

Tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia – aplicação prática em benefício da população

Título Original: Tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia aplicação prática em benefício da população.

Prêmio Benchimol: 2014, Primeiro Colocado, Categoria Econômico-Tecnológica

Alex Fabiano Ribeiro de Magalhães

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil. Analista de infraestrutura na Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/4092317078143805>

E-mail: afrdm@uol.com.br

RESUMO

Considerando o baixo atendimento por água potável na Região Norte do Brasil, o desenvolvimento de pesquisas sobre sistemas alternativos de tratamento de água, adaptados à realidade regional, beneficia principalmente os amazônidas que não são atendidos por nenhum sistema de abastecimento. Respeitando as especificidades regionais, o projeto utilizou o resultado do trabalho de quase 6 anos investidos no desenvolvimento de tecnologias para potabilização das águas brancas (como as do Rio Solimões) e pretas (como as do Rio Negro) da Amazônia. Objetivou-se a implantação de duas estações de tratamento de água, a disseminação do conhecimento sobre as tecnologias desenvolvidas e o fomento da discussão sobre seu uso em benefício da população, a partir da disponibilização de água potável para uso doméstico, comercial e industrial. Propôs-se que as estações fossem instaladas em comunidades tradicionais localizadas às margens de rios de águas brancas e pretas e que a disseminação do conhecimento alcançasse profissionais de engenharia e governos locais e estaduais. Os beneficiários diretos seriam as populações abastecidas pelas estações de tratamento e os beneficiários indiretos seriam as populações com potencial de receber outras estações de tratamento a partir da capacitação de profissionais de engenharia e de governos locais e estaduais.

Palavras-Chave: Amazônia. Tratamento de água. Abastecimento de água. Rio Negro. Rio Solimões.

Amazon's black and white waters' purification technology - practical application for the population's benefit

ABSTRACT

Considering the low attendance for drinking water in the Northern Region of Brazil, the development of research on alternative water treatment systems, adapted to the regional reality, benefits mainly Amazonians who are not served by any system of supply. Respecting the regional specificities, the project used the result of the work of almost 6 years invested in the development of technologies for the purification of white waters (such as the Solimões River) and black waters (such as Rio Negro) in the Amazon. The objective was to establish two water treatment plants, to disseminate knowledge about the technologies developed and to promote the discussion about their use for the benefit of the population, through the provision of drinking water for domestic, commercial and industrial use. It was proposed that the stations be installed in traditional communities located on the banks of white and black water rivers and that the dissemination of knowledge would reach engineering professionals and local and state governments. The direct beneficiaries would be the populations supplied by the treatment plants and the indirect beneficiaries would be the populations with potential to receive other treatment plants from the training of engineering professionals and local and state governments.

Keywords: Amazonian. Water treatment. Water supply. Negro River. Solimões River.

Tecnologías para la potabilización de las aguas blancas y negras de la Amazonía - aplicación práctica en beneficio de la población

RESUMEN

Teniendo en cuenta la escasa asistencia para el agua potable en la región norte de Brasil, el desarrollo de investigaciones sobre sistemas alternativos de tratamiento de agua, adaptados a la realidad regional, beneficia principalmente a los amazónicos a los que no atiende ningún sistema de suministro. Respetando las especificidades regionales, el proyecto utilizó el resultado del trabajo de casi 6 años invertido en el desarrollo de tecnologías para la purificación de aguas blancas (como el río Solimões) y aguas negras (como Río Negro) en el Amazonas. El objetivo era establecer dos plantas de tratamiento de agua, difundir el conocimiento sobre las tecnologías desarrolladas y promover el debate sobre su uso en beneficio de la población, a través del suministro de agua potable para uso doméstico, comercial e industrial. Se propuso que las estaciones se instalen en comunidades tradicionales ubicadas en las orillas de los ríos de aguas blancas y negras y que la difusión del conocimiento llegue a profesionales de la ingeniería y gobiernos locales y estatales. Los beneficiarios directos serían las poblaciones abastecidas por las plantas de tratamiento y los beneficiarios indirectos serían las poblaciones con potencial para recibir otras plantas de tratamiento de la capacitación de profesionales de la ingeniería y gobiernos locales y estatales.

Palabras clave: Amazonia. Tratamiento de aguas. Suministro de agua. Rio Negro. Río Solimões.

