

ANÁLISE AMBIENTAL E PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO ASSENTAMENTO MILAGRE, APODI – RN

Jhonnaldy Nogueira Sena (*), Felipe Augusto Dantas de Oliveira, Meise Lopes Araújo, Raimundo Miguel da Silva Neto

* Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), graduando do Curso de Engenharia Civil, jhonnaldy@hotmail.com

RESUMO

Com aumento populacional das cidades, nota-se uma grande necessidade de uma administração cada vez melhor dos recursos hídricos existentes, de modo a diminuir os impactos ambientais e socioeconômicos. O sistema de abastecimento de água coletivo é um elemento de suma importância na infraestrutura de uma cidade e de comunidades rurais adensadas, pois esse é responsável pelo fornecimento do elemento mais vital para o ser humano. Esse é composto por diversas etapas como, manancial, captação, adutora, tratamento da água, reservatório e rede de distribuição. A falta de planejamento desse componente ou a não existência do mesmo, pode acarretar numa série de problemas para a população, como: doenças provenientes de água não tratada devidamente ou até mesmo contaminada durante o fornecimento; desperdícios por consequência de vazamentos e da falta de controle no abastecimento; a não regularidade no sistema, ocorrendo assim à falta d'água em algumas partes da localidade, dentre outras. Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo analisar o sistema de abastecimento de água do assentamento Milagres localizado na zona rural do município de Apodi, e verificar se o mesmo obedece às condições adequadas de fornecimento a população, a partir disto será proposto um modelo de sistema de abastecimento de água adequado para a situação da comunidade em estudo. Com base nas análises realizadas na localidade, pode-se constatar a falta de dois dos componentes da SAA, o reservatório elevado, além do superdimensionamento das tubulações e o tratamento de água. Portanto propôs-se uma adequação do sistema, no que se refere ao reservatório, tratamento e adução, de forma a se ter uma pressão e vazão adequada nas tubulações, além de uma água livre de agentes patogênicos. Essas melhorias irão proporcionar um maior conforto a população.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico, projeto e normas.

INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional e desenvolvimento urbano cada vez mais se faz necessário um planejamento, a fim de minimizar os impactos ambientais e socioeconômicos, e melhorar a qualidade de vida da população das mais diversas comunidades. Um dos temas mais debatidos na atualidade é a utilização consciente da água, para que isso ocorra de forma eficiente em relação ao abastecimento das comunidades é necessária que se faça um projeto adequado à área. (SCARATTI, 2013).

De acordo com a portaria MS nº 2914/2011, as instalações de abastecimento de água devem ser capazes de fornecer água com qualidade, quantidade adequada, pressão suficiente, regularidade e de forma acessível para as populações, além de respeitar os interesses dos outros usuários dos mananciais utilizados, pensando no presente e nas futuras gerações.

Para assegurar condições adequadas de abastecimento de água, as instalações devem ser planejadas, projetadas, implantadas, operadas e mantidas com manutenção frequente.

A Lei Federal 11.445/2007 (BRASIL, 2007) estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para política federal de saneamento básico. A mesma afirma que os serviços de abastecimento de água devem atender tanto a área urbana como a área rural, em qualidade e em quantidade adequada para seu consumo. As soluções adotadas para cada área em estudo deverão ser de acordo com a realidade local de forma a se ter uma sustentabilidade do sistema.

O sistema de abastecimento de água proporciona uma melhoria na saúde da população e a redução de recursos aplicados com o tratamento de doenças, além da dinamização da economia e geração de empregos.

Segundo a Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007), todo sistema de abastecimento de água deve ser planejado a curto e longo prazo e os projetos concebidos de acordo com as normas técnicas e peculiaridades locais. A não realização desse planejamento, a confecção de projetos inadequados e a ausência de manutenção pode acarretar em perdas recorrentes de água e má distribuição, fornecendo o serviço apenas para alguns.

