



## PROJECTO LUANDA GRAVÍTICA: PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROVINCIAL

**Kelson DOMINGOS<sup>1</sup>, João BUSSUCO<sup>2</sup>, Hélder TONA<sup>3</sup>, Feliciano CATIOLO<sup>4</sup>**

*1 - Engenheiro Civil, Técnico da Direcção de Estudos e Projectos, Empresa Pública de Águas, Via G3A, G18146, 1387, Talatona, Luanda, Angola, kelson.domingos@epal.co.ao;*

*2 - Engenheiro Civil, Chefe de Departamento, Direcção de Distribuição e Redes, Empresa Pública de Águas, Via G3A, G18146, 1387, Talatona, Luanda, Angola, joao.bussuco@epal.co.ao*

*3 - Engenheiro Civil, Chefe de Departamento, Direcção de Distribuição e Redes, Empresa Pública de Águas, Via G3A, G18146, 1387, Talatona, Luanda, Angola, helder.tona@epal.co.ao;*

*4 - Engenheiro Civil, Gestor de Projecto, Direcção de Engenharia, Empresa Pública de Águas, Via G3A, G18146, 1387, Talatona, Luanda, Angola, feliciano.catiolo@epal.co.ao*

### RESUMO

O abastecimento de água a cidade de Luanda faz-se recorrendo aos centros de distribuição (CD), instalações que integram reservatórios, estações elevatórias e torres de pressão usadas para garantir caudal e pressão nos pontos de consumo. O presente trabalho tem como base aproveitar o relevo do terreno, fazer distribuição por andares e por via disto abastecer a cidade sem recorrer a estações elevatórias e torres de pressão. Casos de estudo aplicado em zonas que o sistema encontra-se em exploração, como município de Cacuaco onde o reservatório com 10.000 m<sup>3</sup> associado a estação elevatória com 150kW, 840 m<sup>3</sup>/h que alimenta a torre de pressão com 36m de altura e 250 m<sup>3</sup>, abastece um aglomerado com 100.756 habitantes, pode servir outros fins caso o abastecimento deste aglomerado seja feito diretamente da conduta proveniente da ETA Candelabro por esta garantir caudal e pressão superiores aos da estação elevatória existente no CD Cacuaco, conseguindo deste modo que o funcionamento do sistema seja gravítico, contribuindo para redução de 84.582 dólares por ano devido a eliminação dos encargos com pessoal e energia. E em zonas de construção de novos sistemas, como é o caso do sistema V, cujo projecto prevê construir na ETA uma torre de pressão associada a estação elevatória de água tratada com capacidade total de 21.600 m<sup>3</sup>/h a partir do qual será transportada para sete reservatórios em construção ao longo da cidade. A proposta de reformulação presente no âmbito deste estudo, recomenda construir a ETA num local de modo que a água tratada seja transportada por gravidade para os reservatórios projectados do sistema V. E por interligação do sistema V com os principais sistemas de abastecimento de água existentes na cidade, nomeadamente, sistemas I, II e III, bem como de outras infraestruturas projectadas como é o sistema IV será possível por gravidade abastecer 25 reservatórios existentes na cidade conferindo maior fiabilidade, facilidade de operação, reduzidos custos operacionais. Procurando alcançar o cenário ideal que consiste em reduzir custos de investimentos e minimizar custos de exploração.

**Palavras-Chave:** abastecimento; água; luanda; funcionamento; gravítico.

### 1. INTRODUÇÃO

A transformação e o aproveitamento efectivo dos recursos naturais dentro de Angola, constituem um desafio que permitirá agregar mais valor a tais recursos e por via desta, combater a pobreza que assola grande parte da população. O uso da electricidade em sistemas de abastecimento de água é influenciado pelo tipo de recursos hídricos, geografia e processos tecnológicos. Neste trabalho, apresentam-se soluções para reestruturação e concepção dos sistemas de abastecimento de água da província de Luanda, Capital de Angola, por via da exploração do relevo, de modo que o transporte da água seja fundamentalmente gravítico, reduzindo a dependência da electricidade e de equipamentos electro-mecânicos. Em sistemas de abastecimento de água, as



# 14.º SILUSBA

bombas são o maior consumidor de energia o que fazem da sua eficiência um importante factor na redução do uso de electricidade. Entende-se por isso, como concepção ideal, do ponto de vista hidráulico, o arranjo que resulta em um sistema que exige a menor entrada de energia para o transporte da água.