INTRODUÇÃO

...Dissemina-se a sensação de que o amazônida é responsável pela manutenção do bem-estar ambiental do planeta. Dele exige-se toda a sorte de sacrifícios para beneficiar o planeta, ainda que isso choque com o seu direito a uma vida materialmente mais confortável. Desse modo, o amazônida, em nome da qualidade planetária, é segregado como intruso em seu próprio território e não tem nenhuma compensação por tal ato de abdicação de si. A região amazônica passa a ser o paraíso e os seres humanos que o habitam estão privados do direito de ter as mesmas necessidades dos demais moradores da Terra... (HANAN e BATALHA, 1999).

Esta citação representa bem o que acontece com parte da população da Amazônia em relação ao tema água, ou seja, apesar da abundância hídrica, a população está sujeita a reduzidos padrões de atendimento por sistemas de abastecimento de água potável, além de existir uma realidade de seca nos rios da região durante o verão amazônico.

Em relação aos baixos índices de abastecimento de água, contribuem para isso vários fatores: (i) a grande variação sazonal dos níveis dos rios da região amazônica, que chega a mais de 16 metros em Manaus-AM, (ii) a extensa distância de algumas cidades em relação à capital do estado, que chega a ser de cerca de 1.570 km entre Manaus-AM e Guajará-AM, além (iii) da vasta extensão territorial dos municípios e (iv) da falta de investimentos no desenvolvimento, implantação, ampliação e operação dos sistemas de abastecimento de água potável. Logo, apesar da abundância hídrica, parte da população da região ainda está sujeita ao consumo de água sem qualquer tipo de tratamento.

Nesse contexto, o desenvolvimento de estudos e de pesquisas aplicadas sobre sistemas alternativos de tratamento de água adaptados à realidade da região amazônica atende a uma demanda por água tratada nos inúmeros municípios e comunidades isoladas e/ou ribeirinhas, as quais, na grande maioria das vezes, não possuem qualquer sistema de abastecimento de água potável. Novos estudos e pesquisas aplicadas também atendem ao Item V do Art. 3º da LDNSB (Lei 11.445/2007) que indica a “adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais” (consulta em 24/08/2018).

Assim, dada a escassez de estudos e pesquisas voltados para o desenvolvimento de tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia, a pesquisa que serviu de base para o projeto utilizou a tecnologia da Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) como base para o desenvolvimento de tecnologias regionalizadas para atendimento das comunidades amazônicas, principalmente, onde a mão de obra qualificada e a logística são um problema para a implantação de estações de tratamento de água convencionais.

A PESQUISA

A pesquisa aplicada que serviu de referência para o projeto premiado em 2014 teve início em 2005, a partir de amplo levantamento bibliográfico. O levantamento teve como foco o entendimento sobre as características da Bacia Hidrográfica Amazônica e a identificação de possíveis tecnologias de tratamento alternativas que poderiam se adaptar à realidade da região amazônica, no que se refere à potabilização das águas dos inúmeros cursos d'água naturais que cortam a região.

A partir de 2006, deu-se início aos trabalhos de campo, que devido à sua complexidade e à realidade da região, se estenderam até o ano de 2010, quanto se obteve o esperado êxito na obtenção de duas tecnologias específicas para a potabilização das águas brancas e das águas pretas da Amazônia, inovações que foram executadas a partir de duas unidades piloto implantadas às margens do Rio Negro e do Rio Solimões.

Destaca-se, sobretudo, que diferentemente das tecnologias criadas em laboratório ou que utilizem água bruta com características semelhantes, mas produzidas em laboratório, esta pesquisa utilizou unidades piloto implantadas diretamente nas margens de grandes rios da região, estando submetidas às mesmas condições naturais e climáticas das futuras estações de tratamento em escala real que utilizariam as novas tecnologias geradas.

ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA

De acordo com Cunha (2006), a bacia hidrográfica do Rio Amazonas, diferentemente das bacias hidrográficas dos rios de falhas (depressões originadas pelo afundamento brusco do terreno geológico de modo a criar uma calha que passa a drenar a área), é originada do que restou de um mar, formado por um profundo golfo, encaixado entre o Escudo das Guianas e o Escudo do Brasil Central, sendo fechado a leste pelo Escudo Africano, que na época ainda não havia se separado do continente americano.