Portanto, planejamento do sistema de abastecimento a ser construído e análise do sistema de abastecimento em uso, é de extrema importância, de modo a fazer uso da água de uma maneira mais consciente e eficiente.

METODOLOGIA

De acordo com GIL (2008), essa pesquisa é classificada quanto aos objetivos, como pesquisa exploratória e quanto aos procedimentos técnicos como estudo de caso.

Descrição da área de estudo

A microrregião da chapada do Apodi se localiza a 328 km da capital, possui coordenadas 5° 39' 51" a Sul e 37° 47' 56" a Oeste, com uma área de 1.602,66 km², equivalente a 3,04% da superfície estadual, Índice de Desenvolvimento Humano 0,654, altitude de 64 metros, possuindo clima muito quente e semiárido com máxima de 36,0 °C e mínima de 21,0°C (IDEMA, 2008), população urbana de aproximadamente 17.530 habitantes e rural de 17.233 (IBGE, 2010)



Figura 1 – Localização do município de Apodi-RN. Fonte: Blog Tudo de Apodi

A pesquisa foi realizada no assentamento Milagre, localizado na zona rural, a 14km do município de Apodi – RN, com coordenadas 37°54'04.53" a oeste e 5°35'24.86" a sul, no qual existem 26 residências e 150 habitantes. A Figura 2 apresenta a localização do município de Apodi e a Figura 6, uma foto aérea do assentamento em estudo.



Figura 2 – Foto aérea do P.A. Milagre. Fonte: Google Earth

Desenvolvimento da pesquisa

O estudo foi dividido em duas etapas descritas a seguir:

DIAGNOSTICO DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE NA ÁREA DE ESTUDO:

O diagnóstico foi realizado através de visitas de campo aos componentes do sistema e através de uma entrevista com o Presidente da Associação dos Posseiros do Projeto de assentamento Milagre, com o intuito de obter informações sobre o sistema implantado na comunidade. Como complemento dessas visitas foram realizados registros fotográficos dos componentes do sistema.

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO SISTEMA:

Foi realizado o cálculo hidráulico dos diâmetros da adutora e da rede de distribuição; da vazão, potência e altura manométrica do conjunto motor-bomba; e da capacidade do reservatório par atender ao Assentamento. Diante dos valores obtidos e do diagnóstico dos componentes, foi realizada uma proposta de adequação para o sistema de abastecimento de água existente.

A seguir estão apresentadas as normas e equações utilizadas no cálculo hidráulico dos componentes para atender sua população.

a) Construção do croqui:

Foi elaborado um croqui da comunidade rural no *software* Autocad versão 2015, com base nas medidas do terreno obtidas *in loco*, e altitudes retiradas do aplicativo Google Earth.

b) Vazão de exploração do poço:

A vazão de exploração do poço é a vazão necessária para abastecimento do assentamento. O cálculo da mesma foi realizado com base na NBR 12.218/1994, através da equação 1:

$$Q_d = \frac{K_1 q p}{86.400} \quad \text{Equação (1)}$$

Considerou-se K_1 , coeficiente do dia de maior consumo, tendo como valor 1,2. A variável “ q ” corresponde ao consumo médio percapita, considerado 100 litros por habitante dia (L/hab.dia), obtidos a partir da Tabela 1, e a “ p ” significa a população residente da localidade, 150 habitantes.

Tabela 1- Consumo médio per capita para populações dotadas de ligações domiciliares - Fonte: Heller, 2010.

