}10 \text{ na longitudinal.}$$

3.2 A memória de cálculo da reservação encontra-se no descritivo do item 1.3 deste relatório.

3.3 A memória de cálculo da população de projeto encontra-se descrita do item 1.2.3 deste relatório.

3.4 A memória de cálculo da taxa de crescimento populacional encontra-se descrita no item 1.2.2 deste relatório.



3.5 As sondagens realizadas no local, encontram-se no Anexo 1 do presente relatório.

3.6 Escavação na área do reservatório

a) Raspagem inicial para regularização do terreno

$$20,00 \times 20,00 \times 1,00 = 400,00\text{m}^3$$

b) Escavação para Radier + Brita Corrida.

$$\frac{17,00^2 \times \pi}{4} \times 0,90 = 204,28 \text{ m}^3$$

4

4 ESPECIFICAÇÕES

Quanto às Especificações Técnicas para desenvolvimento dos trabalhos, consideramos como suficientes na presente etapa de Projeto Básico, os descritivos das planilhas EOP e SINAPI apresentadas junto a este Relatório, referentes ao Orçamento da obra.

5 PROJETO GEOMÉTRICO DA OBRA, INCLUSIVE ESTRUTURAL BÁSICO

Vide Desenho Prancha 1/2.

6 CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL

Vide Desenho Prancha 1/2 .

7 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA OBRA

Vide Desenho Prancha 1/2 e Figura 1 no item 1.2.3 deste relatório.

8 ART DO PROJETO BÁSICO

Vide Anexo 2.



ANEXO 1 – Sondagens realizadas no local do reservatório, com profundidade média de 6,02m de profundidade.



ANEXO 2 – ART ref. Atualização do Projeto Básico para Expansão da Reservação no Sistema de Abastecimento de Água do Bracuí.