Em empresas do sector de águas, os gastos com energia representam uma parte significativa dos encargos directos operacionais, atingindo mais de 50% dos custos operacionais no que diz respeito ao grupo Águas de Portugal, AdP (Brôco, N., Carvalho, M. et al., 2016). O abastecimento de água a cidade Luanda é feito fundamentalmente recorrendo a estações elevatórias de modo a garantir caudal e pressão adequados nos pontos de entrega. Actualmente, usam-se sistemas de elevação para captar 100% da água bruta, transportar 81% da água produzida nas estações de tratamento (ETA) e distribuir 84% da água a partir dos centros de distribuição. A fiabilidade é o ponto-chave na agenda de muitas empresas. É comum aceitar-se que o risco de insuficiência em sistemas de abastecimento de água em cidades seja de 5%, o que se traduz dizendo que num intervalo de 100 anos a média de insuficiência não ultrapassa 5 anos, daí que a redução dos potenciais pontos de falha existentes no sistema como a electricidade, constitui prioridade sobretudo em Angola que até 2016 apenas 42% dos agregados familiares tinham acesso a electricidade da rede pública e 22% acesso a água canalizada dentro de casa ou dentro do quintal. Assim, o esforço na redução do consumo de energia em sistemas de abastecimento de água, para além de conduzir à redução de custos operacionais e das falhas na fase de exploração, poderão também reduzir os custos de investimentos projectados e o tempo de execução das empreitadas. Dado que os sistemas propostos prevêm a eliminação das torres de pressão e estações elevatórias associadas em grande parte da cidade, esta última totalmente importada e na maior parte dos casos construída a medida, o que eleva o tempo de execução das obras. Pois, os centros de distribuição de água serão constituídos fundamentalmente por reservatórios em betão armado, cujos constituintes: areia, brita, cimento, água e aço são produzidos localmente.

## 2. METODÓLOGIA

Este documento apresenta as relações, localização geográfica dos reservatórios e o relevo da província de Luanda tendo por base o funcionamento gravítico dos sistemas de abastecimento de água cuja base se sustenta em dados experimentais recolhidos em campanhas de medição de caudal e pressão tendo em vista redução dos consumos energéticos. De forma muito abreviada pode dizer-se que o relevo de Luanda apresenta duas formas distintas: a zona baixa junto ao litoral e limitada pelos rios Bengo e Kwanza de altitudes inferiores a 70 metros e a zona alta na parte central com altitudes superiores a 70 metros alcançando 175 metros na área de estudo, estas diferenças de altitude combinando com a localização geográfica dos centros de distribuição permite fazer uma distribuição escalonada ou por andares que consiste em implantar vários reservatórios a cota topográficas distintas para atender diferentes andares de distribuição, ou seja, os reservatórios posicionados em patamares altos vão abastecer a zona intermédia, o localizado na zona intermédia vai abastecer os andares baixos.

## 3. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

Actualmente o abastecimento de água a cidade de Luanda faz-se maioritariamente recorrendo a reservatórios com capacidade total de 389.180 m<sup>3</sup>, resultante do somatório da capacidade instalada em vinte e sete centros de distribuição (CD), instalações que integram reservatórios, estações elevatórias e torre de pressão usadas para garantir caudal e pressão adequada nos pontos de consumo, destes, apenas o do Marçal e da Maianga têm a sua área de influência subdivididas em zona alta (acima da cota 40 m, cujas cargas são asseguradas pela torre de pressão) e zona baixa (abaixo desta cota, abastecida por gravidade directamente do reservatório apoiado), os reservatórios de armazenamento com capacidade de 70.000 m<sup>3</sup> e 59.000 m<sup>3</sup> respectivamente, estão ligados a torre de pressão com cerca de 30 m de altura e 760 m<sup>3</sup> de capacidade. A nível da produção de água para consumo humano, das catorze estações de tratamento existentes, apenas a de Candelabro que se encontra na elevação 100 m fornece por gravidade aproximadamente 80% do volume produzido aos reservatórios do Cacucaco, Cazenga, Mulenvos e Marçal, enquanto a outra parte entregue aos reservatórios do Sequele e Polo Industrial de Viana faz-se recorrendo a uma estação elevatória ligada ao reservatório da ETA. Com a crescente expansão urbana, a cidade de Luanda tem registado aumento das infraestruturas de abastecimento de água, porém nota-se uma tendência de construir centros de distribuição para atender estas zonas numa perspectiva local, subaproveitando o relevo da cidade que se visto de forma integrada, a solução ideal resulta muitas vezes em alocar os reservatórios destas novas áreas fora da sua zona, ou seja onde a altitude do terreno permite o escoamento gravítico.

