



## I-093 - A EXPERIÊNCIA NA IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ALDEIAS DA ETNIA HIXKARIANA

**Rainier Pedraça de Azevedo** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil graduado pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM em 1987, Especialista em Engenharia de Saúde Pública pela Escola Nacional de Saúde Pública da FIOCRUZ em 1992 e Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pelo Centro de Ciências do Ambiente da UFAM em 2005, servidor da FUNASA, Superintendência Estadual do Amazonas.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Oswaldo Cruz, 51 - Glória - Manaus - AM - CEP: 69027-000 - Brasil - Tel: (92) 3301-4134 - e-mail: [rainier.pedraca@funasa.gov.br](mailto:rainier.pedraca@funasa.gov.br)

### RESUMO

A implantação de sistemas de abastecimento de água consiste numa das maiores demandas de saneamento das populações indígenas da Amazônia e também um dos grandes desafios a serem vencidos na região devido à grande dimensão territorial, ao isolamento das aldeias e a complexa logística de se transportar equipamentos e insumos de todas as espécies para os mais longínquos locais da região. Neste sentido, o estudo aqui trazido descreve uma experiência na implantação de soluções alternativas de abastecimento de água nas aldeias indígenas Areia, Cafezal, Riozinho, Jutaí e Cachoeira Porteira, no município de Nhamundá no estado do Amazonas. Buscou-se a utilização de alternativas técnicas e tecnológicas que agregassem facilidades construtivas e também de operação e manutenção, para tanto, utilizou-se caixas de tomada d'água para aproveitamento de fontes de encosta e poço tipo Amazonas na captação do lençol freático, carneiro hidráulico bombeamento com acionamento fotovoltaico como recalques. Portanto, a experiência descrita neste estudo aumenta o leque de possibilidades na implantação de soluções alternativas de abastecimento de água em aldeias da região e consequentemente diminuindo a demanda por este tipo de benefício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Soluções alternativas de abastecimento de água, Índios Hixkariana, Amazônia.

### INTRODUÇÃO

A construção, operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água em aldeias indígenas na Amazônia tem sido um desafio constante, principalmente devido à grande dimensão territorial, ao isolamento das aldeias e a complexa logística de se transportar equipamentos e insumos de todas as espécies para os mais longínquos locais da região.

Azevedo (2012) descreve que o regime das águas dos rios (enchente e vazante), o índice pluviométrico, a umidade, doenças tropicais endêmicas como a malária, entre outros fatores ambientais, também são complicadores para a realização de obras na região. Devido a esses obstáculos naturais e as peculiaridades inerentes à região, cada vez mais tem se buscado alternativas técnicas e tecnológicas para realização de obras de saneamento na Amazônia, em especial sistemas de abastecimento de água, que tendam agregar facilidades construtivas e também de operação e manutenção.

Nesse aspecto, o objetivo do estudo foi descrever a experiência na implantação de soluções alternativas de abastecimento de água nas aldeias indígenas Areia, Cafezal, Riozinho, Jutaí e Cachoeira Porteira, no município de Nhamundá no estado do Amazonas.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta etapa são descritos as principais características das aldeias e da etnia Hixkariana, bem como, a sistemática dos levantamentos dos dados objeto deste estudo.

## AS ALDEIAS DO ESTUDO: CARACTERÍSTICAS, LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O estudo foi realizado nas aldeias Areia, Cafezal, Riozinho, Jutai e Cachoeira Porteira, localizadas no município de Nhamundá - AM, na região do Baixo Amazonas, cuja sede municipal dista 375 km em linha reta de Manaus capital do Estado do Amazonas e 577 km por via fluvial.

As figuras 1 e 2 mostram a localização do município de Nhamundá no Estado do Amazonas e das aldeias respectivamente.



**Figura 1: Mapa do Amazonas e de Nhamundá**



**Figura 2: Localização das aldeias**

O rio Nhamundá conhecido também por Jamundá ou Cumuri é a principal via de acesso às aldeias indígenas da região, é afluente da margem esquerda do Amazonas. Divide os Estados do Pará e do Amazonas. No curso superior (Alto Nhamundá) forma várias cachoeiras, para depois entrar num vale longo e plano. No curso inferior suas margens ficam bastante elevadas. É navegável por embarcações de pequeno e médio porte praticamente o ano inteiro até a aldeia de Riozinho, na época das cheias pode ser navegável até a aldeia de Cachoeira Porteira, desse ponto em diante a navegação é feita com muitas dificuldades em pequenas embarcações do tipo canoa de alumínio equipada com motor de popa.

A aldeia Areia é uma aldeia recente e a primeira subindo o Rio Nhamundá, dista 98,5 km em linha reta da sede do município de Nhamundá. Por ocasião do início do projeto contava com uma população de 19 pessoas que utilizava água bruta sem nenhum tipo de tratamento e proveniente do rio Nhamundá.