Porte da comunidade	Faixa da população (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
População rural	< 5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade grande	>250.000	150 a 300

c) Diâmetro de recalque:

Para o cálculo do diâmetro de recalque, representado pela letra “ D ”, foi utilizada a equação 2, segundo a NBR 5626/1998.

$$D = 1,2 \sqrt[3]{Q \sqrt{X}} \quad \text{Equação (2)}$$

Na qual “ Q ” consiste na vazão de exploração do poço, e “ X ” corresponde a equação 3, com base na metodologia de Azevedo (1998), que calcula o horário de funcionamento:

$$X = \frac{h}{24}$$

Equação (3)

Considerando que “h” é o tempo de funcionamento da bomba, no qual foi considerado vinte e quatro (24) horas por dia.

d) Potência do conjunto motor bomba:

Para a realização do cálculo do conjunto motor bomba foi utilizada a equação 4, realizada com base na NBR 12214/1992.

$$P = \frac{\gamma Q H_m}{75 \eta}$$

Equação (4)

Na qual γ equivale ao peso específico do líquido que representa o valor de 1000 quilograma força por metro cubico (Kg/m³), Q a vazão citada anteriormente, H_m é a altura manométrica e o valor de η representa o rendimento do conjunto motor bomba, cujo valor é de 33%, retirado da Figura 3 abaixo da curva característica relacionado a bombas submersas EBARA na qual o modelo é 4BPS1i.

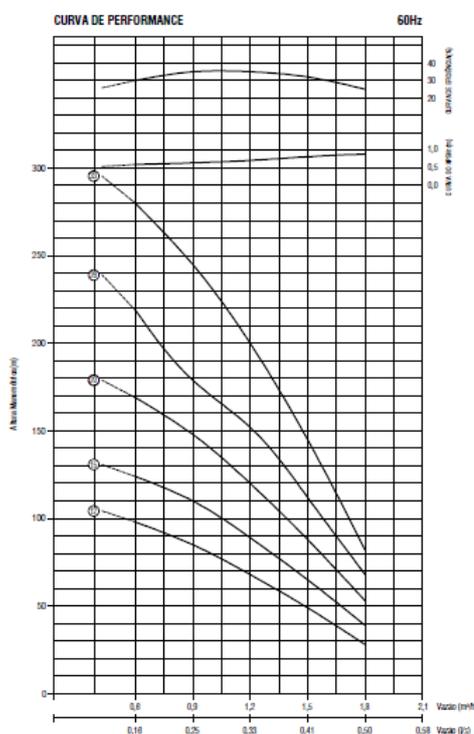


Figura 3 - Bombas Submersíveis EBARA - Curvas características – Fonte: EBARA.

- Altura manométrica do poço ao reservatório.

Com a finalidade de calcular a potência da bomba, é necessário saber a altura manométrica encontrada a partir da equação 5, obtida em Azevedo (1998):

$$H_m = H_g + h_f + h_s$$

Equação (5)

Na qual “H_g” é a profundidade do poço somado à altura do reservatório e a diferença de cota.

- o Cálculo da perda de carga contínua (hf).

Para o cálculo da perda de carga foi utilizada a formula universal conforme a equação 6.

$$h_f = f \frac{Lv^2}{D2g} \quad \text{Equação (6)}$$

Sabendo que “L” corresponde ao comprimento da tubulação de recalque (tubulação compreendida entre o poço e o reservatório somado a profundidade do poço e altura do reservatório), e a constante “g” corresponde a aceleração da gravidade ao nível do mar. Com a finalidade de encontrar o valor de “f” foi utilizado o ábaco de Moddy necessitando do número de Reynolds obtido na equação 7:

$$R_e = \frac{vD}{\nu} \quad \text{Equação (7)}$$

E o valor de K/D obtido na equação 8:

$$\frac{K}{D} \quad \text{Equação (8)}$$

Tendo que “ ν ” corresponde a viscosidade cinemática, $7,3 \times 10^{-7}$ metros quadrados por segundo (m^2/s) de acordo com Azevedo (p.173, 1998). O valor referente a constante “K” adotado para tubo PVC DeFoFo com valor de 0,1 milímetros (mm) e diâmetro antes citado. O valor de “v” é encontrado com base na equação 9:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \text{Equação (9)}$$

o Cálculo da perda de carga localizada (h_s).