## 4. CASOS DE ESTUDO

### 4.1. Caso de estudo 1: Área de influência do CD Cacucaco

**Descrição:** Na ETA Candelabro que se encontra numa elevação de 100 m, tem origem um adutor de 900 mm de diâmetro que termina no reservatório do Cazenga a cota 83 m com uma tubagem de 600 mm. Depois de aproximadamente 7.000 metros da origem (ETA) sai uma derivação em 500 mm que entrega ao reservatório do Cacucaco a cota 25 m, este tem 10.000 m<sup>3</sup> e está associado a uma estação elevatória com 150kW, 840 m<sup>3</sup>/h que alimenta a torre de pressão com 36m de altura e 250 m<sup>3</sup>, a partir do qual abastece um aglomerado que se desenvolve numa zona entre as cotas 5 m e 43 m servindo 100.756 habitantes.

**Deficiência:** Dada a proximidade entre a ETA Candelabro e o CD Cacucaco, bem como a topografia acidentada do sistema constata-se que tanto o caudal (1.548 m<sup>3</sup>/h) quanto a pressão dinâmica (40 mca) em hora de ponta medida na tubagem de 500 mm proveniente da ETA no recinto do CD ser superior aos valores medidos na tubagem de 300 mm alimentada pela torre de pressão funcionando na sua carga máxima que apresentaram 629 m<sup>3</sup>/h e 30 mca de pressão. A tubagem proveniente da ETA com 40 mca de pressão zero no reservatório e depois com recurso ao sistema elevatório bombeia-se para torre de tal forma que a entrada da cidade fornece 30 mca.

**Solução:** Abastecer por gravidade directamente o aglomerado com a tubagem DN 500 proveniente da ETA ou seja fazer-se by pass ao reservatório. Na tubagem proposta para abastecimento, no recinto do CD, recomenda-se instalar uma válvula reguladora de caudal e pressão de modo que se possa controlar as pressões e o caudal a jusante do ponto de entrega, conseguindo-se desta forma minimizar os encargos com o CD, de tal forma que disto resulte em 84.582 dólares/ano em redução de custos com a operacionalização do centro fundamentalmente devido aos encargos com pessoal e energia.

### 4.2. Caso de estudo 2: Área de influência da ETA Quilonga

**Descrição:** A ETA Quilonga Grande está projectada para captar água bruta no rio Kuanza, na localidade de Bom Jesus a partir do qual será elevada em duas condutas adutoras de 1.600 mm com extensão de 12.300 m até a cota 162 m, onde pretende-se fazer o tratamento de 6 m<sup>3</sup>/s, pós tratamento a água será elevada para uma torre de pressão por quatro bombas com capacidade total de 21.600 m<sup>3</sup>/h a partir do qual por gravidade será transportada para sete centros de distribuição a construir nas zonas de Cacucaco, Zango, Novo aeroporto, km 30, Capalanga, Bom Jesus e Polo Industrial de Viana.

**Deficiência:** Falta de visão integrada na solução projectada, do ponto de vista do arranjo hidráulico, de fiabilidade, ambientais (em particular do consumo energético e de perdas de carga) e económico-financeiros.

**Solução:** Propõe-se que a estação de tratamento de água seja construída noutra ponto que se encontra a mesma cota (164 m) mas a 29.300 m do local de captação. No novo local a água tratada será transportada por gravidade para os reservatórios projectados do sistema V. E por interligação do sistema V com os sistemas I, II, III e IV será possível por gravidade abastecer 25 reservatórios existentes na cidade conferindo maior fiabilidade. A extensão de mais 17.000 m na tubagem adutora de água bruta não vai encarecer o projecto porque será compensado pelo encurtamento de igual distancia nas condutas de água tratada bem como a eliminação da torre de pressão e a estação elevatória de água tratada projectada na ETA. Esta solução permitirá diminuir o consumo de energia na ETA em aproximadamente 70%, dado que o processo de tratamento e usos administrativos consome na ordem de 30%, sendo o restante atribuído a estação elevatória de água tratada. Conseguindo assim projectar o sistema ideal que conduz a custos baixos de investimento e menores custos durante a exploração. Com vista ao não agravamento da potência consumida pela estação elevatória de água bruta devido a relocação da ETA para um local mais distante, pretende-se avaliar neste trabalho o impacto do aumento do diâmetro da tubagem adutora de modo a situar-se na gama entre 1.800 mm para 2.000 mm. Na figura 1, apresenta-se o perfil com origem no local proposto para implantação da ETA, bem como, o escalonamento dos reservatórios a justante desta.