Ainda segundo a mesma autora, alguns processos dinâmicos ocorridos na crosta terrestre modificaram esse panorama. Há mais de 100 milhões de anos, houve um levantamento do terreno onde hoje se situa a Bacia Hidrográfica Amazônica e, como consequência, o mar se afastou, à medida que áreas muito baixas se elevaram, a poucos metros acima da superfície oceânica, no fenômeno denominado regressão marinha. O leito primitivo da enorme depressão, elevando-se acima do nível do mar, deixou de constituir um golfo, porém, sendo mais baixo que o restante da superfície terrestre, passou a receber todas as águas de chuvas provenientes da drenagem dessa parte do continente. Nessa condição, o antigo mar interior passou a constituir um verdadeiro e imenso rio correndo na direção do Oceano Pacífico. Em seguida (há menos de 70 milhões de anos), o continente africano se separou do continente americano, encurtando a distância, a leste, até o Oceano Atlântico. Mas só bem mais tarde, há cerca de 12 milhões de anos, a elevação da Cordilheira dos Andes bloqueou a saída do rio para o Pacífico, obrigando-o a fluir em direção contrária, para despejar suas águas no Oceano Atlântico, o que acontece até os dias de hoje.

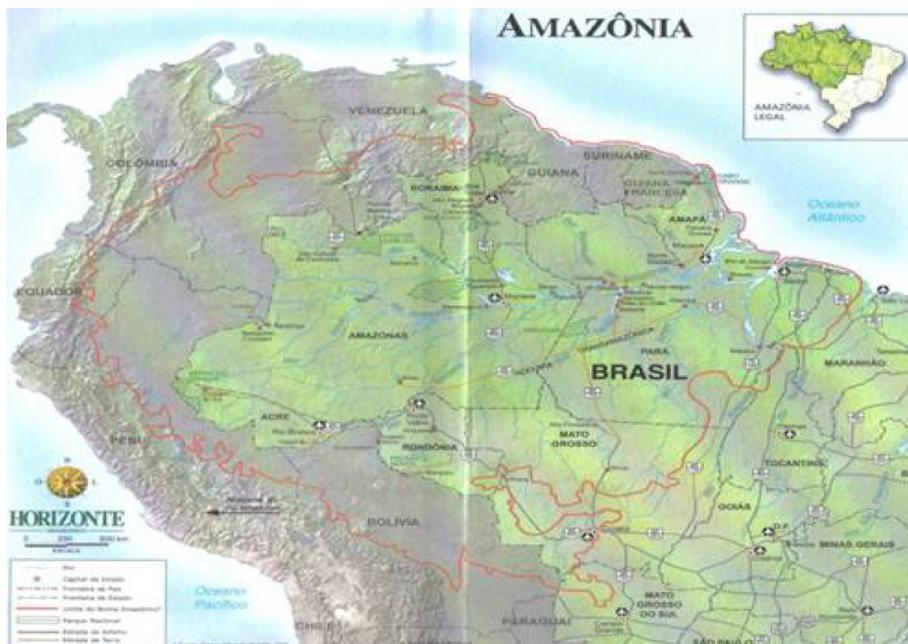
Segundo informações contidas no Plano Nacional de Recursos Hídricos, a atual Bacia Hidrográfica Amazônica, no que cabe ao território brasileiro, apresenta área de 3.843.402 km² e a vazão média de longo período estimada para o Rio Amazonas é da ordem de 108.982 m³/s (68 % do total do País) (PNRH (2006)).

Na figura 1 é apresentada a delimitação aproximada da Bacia Hidrográfica Amazônica, que abrange áreas de nove países da América do Sul, Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. Já em território brasileiro, a região amazônica incorpora áreas territoriais dos estados do Amazonas, Acre, Roraima, Amapá, Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso e Rondônia.

Utilizando informações do Caderno Regional (CR) da Região Hidrográfica (RH) Amazônica, que integra o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH (2006)), são apresentados, a partir da tabela 1, valores relacionados à abundância das águas do Rio Amazonas.

Em relação à qualidade das águas da Bacia Hidrográfica Amazônica, os rios que a compõem apresentam três diferentes características de água bruta, sendo elas as águas claras (ou verdes), as brancas (ou barrentas) e as pretas (ou negras).

Figura 1 – Delimitação aproximada da Bacia Hidrográfica Amazônica



Fonte: Milko (2001).