O valor da perda de carga localizada “ h_s ” é obtido a partir da equação 10 segundo Azevedo (1998).

$$h_s = \frac{\sum (\text{comprimentos equivalentes}) h_i}{L} \quad \text{Equação (10)}$$

Os comprimentos equivalentes dizem respeito aos acessórios presentes, de forma que cada um deles corresponde a um comprimento determinado, obtidos na tabela 2 e o valor de “L” corresponde ao comprimento total da tubulação de recalque.

Tabela 2 - Comprimentos equivalentes dos acessórios – Fonte: Azevedo (1998).

Acessório	Quantidade	Comprimento Equivalente (m)
Válvula de pé e crivo	01	5,6
Válvula de retenção	01	1,6
Válvula de gaveta	01	0,1
Joelho	01	0,4
Entrada normal	01	0,2

e) Capacidade e dimensões do reservatório:

Para o dimensionamento da capacidade do reservatório, se faz necessário realizar uma transformação da vazão dada em unidade de litros por segundo (L/s) para unidades de litros por dia (L/dia), e a partir disso poder aplicar na seguinte equação 11, obtida com base na NBR 12217/1994.

$$V = \frac{1Q_{dia}}{3} \quad \text{Equação (11)}$$

Com a finalidade de dimensionar o diâmetro do reservatório representado pela equação 12, com base na metodologia de Heller (2010).

$$V = H_L \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Equação (12)}$$

Na qual o V é o volume do reservatório antes calculado em metros cúbicos (m^3), H_L é a altura da lâmina d’água que é igual a 2,5 metros (m), representado na Tabela 3.

Tabela 3 - Indicações para altura da lâmina d'água em reservatório – Fonte: Heller (2010).

Volume (m ³)	Altura da lâmina d'água (m)
Até 3.500	2,5 a 3,5
3.500 a 15.000	3,5 a 5,0
Acima de 15.000	5,0 a 7,0

f) Dimensionamento da rede:

Segundo a NBR 12.218 a vazão de distribuição da rede é obtida pela equação 13:

$$Q_d = \frac{K_1 K_2 q P}{86400} \quad \text{Equação (13)}$$

Considerou-se o k_1 igual a 1,2 e o k_2 , que é o coeficiente da hora de maior consumo, 1,5. As variáveis “q” e “P” correspondem a valores antes mencionados. A partir do valor encontrado para “Q_d” é possível dimensionar o diâmetro da tubulação “D”, a partir da tabela 4.

Tabela 4 - Limites de velocidade e vazão em tubulações de PVC soldável com D < 50 – Fonte: Heller (2010)

D referência (nominal)		D externo (mm)	Espessura tubo (mm)	D interno (mm)	Velocidade e máxima (m/s)	Vazão máxima (L/s)	Perda de carga (m/100 m)
poleg, (mm)	(mm)*						
3/4" (19,1mm)	25	25	1,7	21,6	0,35	0,13	1,06
1" (25,4mm)	32	32,0	2,1	27,8	0,42	0,25	1,01
1 1/4" (31,8 mm)	40	40,0	2,4	35,2	0,50	0,49	1,07
1 1/2" (38,1 mm)	50	50,0	3,0	44,0	0,60	0,91	1,09

g) Altura do reservatório:

A altura do reservatório é dada a partir da equação 14:

$$H = 10 + h_f + h_s + (z_1 - z_2) \quad \text{Equação (14)}$$

Sabendo para isto que o z_1 e z_2 representa a diferença de cota que é igual a zero, pois a cota do início da rede de distribuição de água é igual a quando chega ao final.

- Cálculo da perda de carga contínua (h_f).