## 5. CONCLUSÃO

Com a implantação da ETA Quilonga na elevação 163 m, a área de abastecimento a jusante desta são terrenos que se encontram a altitudes inferiores e potencialmente abastecidas por esta sem recorrer a torres de pressão e

# 14.ª SILUSBA

estações elevatórias. Isto permitirá não só reduzir os custos de investimentos mas também minimizar os custos de exploração. Devido a eliminação da estação elevatória e torre de pressão na ETA e também em grande parte dos reservatórios abastecidos por este sistema, bem como a sua interligação com outros sistemas permitirá aumentar a fiabilidade, facilitar e em alguns casos eliminar a operação dos centros de distribuição. Cenário semelhante acontecerá em alguns reservatórios de outros sistemas como é o caso de Cacuaco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, H.;Covas, D. (2010) Gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento de água. LNEC, IST e ERSAR. Série guias técnicos N° 16.

Brôco, N., Carvalho, M. et al., (2016) Eficiência energética na gestão dos serviços de água do setor urbano. Implementação da EN ISO 50001:2011 nas empresas do grupo

EBC (2015), Learning from international best practices. Water e wastewater benchmark.

EPAL-EP (2015), Actualização de plano director de águas de Luanda. EPAL-EP e MINEA.

EPAL-EP (1998), Luanda water supply project, southeast Luanda WTP/ Kikuxi-Palanca pipeline, study of construction alternatives, CNO e Sondotécnica.

EPAL-EP (2018), Situação do abastecimento de água de Luanda, Reports semanais produzidos entre 30 de Julho a 02 de Setembro.

INE (2017), Inquérito de indicadores múltiplos de saúde (IIMS) 2015-2016, INE, MINSA, The DHS Program, ICF.

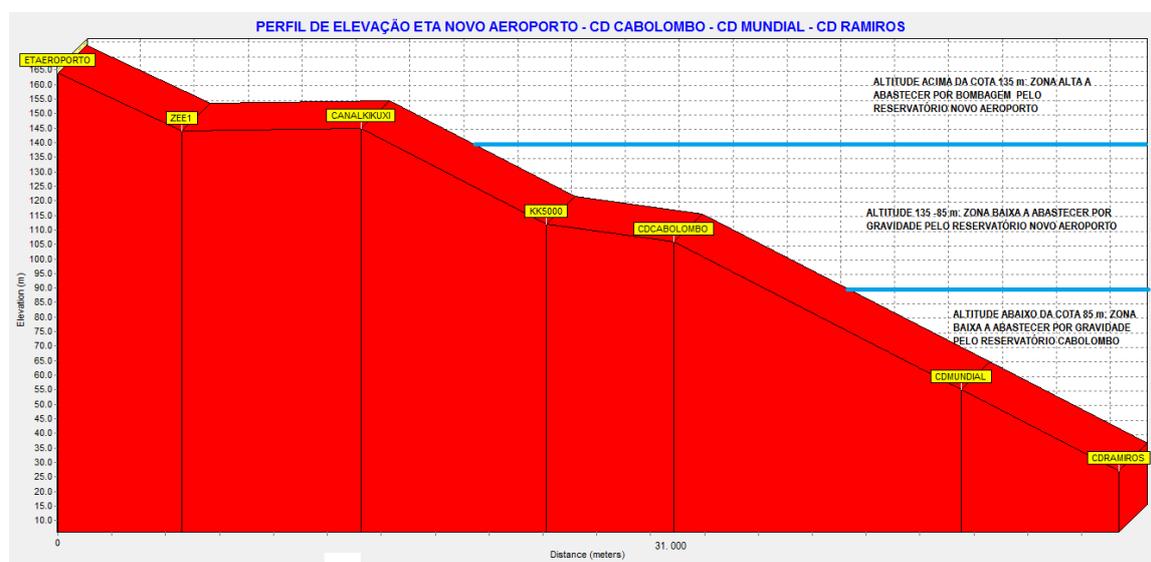
Lencastre, A. (2003). Hidráulica urbana e industrial. Memórias técnicas, volume II.

Marques, J. e SOUSA, J. (2011), Hidráulica urbana, sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, 3ª Edição.

Martins, P. e Cunha, R. (2007), Projecto Porto gravítico: reformulação de um sistema de abastecimento de água centenário. 2.as Jornadas de hidráulica, recursos hídricos e ambiente, FEUP.

Trifunović, N. (2015). Introduction to urban water distribution. UNESCO-IHE.

## FIGURA



**Figura 1:** Perfil de elevação ETA Aeroporto – CD Cabolombo – CD Mundial- CD Ramiros