



PROPOSTA DE PROJETO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O BAIRRO DO PANTANAL DA CIDADE DO ACARÁ – PARÁ

RESUMO

A disponibilidade hídrica, de maneira quantitativa e qualitativamente justa, tem cada vez mais convergido para a centralidade das preocupações do mundo e das discussões em conferências internacionais que debatem a sustentabilidade deste recurso limitado. Não por acaso, um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU é “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, este objetivo em específico visa unir os diversos atores sociais do mundo, dispostos a proteger as nossas fontes de água doce, e o Brasil se dispôs a alcançar este objetivo. No entanto, nosso país ainda tem muito a caminhar até alcançar a universalização dos sistemas de saneamento básico, onde está incluso o abastecimento de água potável para a população. A fim de abordar esta problemática, este trabalho propõe o dimensionamento do sistema de abastecimento de água do bairro do Pantanal na cidade do Acará – PA, com foco na rede de distribuição, buscando ampliá-la e melhorar a qualidade e quantidade de água que chega às residências. Logo, almeja-se suprir a demanda por água encanada de qualidade, devido à falta de rede de distribuição em parte do bairro e no residencial que em breve será construído em área adjacente.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de Água, Acará, Pará.

INTRODUÇÃO

Tratando-se de um recurso natural limitado, pertencente a todos e essencial à vida humana, como define em seus fundamentos a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal n. 9.433/19971, a água está na categoria máxima dos bens que devem estar à disposição dos povos para a garantia da dignidade humana. Visando reforçar essa importância do acesso à água no contexto nacional, está em tramitação no congresso nacional uma Proposta de Emenda à Constituição (PEC), que pretende incluir na Constituição Federal, em seu artigo 5º, o acesso à água potável entre os direitos e garantias fundamentais, na forma do seguinte inciso: “LXXIX - é garantido a todos o acesso à água potável em quantidade adequada para possibilitar meios de vida, bem-estar e desenvolvimento socioeconômico” (BRASIL, 2018).

O abastecimento de água, consiste em um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações que estão incluídas na definição do que é o saneamento básico e a sua universalização está entre os objetivos do século, devendo esta ser cumprida pelos esforços conjuntos das diversas esferas da administração pública do Brasil. A universalização dos serviços de saneamento é o primeiro dos fundamentos da Política Nacional de Saneamento Básico, Lei N° 11.447/2017, e é conceituada como a ampliação progressiva do acesso ao saneamento básico a todos os domicílios ocupados, ou seja, é a possibilidade de todos os brasileiros acessarem os serviços de saneamento, sem qualquer barreira de acessibilidade, seja legal, econômica, física ou cultural (PAIM, 2011). A situação das cidades brasileiras varia muito no que tange à cobertura do serviço de abastecimento de água, e na disponibilidade e demanda hídrica das diversas regiões do país.

A região Norte brasileira possui enorme disponibilidade hídrica, com seus rios de água doce dotados de vazões exorbitantes, porém, é recorrente o registro de cidades com sistemas de fornecimento de água deficitários. Segundo dados do SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento), em seu diagnóstico dos serviços de água e esgoto para o ano de 2016, o índice de atendimento total de água por rede geral de abastecimento no Brasil é de 83,3%, o restante da população que necessita recorrer a outras formas de abastecimento, 16,7%, corresponde a cerca de 35 milhões de brasileiros. Na região Norte do país, este índice diminui para 55,4%, nas zonas urbanas o percentual de atendimento é de 67,7%, vale ressaltar a redução de 1,5% da cobertura da população urbana em relação ao ano de 2015, quando 69,2% da população era atendida pela rede geral.

Esta desigualdade é maior nas zonas rurais, em todas as regiões, porém, ela atinge mesmo cidades urbanas próximas às capitais estaduais que em geral, concentram grandes índices de infraestrutura de abastecimento de água. Com o objetivo de monitorar este tipo de serviço público na totalidade dos municípios brasileiros, a partir de 2009, o SNIS passou a solicitar dados de todos os prestadores de serviços de água e esgotos do Brasil, incluindo os municípios que possuem rede pública de água ou esgoto.