Com a finalidade de encontrar a perda de carga contínua que sai do reservatório para a rede de distribuição nas casas é utilizado a equação 15, segundo Azevedo (1998):

$$h_f = \frac{K}{D^5} (Q_e^2 L + Q_e \cdot q \cdot L^2 + \frac{q^2 L^3}{3}) \quad \text{Equação (15)}$$

Como Q_e representa a vazão no final da tubulação e considerando a mesma como sendo nula. Obtendo-se assim a seguinte equação 16, com base nos estudos de Azevedo (1998):

$$h_f = \frac{K}{D^5} \left(\frac{q^2 L^3}{3} \right) \quad \text{Equação (16)}$$

O valor de “K” é obtido a partir da equação 17 segundo Azevedo (1998).

$$K = \frac{8f}{\pi^2 g} \quad \text{Equação (17)}$$

A medida de “f” é calculada da mesma forma com base nas equações antes mencionadas, 7 e 8.
O “q” é a vazão de distribuição por metro de tubulação a qual é obtida pela equação 18:

$$\frac{Q_i}{L} = q \quad \text{Equação (18)}$$

O comprimento da tubulação que vai do início do reservatório ao final da tubulação, representado por “L”.

- Cálculo da perda localizada (hs).

Para calcular a perda de carga localizada utiliza-se a equação 10, já mencionada.

Os comprimentos equivalentes correspondem aos dados retirados da tabela 5, os quais já estão relacionados ao diâmetro da tubulação.

Tabela 5 - Comprimentos equivalente dos acessórios – Fonte: Azevedo (1998).

Acessório	Quantidade	Comprimento Equivalente (m)
Saída	01	0,9
Válvula de retenção	01	2,7
Válvula de gaveta	01	0,2
Joelho	01	0,7
Tê	26	2,3

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagnóstico do sistema de abastecimento de água existente

CROQUI DO ASSENTAMENTO MILAGRE.

De acordo com a visita em campo realizada no assentamento Milagres, localizado na zona rural do município de Apodi, foi elaborado um croqui apresentado, na Figura 4, com as características dos componentes do sistema de abastecimento de água existente.

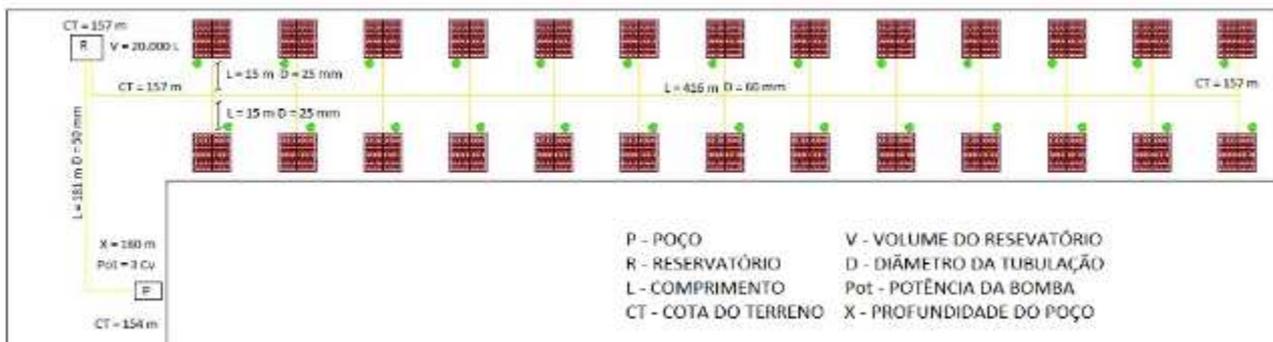


Figura 4 - Croqui da situação atual da rede de abastecimento de água do P.A Milagre - Fonte: Próprio autor.

MANANCIAL.

O manancial utilizado pelo P.A. Milagre é subterrâneo com captação no Aquífero Açú. O poço possui profundidade de 180 metros.

CAPTAÇÃO.

A captação no poço descrito no item 4.1.2 é realizada através de uma bomba submersa de 3 Hp, trabalhando 12 horas por dia. Os responsáveis pelo sistema não souberam informar o modelo, a altura manométrica, nem a vazão da bomba.

ADUÇÃO.