Tabela 1 – Informações sobre a vazão de água do Rio Amazonas

| Local | Área de drenagem (km ²) | Vazão (m ³ /s) | Vazão específica (L/(s.km ²)) | Rme (Q _{máx} /Q _{mín}) |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------|---|---|
| Manaus-AM | 2.854.300 | 131.600 | 46,1 | 2 |
| Óbidos-PA | 4.618.650 | 168.700 | 35,5 | 2 |
| Foz | 6.112.000 | 209.000 | 34,2 | - |

Fonte: PNRH (2006).

Ainda de acordo com o mesmo Caderno Regional (CR) (PNRH (2006)), os três tipos de águas superficiais característicos da Região Hidrográfica Amazônica são assim descritos:

- os rios de água clara são, geralmente, transparentes, mas chegando a apresentar coloração esverdeada naqueles de maior profundidade. São originados em terrenos cristalinos, principalmente os Escudos Guianense e Brasileiro, onde o processo erosivo, comparativamente ao existente na região andina e subandina, desfavorece o transporte de grandes massas de material em suspensão;

- os rios de água branca possuem elevada turbidez e carregam grande quantidade de matéria em suspensão, em consequência da intensa erosão, resultante, entre outros fatores, da forte declividade da bacia na porção andina e subandina;
- já os rios de água preta ou negra possuem grande quantidade de ácidos húmicos em suas águas, que são os responsáveis pela sua coloração escura. As propriedades químicas dessas águas são determinadas pelos solos arenosos e pela vegetação característica que nelas floresce, conhecida como campinarana.

Na tabela 2 são apresentadas algumas características dos três tipos de águas típicos da região amazônica.

Tabela 2 – Características típicas das águas da região amazônica

| Tipo de água | Rio típico | Origem das águas | Condut. Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | pH | Carga de MES (mg/L) |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|--|---------|---------------------|
| Branca | Solimões, Madeira, Juruá e Purus | Andina e Subandina | > 60 | 6,5 a 7 | > 100 |
| Verde | Trombetas, Tapajós e Xingu | Escudos | 6 a 5 | 5 a 6 | < 100 |
| Preta | Negro, Uatumã e Urubu | Escudos e solos arenosos | 8 | 4 a 5,5 | < 10 |

Fonte: PNRH (2006).

Para o desenvolvimento da pesquisa aplicada que serviu de referência para a proposta do projeto, não foram analisadas as águas claras (verdes) originadas no Planalto Central, estudando-se, porém, as águas escuras (pretas) e as águas barrentas (brancas) da região amazônica, tanto em função da maior dificuldade do tratamento destas, como também pela proximidade dos rios com essas colorações em relação à cidade de Manaus-AM (onde a pesquisa aplicada foi realizada).

METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA E RESULTADOS OBTIDOS

Segundo Magalhães (2010), para o desenvolvimento da pesquisa aplicada foram construídas duas unidades piloto de tratamento de água, sendo uma delas no município de Manaus-AM, para tratamento das águas do Rio Negro (águas pretas), e outra no município de Careiro da Várzea-AM, para tratamento das águas do Rio Solimões (águas brancas).

As duas unidades piloto de tratamento foram construídas utilizando como base a tecnologia de Filtração em Múltiplas Etapas (FiME), contemplando as etapas de captação, pré-filtração dinâmica, pré-filtração vertical ascendente e filtração lenta, sendo que para o êxito da pesquisa foram identificadas as adaptações e as etapas complementares necessárias à potabilização dos tipos de água estudados.

Nas figuras 2 e 3 são apresentadas as duas Estações de Tratamento de Água (ETA) piloto utilizadas na pesquisa aplicada.

Figura 2 – Configuração final da ETA piloto Rio Negro



Fonte: MAGALHÃES (2010).

Figura 3 – Configuração final da ETA piloto Rio Solimões



Fonte: MAGALHÃES (2010).

Para o tratamento das águas pretas, foi disponibilizada uma tecnologia regionalizada composta das etapas de pré-filtro dinâmico, pré-filtro vertical ascendente em camadas, filtro lento e filtro de carvão ativado.

Já para o tratamento das águas brancas, foi disponibilizada uma tecnologia regionalizada composta das etapas de pré-filtro dinâmico, pré-filtro vertical ascendente em camadas e filtro lento, com adição de solução de coagulante entre a segunda e a terceira etapa.