O conhecimento da situação atual dos serviços de saneamento é essencial para a tomada de decisões, tendo em vista a sua ampliação e melhoria, entretanto, é necessário que os diversos prestadores de serviços de água e



esgoto contribuam nessa tarefa, ao enviar os dados atualizados das condições qualitativas e quantitativas de seus serviços para o SNIS.

A cidade do Acará, localizada a 200km da cidade de Belém no Pará, não consta no levantamento feito pelo SNIS referente ao ano de 2016, mas está presente nos dados referentes ao ano de 2015, apresentando em sua área urbana um índice de cobertura de 100%. Tal percentual não condiz com a situação observada em campo, pois segundo moradores de um dos bairros da cidade, o bairro do Pantanal, não há a presença de rede de abastecimento que atenda às suas residências, o que não lhes torna parte deste percentual apresentado pela prefeitura da cidade, que é a responsável pela prestação dos serviços de abastecimento local. Com vistas a apresentar uma solução para esta situação, se propõe o dimensionamento da rede de abastecimento do bairro do Pantanal, abrangendo também a área onde será construído um conjunto habitacional.

OBJETIVO

Dimensionar um sistema de abastecimento de água para o bairro do Pantanal, no município Acará – PA, com foco na rede de distribuição e horizonte de projeto de 20 anos, utilizando o método Hardy-Cross, visando ampliar a rede e melhorar a qualidade e quantidade de água que chega nas residências, para tornar este serviço mais eficiente e abrangente à população local.

Metodologia Utilizada

1. Caracterização da área de estudo

O município de Acará, pertencente ao estado do Pará, faz parte da microrregião composta pelos municípios de Concórdia do Pará, Tomé Açu, Bujaru, Tailândia e Moju. A área total do município corresponde ao valor de 4.343,805 km² e em sua divisão territorial interna ele é composto por três distritos, Guajará-Miri, Jaguarari e Acará (cidade), sendo este último a área mais urbanizada, estando localizado a uma latitude 01°57'39" sul e a uma longitude 48°11'48" oeste. Banhada pelo rio Acará, cuja foz deságua na baía de Guajará (localizada a oeste da cidade de Belém) onde se encontra com o rio Guamá, o curso d'água, quando analisado na direção contrária ao seu percurso, às margens da cidade ele se divide em Rio Acará-Mirim, que vai para o município de Tomé Açu, e Rio Miriti-pitanga, que segue para o Alto Acará e tem sua nascente no território de Tailândia. Sua localização no estado do Pará pode ser mais bem observada no mapa da Figura 1.

O município situa-se a uma distância de um pouco mais de 100 km da cidade de Belém quando considerado como via de acesso a rodovia conhecida como Perna Sul, principal via de acesso entre a Região Metropolitana de Belém e os municípios do Acará, Concórdia do Pará, Bujaru e Tomé-Açu, no nordeste do Estado.

Internamente, a cidade divide-se em 7 (sete) bairros, sendo estes os bairros do Cacoal, Vila-nova, Alegria, Centro, Aterro do Flamengo, Pantanal e São Judas. Este trabalho terá como objeto de estudo o bairro do Pantanal, localizado em uma área considerada de expansão ou de invasão como é conhecida pelos moradores. De acordo com o que foi definido no Art. 93 da Lei Nº13.465/2017, que dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, o bairro do Pantanal não se enquadra na definição de área urbana consolidada, pois segundo esta lei, para uma área ser considerada uma área urbana consolidada, ela deve contar com a presença de, no mínimo, três dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana contidas no inciso V da lei, como pode ser visto a seguir:

Art. 16-C

(...)

§ 2º Para os fins desta Lei, considera-se área urbana consolidada aquela:

I - incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;

II - com sistema viário implantado e vias de circulação pavimentadas;

III - organizada em quadras e lotes predominantemente edificados;

IV - de uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou voltadas à prestação de serviços; e

V - com a presença de, no mínimo, três dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:

a) drenagem de águas pluviais;

b) esgotamento sanitário;

c) abastecimento de água potável;

d) distribuição de energia elétrica; e

e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.