A adutora que interliga o poço ao reservatório possui diâmetro de 50 milímetros (mm) e extensão de 181 metros (m), em PVC DeFoFo. A mesma foi implantada em 2009, sendo considerada dentro da vida útil. Não foi relatado nenhum problema de rompimento ou vazamento na mesma.

RESERVATÓRIO.

O reservatório elevado, construído em alvenaria revestida em seu corpo e concreto na sua base estrutural possuía uma capacidade de 20.000 (vinte mil) litros. Apesar de sua construção recente, 2009, encontra-se em ruínas e inutilizável, conforme Figura 5.



Figura 5 - Reservatório atual do P.A. Milagre - Fonte: Próprio autor.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO.

A rede de distribuição também é em PVC DeFoFo e possui 60 milímetros (mm) de diâmetro. Devido à inexistência de reservatório houve muitas reclamações devido à subpressões nas casas mais afastadas do mesmo. Além disso, só há fornecimento de água para as casas quando a bomba do poço está ligada.

Dimensionamento:

CAPTAÇÃO.

Com base nos dados obtidos nos cálculos hidráulicos, deve-se utilizar uma bomba submersa de potência 3 Hp (*horse power*), altura manométrica 213 metros (m) e vazão 0,21 litros por segundo (L/s). Conclui-se que a bomba instalada atende as necessidades da comunidade.

ADUTORA.

Com base nos cálculos, foi obtido o valor da vazão necessária para o abastecimento que é de 0,21 litros por segundo (L/s), uma perda de carga contínua de 17,25 metros (m) e um diâmetro de 19 milímetros (mm). Atualmente a adutora possui um diâmetro de 50 milímetros (mm), o que resulta em uma velocidade muito baixa, 0,00159 metros por segundo (m/s), para vazão transportada, sugere-se utilizar a tubulação atual combinada com um acréscimo de vazão para irrigação ou a redução do diâmetro da tubulação.

RESERVATÓRIO.

O reservatório elevado deve possuir altura de 12 metros e capacidade de 6.000 litros. Sugere-se fazer uma estrutura em concreto armado, com paredes em alvenaria e utilizar uma caixa de polietileno com dimensões 2 x 2,45 metros (2 metros de altura e 2,45 metros de diâmetro) dentro da mesma, não sendo necessário, portanto calcular as dimensões do reservatório.

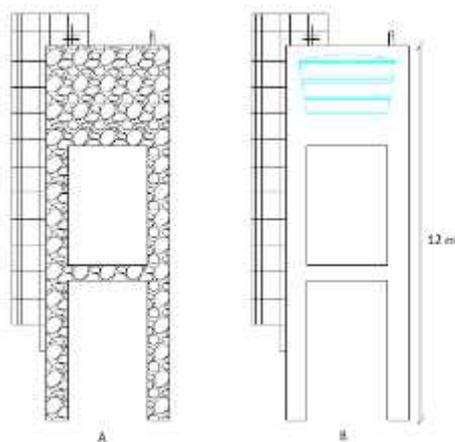


Figura 6 – Reservatório projetado - Fonte: Próprio autor

(a) Vista frontal. (b) Corte transversal

TRATAMENTO DA ÁGUA.

Por se tratar de água de poço e o manancial ser de boa qualidade, a mesma deve possuir características dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria n° 2914/2011. Sugere-se implantar somente um sistema de desinfecção da água através de um dissolvedor de pastilhas de cloro, Figura 7, em fibreglass, da Aquastore modelo T5.



Figura 7 - Aparelho usado para tratamento de água - Fonte: Aquastore, 2016.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO.

Com o cálculo da perda de carga e da vazão de distribuição, obteve uma rede de diâmetro 32 milímetros e extensão 416 metros.

Atualmente a rede de distribuição possui um diâmetro de 60 milímetros, o que resulta em uma velocidade muito baixa, 0,0011 m/s, para vazão transportada, sugere-se utilizar a tubulação atual combinada com um acréscimo de vazão para irrigação ou a redução do diâmetro da tubulação.