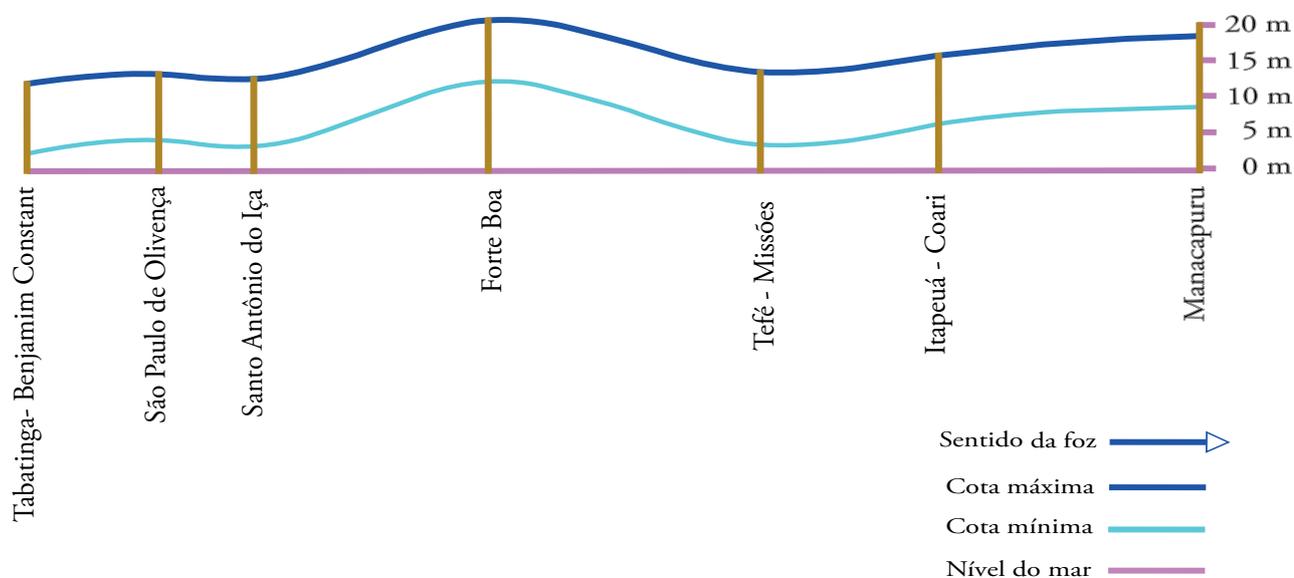
DESCOBERTAS PARALELAS

Durante a realização da pesquisa aplicada, uma característica típica da região amazônica despertou forte interesse e ao mesmo tempo intensa preocupação como o que pode ocorrer no futuro, que é a grande variação do nível das águas dos rios amazônicos ao longo do seu curso em território brasileiro, cujas cotas altimétricas em determinados trechos são crescentes, ao invés de serem decrescentes.

Como exemplo disso, Magalhães e Jeronimo (2009) apontam algumas características da bacia do Rio Solimões, citando as oscilações do nível da sua cota altimétrica em território brasileiro. Nesse percurso, em direção à sua foz, o Rio Solimões oscila positivamente da cota de 12,41 m em Tabatinga-AM, passando para 21,37 m em Forte Boa-AM, reduzindo-se a 15,74 m em Coari-AM e se elevando novamente a 18,40 m em Manacapuru-AM. As oscilações de nível são mostradas graficamente pelos autores de maneiras diferentes, uma a partir das cotas médias máximas e mínimas acompanhadas entre os anos de 1971 e 2007, e outra a partir das cotas acompanhadas entre 29/03 e 08/04/09 (em datas próximas).