O bairro do Pantanal carece da implantação de equipamentos de infraestrutura urbana pertencentes aos serviços de saneamento como drenagem urbana, esgotamento sanitário e abastecimento de água potável, além destes, também falta pavimentação nas vias do bairro.

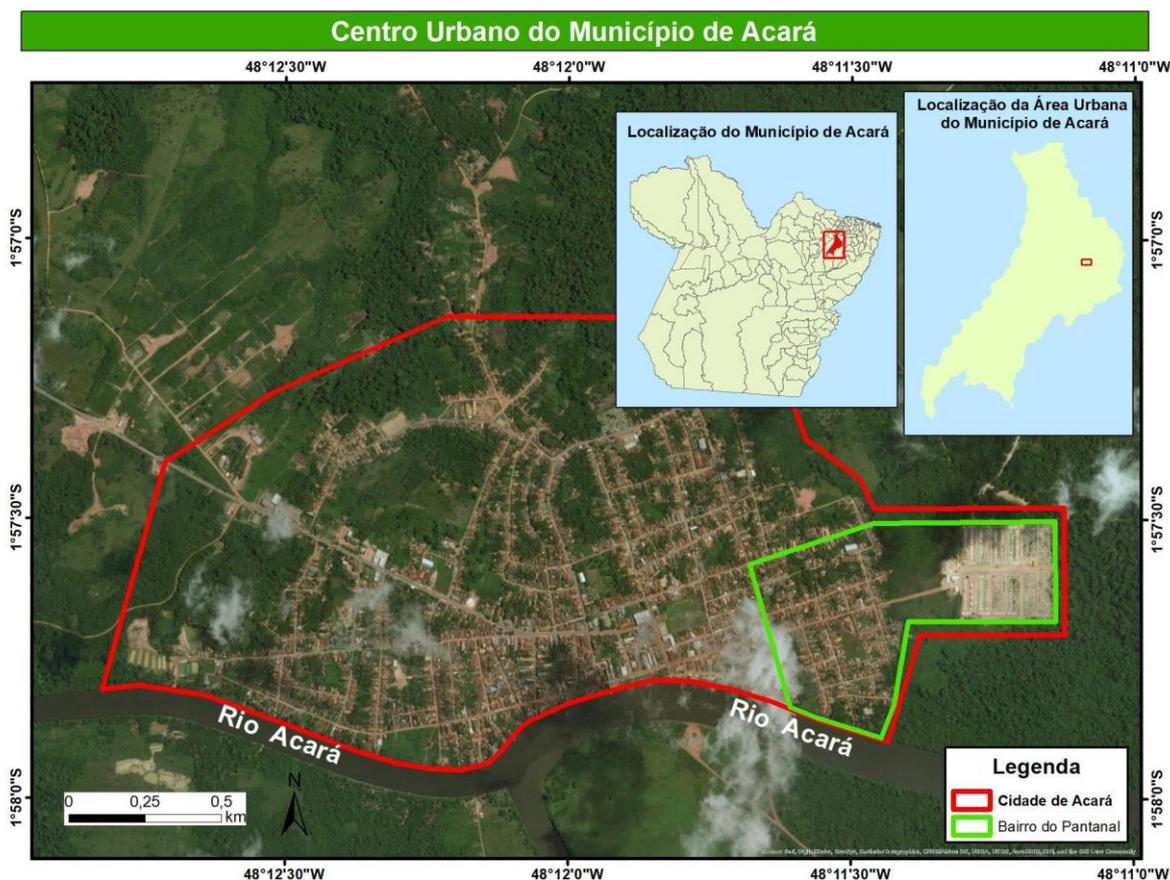


Figura 1: Localização espacial da cidade do Acará e do bairro do Pantanal.