A aldeia Cafezal é a única localizada a margem esquerda desse rio, portanto, situada geograficamente no estado do Pará e distante 163,5 km em linha reta, da sede do município de Nhamundá, sua população era de 28 (vinte e oito) pessoas.

Situada a 166,8 km da sede do município, a aldeia Riozinho contava com 20 (vinte) famílias, totalizando uma população de 86 (oitenta e seis) pessoas. Nessa Aldeia, há uma fonte de encosta que era utilizada por uma pequena parcela da população, mas a principal fonte de abastecimento da população era a água bruta o rio Nhamundá distribuída sem tratamento por um sistema de captação implantado pela Prefeitura.

A aldeia Jutai está localizada a 170,70 km, de Nhamundá, e a 3,9 km da Aldeia de Riozinho, com acesso apenas por via fluvial. Possui 06 (seis) famílias, totalizando uma população de 27 (vinte e sete) pessoas. Nessa Aldeia também há várias fontes de encosta utilizadas pela população, mas todas sem proteção sanitária.

A última aldeia deste estudo é Cachoeira Porteira, distante a 176,20 km, da sede do município de Nhamundá. Contava com 17 (dezesete) famílias, totalizando uma população de 60 (sessenta) pessoas. A comunidade utilizava a água bruta do rio Nhamundá e de um igarapé próximo, sem nenhum tipo de tratamento.

A tabela 1 sintetiza os dados populacionais, coordenadas geográficas e altitude das aldeias.

**Tabela1: Dados populacionais, coordenadas geográficas e altitudes das aldeias**

Nome da Aldeia	População (hab.)	Distância da sede Nhamundá - AM em linha reta (km)	Altitude	Coordenadas	
				Latitude	Longitude
Areia	19	98,5	20 m	S1 35.370	W57 37.088
Cafezal	28	163,5	24 m	S1 25.747	W57 53.117
Riozinho	86	166,8	30 m	S1 25.793	W57 54.872
Jutaí	27	170,7	32 m	S1 24.069	W57 56.129
Cachoeira Porteira	60	176,2	31 m	S1 22.375	W57 58.588

Fonte: Adaptado do Plano Distrital de Saúde do DSEI de Parintins - Levantamento de 2008

## A ETNIA HIXKARIANA

A etnia Hixkariana reúne um conjunto de povos que falam variações dialetais da família linguística Parukoto-Charumã, do tronco Carib. Habitam a região do rio Nhamundá e as cabeceiras do rio Jatapú no Amazonas e a bacia do Mapuera e as cabeceiras do rio Trombetas no estado do Pará, apresentam uma semelhança básica no modo de vida atual e mantem constante relacionamento entre si, inclusive na forma de intercasmamentos. No passado, esse conjunto de povos do “complexo Parukoto-Charumã” tinha um padrão de ocupação do território baseado na dispersão espacial de pequenos grupos locais (aldeias), com grande mobilidade.

No rio Nhamundá esses indígenas são mais conhecidos pelo nome do povo ali majoritário numericamente - os Hixkariana - e na aldeia do Mapuera, são denominados Waiwai.

Os Hixkariana podem ser também designados como: Hixkaryana, Hishkaryana, Parukoto-Charuma, Parucutu, Chawiyana, Kumiyana, Sokaka, Wabui, Faruaru, Sherewyana, Xerewyana, Xereu, e Hichkaryana.

Nas maiores aldeias dessa etnia existe uma oca central onde são realizadas as reuniões e os festejos (Figura 3), as habitações geralmente são cobertas de palha, as paredes podem ser de tábuas serrada, cascas de árvores e até de palha, o piso geralmente é de chão batido (Figura 4). Algumas habitações possuem um anexo onde são preparados os alimentos.



**Figura 3: Oca central na aldeia Riozinho**



**Figura 4: Habitação típica das aldeias**

Nessa região onde vivem os Hixkariana também habitam indígenas da etnia Caxuiana (Kaxúyana, Kaxuyána, Kaxuyâna, Kashuyana) concentrados principalmente na Aldeia Areia.

## LEVANTAMENTO DOS DADOS

Os abastecimentos de água implantados nas aldeias indígenas na Amazônia, em sua maioria, são soluções alternativas, de concepção simplificada, consistindo principalmente de captação por poço tubular ou de poço



tipo Amazonas, elevatória constituída de conjunto motor-bomba submersível acionado com energia proveniente de grupo gerador ou placas solares, reservatório elevado alimentando chafarizes ou abastecendo individualmente as moradias por meio da rede de distribuição e ligações domiciliares (AZEVEDO, 2012).