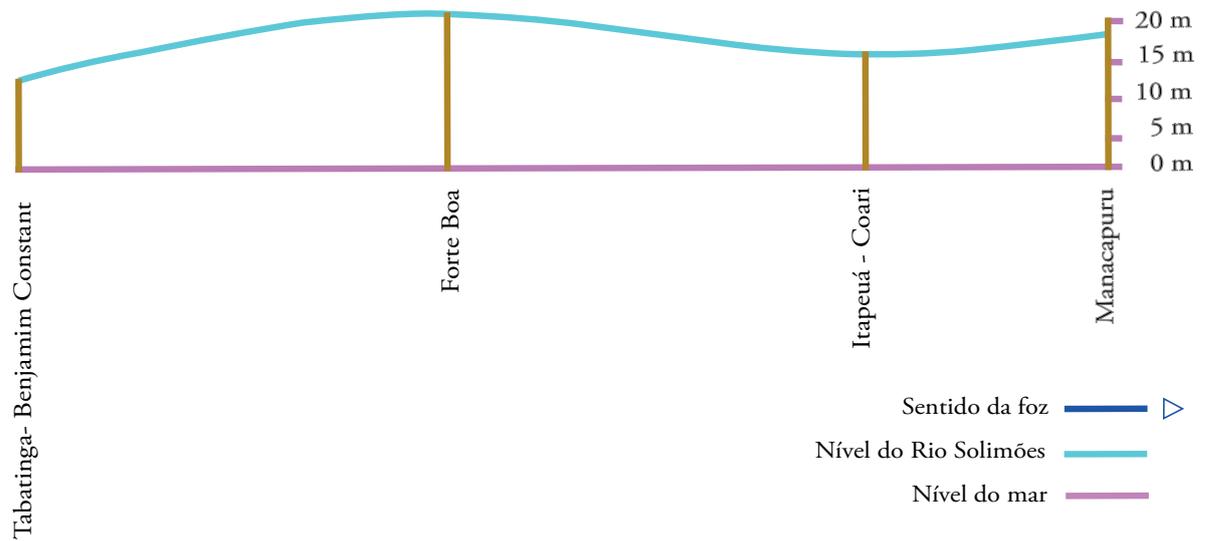
Nas figuras 4 e 5 são apresentados os valores das médias anuais das cotas máximas e mínimas do Rio Solimões e também das cotas em datas próximas ao longo do seu curso em território brasileiro, cujas escalas horizontais e verticais foram ajustadas para se ter uma melhor visualização do efeito das oscilações do nível desse rio em território brasileiro.

Figura 4 – Oscilações do Rio Solimões a partir das médias anuais



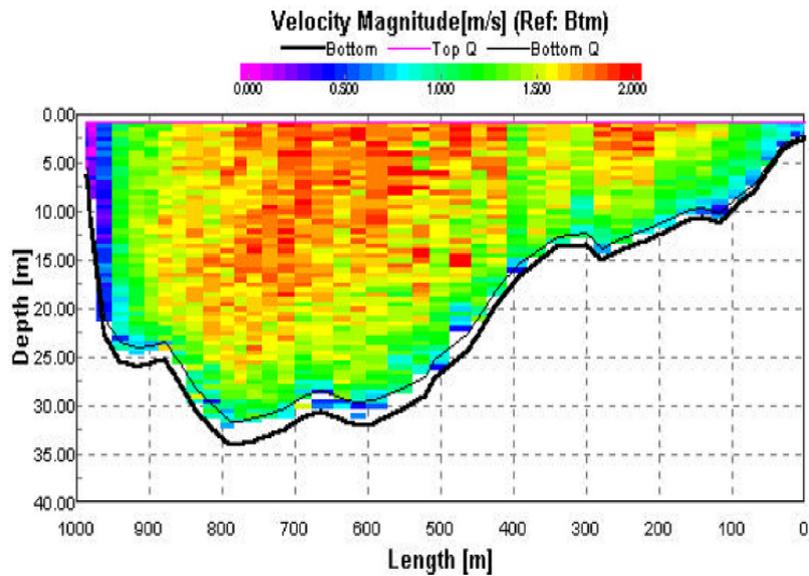
Fonte: Modificado de Magalhães e Jeronimo (2009).

Figura 5 – Oscilações do Rio Solimões a partir de medições simultâneas



Fonte: Modificado de Magalhães e Jeronimo (2009).

Figura 6 – Perfil da calha do Rio Solimões em Tabatinga-AM



Fonte : Hibam (2001).

Ainda em relação ao Rio Solimões, na figura 6 é apresentado, segundo Hibam (2001), o perfil da calha do Rio Solimões em Tabatinga-AM, a partir da qual se pode observar a sua largura e profundidade (em m) e velocidade da água (em m/s). As medições foram realizadas em 18/11/2001 e em 23/11/2001.

A partir do perfil da calha do Rio Solimões, observa-se que a profundidade do rio chega a cerca de 34 m (Hibam, 2001). Destaca-se que a medição ocorreu no mês de novembro de 2001, mês em que a cota altimétrica na superfície chega próximo de sua mínima anual, que acontece em outubro, sendo que esta chega em torno de 2,42 m (MAGALHÃES e JERONIMO, 2009).