2. Parâmetros genéricos e critérios básicos de projeção

Foram utilizados os critérios e parâmetros contidos nas principais normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), voltados para a elaboração de sistemas de abastecimento de água, as quais descrevem o processo de desenvolvimento deste tipo de projeto, desde sua captação até a distribuição. Estas são: NBR 12211/92 (Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água); NBR 12212/92 (Projeto de poço para captação de água subterrânea), NBR 12215/91 (Projeto de Adutora de Água para Abastecimento Público), NBR 12218/94 (Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público) entre outras. Ressalta-se que também foram utilizados documentos complementares no desenvolvimento do sistema proposto.

3. Cálculo de estimativa populacional

De acordo com o levantamento do censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Acará possui uma densidade demográfica de 12,33 hab/km², com uma população para o ano de 2010 de 53.569 habitantes e uma projeção para o ano de 2017 de 54.096 habitantes.

Na área urbana do município, a população é de 12.734 habitantes para o ano de 2010, representando cerca de 24% dos municípios, os outros 76% habitam regiões rurais. Para o desenvolvimento do projeto, foi realizada estimativa através do método da projeção geométrica, utilizando-se dos dados disponíveis pelo IBGE (Tabela 1) para estimar a população do município para o ano de 2018.



Tabela 1 – Evolução populacional da área urbana de Acará de acordo com os censos do IBGE.

População	
Período	Urbana
1970	1.288
1980	3.425
1991	5.719
2000	9.745
2010	12.621

Como o projeto se limitará à população do bairro do Pantanal, a população de projeto será a estimativa de demanda de consumo de água dos moradores do bairro, em um horizonte de projeto de 20 anos, acrescida da estimativa de moradores do residencial. Foi utilizado como ferramenta matemática o método de Projeção Geométrica, porém, antes de se aplicar os cálculos, foi estimado a população do bairro da seguinte forma.

- Primeiro determinou-se a área da cidade com a ajuda do software AutoCAD, subtraindo em seguida algumas áreas verdes de grande extensão localizadas dentro da área urbana (A_{total}).
- O segundo passo foi determinar a área do bairro do Pantanal (A_{bairro}).
- Com a razão entre a área do bairro e a área total (A_{bairro}/A_{total}), multiplicado por 100 estimou-se o quanto a área do bairro corresponde, em porcentagem, à área total da cidade.
- Esta relação encontrada entre áreas pode ser aplicada à população da cidade, multiplicando a razão A_{bairro}/A_{total} , pela população (Pop.), da forma como está representada na Equação 1. No caso deste trabalho, foi multiplicada a população estimada para o ano atual de 2018.

$$(A_{bairro}/A_{total}) \times Pop. \quad \text{equação (1)}$$

Desta forma, determinou-se que a área do bairro, sem considerar a área do futuro residencial, corresponde a 11% da área habitada total da cidade. Para determinar a taxa de crescimento da cidade, foi utilizada a população da área urbana, avaliada nos censos do IBGE de 2000 (9745 habitantes) e 2010 (12734 habitantes), sendo calculada pela Equação 2 abaixo:

$$q_0 = \frac{Ano_1 - Ano_0}{\sqrt{\frac{P_1}{P_0}}} \quad \text{equação (2)}$$

A taxa de crescimento anual (q_0) da área urbana de Abaetetuba, de 2000 à 2010, foi de 1,0271% ao ano. Logo após, estimou-se a população da cidade para o ano de 2018 com o uso do método geométrico de projeção populacional da Equação 3 a seguir:

$$P_1 = P_0 \times q_0^{(Ano_1 - Ano_0)} \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

P_1 = População final;

P_0 = População do ano Base;

q_0 = Taxa de crescimento;

Ano_1 = Ano final;

Ano_0 = Ano Base.