As aldeias indígenas Areia, Cafezal, Riozinho, Jutai e Cachoeira Porteira, no município de Nhamundá - AM, não possuíam nenhum sistema coletivo de abastecimento de água. As populações dessas aldeias se abasteciam das águas do rio Nhamundá sem nenhum tratamento; de fontes naturais desprotegidas; de poços escavados sem proteção sanitária e alguns da água de chuva.

A metodologia deste trabalho baseou-se na observação direta das diversas etapas de implantação das soluções alternativas de abastecimento de água dessas aldeias, compreendendo as seguintes etapas: visitas técnicas e reunião com as comunidades, avaliação e seleção dos dados coletados, concepção e elaboração de projetos técnicos, definição da metodologia construtiva, especificação dos materiais empregados, execução das obras e demais serviços.

## RESULTADOS

### MANANCIAL

O rio Nhamundá já é utilizado por esses povos indígenas como fonte de suprimento de água. As análises de parâmetros físico-químicos como cor aparente resultou numa variação de 57 a 80 uH, para turbidez a variação ficou entre 6,06 e 10 uT e o pH ficou na faixa de 5,5 a 6,9. Portanto, sua utilização como manancial em um sistema de abastecimento demandaria instalação de estação de tratamento de água - ETA e uma complexa e custosa logística de operação e manutenção. Assim, buscou-se a alternativa de utilização de águas subterrâneas.

Os aquíferos mais importantes estão nas faixas de sedimentos localizados ao longo das margens dos rios. Esses aspectos da geologia local propiciam o aproveitamento da água de encostas por meio de caixas de tomada d'água e do lençol freático por meio da execução de poço tipo Amazonas, ambas soluções de custo relativamente baixo e execução tecnicamente mais simples.

### CAPTAÇÃO E RECALQUE

Devido a existência de fontes naturais nas aldeias Cachoeira Porteira, Jutai, Riozinho e Areia, aliada a boa qualidade físico-químicas das águas dessas fontes, optou-se pela execução de caixas de tomada d'água.

As caixas de tomada d'água destinam-se a captação de águas subterrâneas do lençol não confinado, ou seja, do lençol freático e são aplicáveis em captação de fonte aflorante ou de encosta. Devem ser adequadamente protegidas e instaladas no local do afloramento para recolher a água diretamente do lençol ou indiretamente de uma canalização simples ou com ramificações que penetrem o lençol.

Muito embora, essas caixas sejam de simples execução existem dificuldades construtivas principalmente em encostas onde o afloramento e a umidade do terreno tendem a deixar esses locais instáveis e sujeitos ao desbarrancamento. Outra possível dificuldade é quando da existência de vários afloramentos próximos, comumente chamado na região de "olhos d'água", se não forem bem aproveitados ou drenados corretamente podem comprometer a estabilidade da caixa de tomada.

A inexistência de fontes aflorantes na aldeia Cafezal levou a adoção do aproveitamento do lençol freático com captação através de poço tipo Amazonas.

O poço Amazonas é um tipo de poço escavado manualmente e revestido com tijolos ou anéis de concreto. É conhecido também como poço raso ou freático, normalmente construídos com diâmetro mínimo de 90 centímetros, destina-se tanto ao abastecimento individual como coletivo. Esta solução permite o aproveitamento da água do lençol freático, atuando geralmente, entre 10 a 20 metros de profundidade (FUNASA, 2006).



Na aldeia Cafezal o poço Amazonas foi construído nas proximidades de um igarapé intermitente e revestido com tubos de concreto armado com 1,00 metro de diâmetro na profundidade média de 10 metros. Um fator limitante da profundidade desse poço foi a camada de calcário que chega a aflorar na região.

As figuras 5 e 6 mostram a caixa de tomada d'água e um poço Amazonas



**Figura 5: Caixa de tomada d'água em Areia**



**Figura 6: Poço Amazonas na aldeia Cafezal**

Como equipamento de recalque previu-se a utilização de carneiro hidráulico nos sistemas que utilizassem as caixas de tomada d'água e bombeamento acionado por painéis fotovoltaicos no poço Amazonas (figuras 7 e 8).

O carneiro hidráulico é um dos dispositivos mais práticos e baratos usados para bombear água. É de simples manejo e de pouca manutenção. Para funcionar o carneiro hidráulico não necessita de energia elétrica ou de combustível fóssil. É uma máquina de funcionamento automático capaz de aproveitar o efeito do “golpe de aríete” para bombear água.

Dentre as vantagens do carneiro hidráulico, cita-se: custo de aquisição baixo pode ser instalado no tempo, sem necessitar de casa de bombas, não precisa de filtro, não utiliza energia externa para seu acionamento, pode ser utilizado 24 h por dia, bombeia sem emissão de poluentes ou gases, a energia de alimentação é livre e renovável, não utiliza motor e os custos de operação são baixos. Como desvantagens: eficiência é determinada pelas condições locais e golpe de aríete é barulhento (CARARO, 2007).