Assim, em uma simulação simples, subtraindo-se a cota altimétrica média mínima (2,42 m) da profundidade aproximada do rio (34,00), concluiu-se que a profundidade do Rio Solimões em Tabatinga-AM chega a ficar próximo de 31,58 m abaixo do nível do mar, sendo que isto acontece a cerca de 1.600 km do encontro das suas águas com o Oceano Atlântico.

Como informação complementar, em uma situação extrema, no mesmo local (Tabatinga-AM), em outubro de 2010, na pior vazante já registrada no Rio Solimões, a cota altimétrica do rio chegou a ser de 0,86 m abaixo do nível do mar, isso perto dos mesmos 1.600 km de distância do encontro das suas águas com o oceano (CPRM, 2018).

Lembra-se que tais oscilações positivas e negativas de nível à medida que o rio corre na direção da sua foz, bem como o fato de se ter o talvegue situado abaixo do nível do mar, não são exclusividade do Rio Solimões, acontecendo também com muitos outros rios amazônicos, como o Negro e o próprio Amazonas, por exemplo.

POSSÍVEL SALINIZAÇÃO DAS ÁGUAS DA AMAZÔNIA

A partir das informações levantadas pelo autor, antes, durante e após a pesquisa aplicada, restou uma preocupação sobre o que pode ocorrer no futuro com a Bacia Hidrográfica Amazônica, com enorme impacto em toda a biodiversidade da região e com o que pode ser considerado como uma nova inversão do atual ambiente amazônico.

A preocupação tem início a partir da constatação de que grande parte do Rio Amazonas, bem como de seus principais afluentes, como o Rio Solimões e Rio Negro, possui a cota altimétrica de talvegue situada abaixo do nível do mar. Como já abordado, a cota do talvegue do Rio Solimões em Tabatinga-AM chega a ser de cerca de 31,58 m abaixo do nível do mar, isso a cerca de 1.600 km do Oceano Atlântico.

Soma-se a isso a intensificação do efeito estufa, com o conseqüente aumento da temperatura média do planeta, que tem como dois dos seus efeitos o derretimento das geleiras e a elevação do nível dos oceanos.

O derretimento das geleiras já está em curso e é uma realidade na Cordilheira dos Andes, bem como já há busca por fontes alternativas de água nos países andinos que dependem das geleiras para alimentar seus sistemas de abastecimento de água potável. Também já é de conhecimento público que algumas estações de esqui dos Andes já estão fechadas por mais tempo, devido à redução do volume de neve.

Acontece que o Rio Solimões possui sua nascente formada e alimentada constantemente a partir das águas advindas do derretimento sazonal do gelo da Cordilheira dos Andes. Entretanto, em caso de intensificação do aquecimento global, as geleiras podem diminuir ou até mesmo desaparecer. Neste cenário, a vazão do Rio Solimões e a Rio Amazonas serão diminuídas na mesma proporção.

Considera-se ainda que a intensificação do efeito estufa provocará a elevação do nível dos oceanos, aumentando a massa hídrica que o Rio Amazonas terá que deslocar para manter a atual localização da sua foz.

Essas três situações (cota do talvegue dos rios abaixo do nível do mar, redução da vazão dos rios que nascem na Cordilheira e elevação do nível dos oceanos), atuando de forma conjunta, alterarão o equilíbrio das forças hidrodinâmicas que regulam e determinam o afastamento do mar em relação ao atual território da Bacia Hidrográfica Amazônica. Essa alteração provocará um novo equilíbrio de forças hidrodinâmicas e se apresenta altamente favorável ao avanço do mar sobre o continente.

Assim, com o novo equilíbrio de forças hidrodinâmicas, as águas do Oceano Atlântico avançarão sobre o território da Bacia Hidrográfica Amazônica. Esse avanço pode chegar ao ponto de o mar ocupar todo o volume de água dos rios que hoje se situam abaixo no nível do mar, ou seja, a salinização das águas pode se estender, de acordo com os dados apresentados, a pelo menos 1.600 km continente adentro, chegando até Tabatinga-AM.

Numa eventual ocorrência desse cenário, todos os sistemas de abastecimentos de água implantados ao longo do avanço do mar perderão sua utilidade e terão que ser substituídos, pois eles não estão preparados para tratar o novo tipo de água que prevalecerá, seja ela salina ou salobra.