Multiplicou-se a população da cidade estimada para 2018 pela razão entre as áreas que deu origem à porcentagem apresentada anteriormente, obtendo-se assim a população estimada do bairro do Pantanal neste ano, que foi de 1743 habitantes, com esta população encontrada, foi utilizado novamente o método geométrico, desta vez para estimar o crescimento populacional do bairro em questão até o ano de 2038. Ao final, foi obtida uma população de 2976 habitantes para o ano de 2018, esta população foi acrescida do valor estimado de moradores do futuro residencial que terá 300 imóveis construídos, considerando uma média de 4 moradores para cada imóvel, teremos mais 1200 habitantes da bairro do Pantanal. Somando a população estimada do bairro e do residencial, teremos **4176** futuros habitantes.

4. Parâmetros de projeto

Segundo a NBR 12218/1994, os critérios principais a serem seguidos e observados no momento de desenvolvimento de um projeto de rede de abastecimento de água são: Diâmetro mínimo para tubulação: 50 mm; pressão dinâmica mínima: 10,00 mca (necessária para que a água alcance os reservatórios domiciliares); pressão estática máxima: 50,00 mca (necessária para garantir a resistência da tubulações e controle de perdas de água); material da tubulação: tubos de ferro fundido, revestido de argamassa de cimento; rugosidade das paredes da tubulação (C): 130 (para tubos de ferro fundido, revestido de argamassa de cimento).

5. Dimensionamento da rede de distribuição

O método utilizado para realizar o desenvolvimento do projeto de rede de distribuição de água foi o Método Hardy-Cross, utilizando o princípio de redes malhadas que demandam cálculos mais complexos já que possuem circuitos fechados (anéis). Este método foi desenvolvido em 1936 e é bastante utilizado ainda hoje por possibilitar o desenvolvimento manual dos cálculos de maneira simples além de ser provido de significado físico que facilita a análise dos resultados intermediários. Ele é aplicado principalmente para o dimensionamento de condutos principais de rede malhada (TSUTIYA, 2006). A Figura 2 representa a rede malhada desenvolvida para o dimensionamento do sistema do bairro do Pantanal.

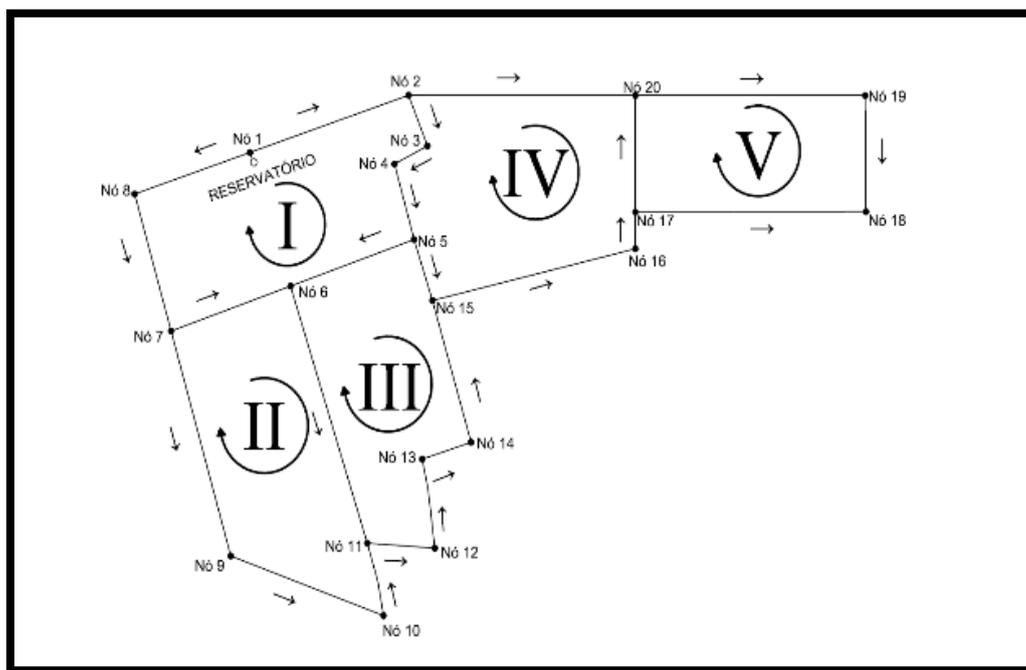


Figura 2: Rede malhada proposta para o sistema de abastecimento do bairro do Pantanal