Com base nos resultados obtidos foi criado um croqui com todos os dados referentes a rede de abastecimento, disposto na Figura 8.

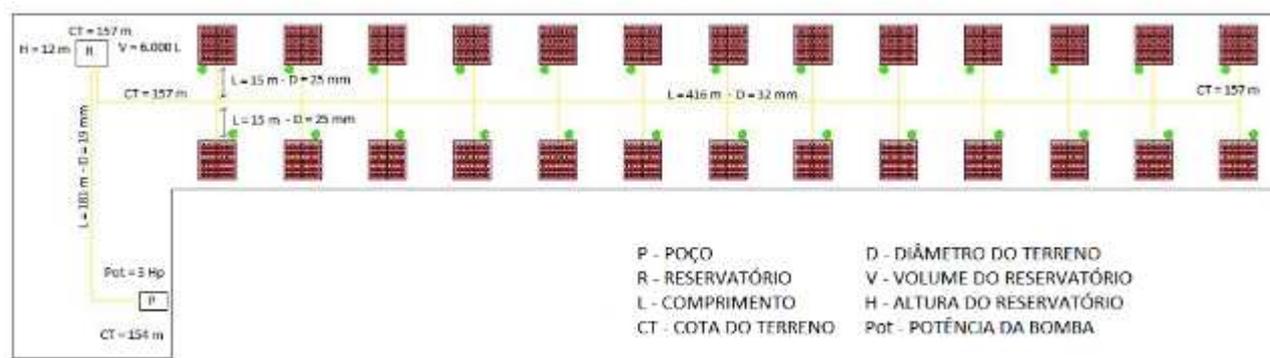


Figura 8 - Croqui proposto para a rede de abastecimento de água do P.A Milagre - Fonte: Próprio autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o dimensionado e projeto do Sistema de abastecimento de água é de suma importância pra organização social e preservação do meio ambiente, a necessidade dos cálculos de modo a determinar o componente, modelo e dimensões ideais para cada localidade, considerando as características de relevo e das condições do manancial utilizado, se torna um fator determinante para a realização eficiente e correta da proposta.

No assentamento Milagre foi constatada a ausência do reservatório elevado, componente do Sistema de abastecimento de água, e a partir da pesquisa realizada em campo a ausência desse componente pode ser relacionada com alguns problemas vividos pela população, como variação na pressão e falta de abastecimento em algumas ocasiões, como quando ocorre queda de energia.

Chegou-se à conclusão também que as redes estão superdimensionadas resultando assim em uma velocidade muito baixa quando comparado a que está determinada nas normas. Em contra partida esse superdimensionamento pode possibilitar a utilização da rede para a irrigação, mesmo não sendo recomendado devido a água já ter passado por um processo de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS

1. ALMEIDA, Flávio Gomes de et al. Importância estratégica da água para o terceiro milênio. **GEOgraphia**, v. 4, n. 8, p. 45-56, 2009.
2. Diagnóstico de água e esgotos. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014> Acesso em: 14 de março de 2016 as 12h45min.
3. BRASIL. (2007) Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.937, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
4. FERNANDES NETO, Maria de Lourdes et al. Avaliação da relevância dos parâmetros intervenientes no consumo per capita de água para municípios de Minas Gerais. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 9, n. 2, p. 100-7, 2004.
5. GARJULLI, Rosana. Os recursos hídricos no semi-árido. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 38-39, 2003.
6. GOMES, Marco Antônio Ferreira. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. **Local: Embrapa, mar**, 2011.
7. HELLER, L.; PÁDUA, V.L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, 2010.
8. MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reúso**. Oficina de Textos, 2005.
9. MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.
10. OTTONI, Adacto Benedicto et al. A importância da preservação dos mananciais de água para a saúde e sobrevivência do ser humano. In: **20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 1999. p. 3731-3737.