**Figura 5: Carneiro hidráulico da aldeia Areia**



**Figura 6: Painéis fotovoltaicos na aldeia Cafezal**

A alternativa de aproveitamento de energia solar com a tecnologia do bombeamento fotovoltaico em aldeias da Amazônia está se mostrando uma experiência extremamente positiva, principalmente se considerada a visível satisfação das populações indígenas beneficiadas com os sistemas implantados (AZEVEDO e KOTAKA, 2008).

Na aldeia Cachoeira Porteira a caixa de tomada d'água foi construída numa fonte de encosta distante cerca de 1300 metros da aldeia e com desnível superior a cota de distribuição da água, assim sendo, nessa aldeia não foi preciso o uso de equipamentos de recalque bastando a própria gravidade para condução da água.

Nas aldeias Areia, Riozinho e Jutai, também foram utilizadas as caixas de tomada d'água nas fontes disponíveis como manancial. Entretanto, somente na aldeia Areia foi possível a utilização do carneiro hidráulico como equipamento de recalque uma vez que o desnível entre o nível da água e o carneiro hidráulico propiciaram seu funcionamento. Já na aldeia Jutai a camada rochosa existente no local da fonte impossibilitou a utilização do carneiro para a vazão inicialmente projetada e recorreu-se a um bombeamento com motor a explosão. No caso da aldeia Riozinho, por ser a maior dessas aldeias utilizou-se um híbrido de carneiro hidráulico para os períodos de menor consumo e o bombeamento com motor a explosão para os períodos de maior consumo.

## RESERVAÇÃO

Pensando na dificuldade de transporte e montagem de materiais destinados aos reservatórios, previu-se a execução de reservatórios elevados com copo em fibra de vidro no volume de 5 m<sup>3</sup>, montados sobre torres de estruturas metálicas pré-fabricadas e cortadas em tamanho que pudessem ser transportadas em pequenas embarcações do tipo canoa e ser montadas com parafusos ou mesmo soldadas “*in loco*” (Figura 7).



Figura 7: Reservatório da Cachoeira Porteira



Figura 8: Reservatório e abrigo em Riozinho

Na mais populosa aldeia (Riozinho) foi executado um reservatório apoiado de 20m<sup>3</sup> construído em concreto destinado a acumulação da água da fonte e um reservatório elevado de fibra de vidro com 5m<sup>3</sup> (Figura 8).

## TRATAMENTO

Como processo de desinfecção utilizou-se o clorador simplificado desenvolvido por Valente (2013), confeccionado com tubos e conexões de PVC. Seu uso é recomendado para sistema que funcione em regime de batelada, para que haja o tempo de contacto do cloro com a água no reservatório.

O clorador é geralmente instalado dentro do abrigo de proteção e tem sido utilizado em larga escala nas aldeias indígenas da Amazônia, devido sua facilidade de confecção e de operação. Entretanto, requer pessoal treinado para dosagem do cloro e verificação do cloro residual livre.



## **DISTRIBUIÇÃO E LIGAÇÕES DOMICILIARES**

Para aldeia de pequeno porte ou com população em torno de 100 habitantes o uso do chafariz é bastante difundido na região. Assim, projetaram-se chafarizes para todas as aldeias, no entanto, durante a execução das obras os indígenas optaram por ligações domiciliares instaladas próximos as suas casas ou malocas. No geral, as ligações são previstas para as escolas e unidades de saúde.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Não existe uma solução padrão que possa ser aplicada no abastecimento público de água nas aldeias indígenas, cada caso deve ser estudado levando-se em consideração participação e aceitação dos indígenas do sistema proposto, simplicidade de execução, mínimo de impacto antropológico e ambiental, facilidade de operação e manutenção.

A experiência descrita aumenta mais o leque de possibilidades na implantação de soluções alternativas de abastecimento de água em aldeias indígenas, principalmente na Amazônia.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AZEVEDO, R. P. Alternativas tecnológicas e construtivas aplicáveis a sistemas simplificados de abastecimento de água em aldeias indígenas na Amazônia. In: 33º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental (AIDIS), 2012. Anais. Salvador-BA, 2012.
2. AZEVEDO, R. P.; KOTAKA, F. O uso da energia solar em sistemas de abastecimento de água em aldeias indígenas na Amazônia brasileira: a contribuição da FUNASA na implementação dessa tecnologia. In: XXXI Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2008. Anais. Santiago - Chile, 2008.
3. CARARO, D. C.; DAMASCENO, F. A.; GRIFFANTE, G; ALVARENGA, L. A.. Características construtivas de um carneiro hidráulico com materiais alternativos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.4, p.349–354, 2007.
4. FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006.
5. VALENTE, M. S. Clorador simplificado para uso em soluções alternativas de abastecimento de água. In: IV Seminário Internacional de Saúde Pública, 2013.