Para a NBR 12218/1994 (Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público), o dimensionamento das redes malhadas devem ser realizadas por meio de métodos de cálculos iterativos, os quais garantam resíduos máximos de 0,1 L/s para vazão e de 0,5 kPa de carga piezométrica. Para determinar as perdas de carga nos trechos da rede de distribuição de água se utilizou da fórmula de Hazen-Williams para o cálculo, sendo apresentada na equação a seguir:



$$H_f = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

equação (4)

Onde:

H_f = Perda de carga (m);

Q = Vazão do trecho (m^3/s);

C = Coeficiente de Hazen-Williams;

D = Diâmetro (m);

L = Comprimento do trecho (m).

Para o dimensionamento da malha principal da rede fora utilizado os seguintes parâmetros de projeto: Alcance do projeto – 2038; População abastecida projetada (2037) – 4.176; Cota Per Capita – 200 l/hab/dia (adotado); Coeficiente do dia de maior consumo – $k_1 = 1,2$ (adotado); Coeficiente da hora de maior consumo – $k_1 = 1,5$ (adotado); Horas de funcionamento: 24h; Coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams – $C = 130$ (tubos de Ferro Fundido)

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com os cálculos se obteve uma demanda de água para o ano de 2038 da ordem de 17,40l/s ($62,64m^3/h$). Por se tratar de uma demanda não muito grande, é preferível para o bairro um sistema de abastecimento simplificado, cujo seu manancial seja proveniente das águas subterrâneas. Baseado em valores obtidos através do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), a prefeitura possui dois poços na região do bairro, a soma de suas vazões corresponde a $55m^3/h$. Será necessário apenas mais $7,64m^3/h$ para atender esta demanda, o que provavelmente pode ser obtido com a perfuração de um único poço.

Para determinar o volume armazenado foram utilizadas as recomendações de Tsutiya (2006), o qual prevê o volume armazenado, em metros cúbicos, como sendo 1/3 da vazão de captação. Desse modo, se obteve um volume de armazenamento de $501,06m^3$, tendo que ser direcionado 30% deste volume para o reservatório elevado e 70% para o reservatório apoiado.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A cidade do Acará possui uma organização espacial de suas ruas que facilita a implantação de equipamentos de infraestrutura de saneamento, porém, falta o engajamento do poder público para conseguir recursos que viabilizem esta implantação. O abastecimento de água, muito em breve será um dos maiores desafios para muitas nações, mas a nossa condição em território amazônico nos torna privilegiados, portando, é inaceitável que tenhamos um serviço deste tipo deficitário e deficiente, mesmo em zonas que apresentam urbanização emergente como o bairro do Pantanal. Após o planejamento, a concepção e o dimensionamento realizado neste trabalho, chegou-se a resultados satisfatórios, visto que uma vez corretamente dimensionada, a rede de distribuição de água projetada garante o atendimento a toda a população do bairro em questão. Tal fato é de grande relevância para este trabalho, já que grande parte da população do bairro não é atendida pela rede de abastecimento atual devido esta não chegar até essas pessoas. Dessa forma, essa população passaria a receber água com qualidade e não mais tendo que se preocupar em fazer perfurações de poços subterrâneos, os chamados poços amazonas, ou então utilizar a água do rio para satisfazer suas necessidades diárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE Cidades. Acará. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150020&search=para|acara>>. 12 jun 2016
2. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sinopse do Censo Demográfico 2010 - Pará. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=15>>. Acesso em: 30 jun 2016.



**Encontro Técnico
AESABESP**

29º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



FENASAN

parceiro



2018

3. PAIM, J. S. Universalidade, integralidade e equidade. In: REZENDE, S. C. (org.). Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil. Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011. p. 20-58. p. 31.
4. PREFEITURA. História do município de Acará. Disponível em: <<http://www.acara.pa.gov.br/index.php/sobre-acara/historia>>. Acesso em: 12 jun 2016
5. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3ª Edição. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2006.