Lembra-se que o fenômeno do avanço do mar sobre o continente já acontece nos dias de hoje, todavia, provocado por outros motivos (influência da lua sobre as marés), quando o mar avança sobre o continente no fenômeno conhecido como “pororoca”, por exemplo.

O alarmante cenário apresentado foi uma das principais descobertas paralelas da pesquisa aplicada que, desde então, transforma-se em séria fonte de atenção e de preocupação para a sociedade brasileira.

O PROJETO

O projeto premiado em 2014 possui como objetivo a implantação de duas estações de tratamento de água em escala real, bem como a disseminação do conhecimento gerado durante o desenvolvimento das tecnologias a serem utilizadas. O projeto também fomenta a discussão sobre o uso dessas tecnologias em benefício da população, com a disponibilização de água potável para uso doméstico, comercial e industrial.

METODOLOGIA

Uma vez que as tecnologias de potabilização de água já foram desenvolvidas, sugeriu-se que as duas unidades de tratamento previstas fossem projetadas, instaladas e operadas em duas comunidades tradicionais localizadas às margens de rios de águas brancas e pretas. Também se propôs que a disseminação do conhecimento fosse direcionada a profissionais de engenharia e a governos locais e estaduais.

Os projetos das duas unidades de tratamento se utilizariam do resultado da pesquisa realizada durante cerca de 6 anos, de maneira que os resultados alcançados não ficassem armazenados apenas em um trabalho acadêmico, mas que fossem apropriados pela sociedade e utilizados como ferramenta para mudança da realidade da população que vive na Amazônia. Assim, tal população seria atendida com água potável, promovendo as consequentes potencialidades advindas desse atendimento, com ganhos econômicos, sociais e ambientais.

Também foi proposto que a disseminação do conhecimento fosse realizada a partir de eventos de capacitação em todas as capitais dos estados que são banhados pelas águas brancas e pretas da Amazônia. Os eventos de capacitação seriam voltados para que profissionais da área de engenharia passassem a elaborar projetos, implantar, operar e dar manutenção a estações de tratamento de água, com a consequente redução do déficit do abastecimento de água potável na região e consecutivo desenvolvimento social, econômico e ambiental da população.

Previu-se que a execução da proposta tivesse a duração de até 24 meses, quando todas as atividades estariam concluídas.

RESULTADOS ESPERADOS

O atendimento da população das duas comunidades tradicionais com água potável melhora, substancialmente, a sua realidade social, econômica e ambiental.

Assim, a partir da implantação e da operação das duas estações de tratamento de água, esperava-se grande melhoria na saúde e na qualidade de vida da população dessas comunidades, que passariam a consumir água potável. Também se esperava a agregação de valor e de qualidade em todos os produtos manuseados, beneficiados e/ou fabricados com utilização de água potável. A agregação de valor levaria à geração de mais demanda por esses produtos e à consequente promoção do desenvolvimento regional, contribuindo para a erradicação da pobreza à qual está submetida parte da população da região amazônica. Condição de pobreza incompatível com a abundante riqueza natural e com plena capacidade de transformação de sua realidade.

A partir da disseminação do conhecimento gerado, propôs-se a capacitação de engenheiros e técnicos, que, passariam a elaborar projetos de estações de tratamento de água para atendimento às populações que vivem às margens de mananciais de águas brancas e pretas da região amazônica.

Como benefícios da execução do projeto, havia as seguintes previsões:

- melhoria da saúde e da qualidade de vida da população beneficiada com a construção e operação das duas estações de tratamento de água, com a consequente melhoria dos índices de atendimento da população por abastecimento de água;
- agregação de valor aos produtos manuseados, beneficiados e/ou produzidos com água potável, gerando novas demandas por produtos regionais;
- disseminação do conhecimento sobre as duas novas tecnologias para potabilização das águas dos rios de águas brancas e pretas;
- capacitação de profissionais com o conhecimento sobre as especificidades dos cursos d'água e sobre as tecnologias para potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia;
- fomento ao desenvolvimento de novas atividades econômicas na Amazônia, de elaboração de projetos e de construção, operação e manutenção de estações de tratamento de água;
- adequação dos processos de manuseio, beneficiamento e/ou fabricação de produtos a partir do consumo de água potável nas comunidades beneficiadas, com a derrubada de barreiras comerciais e acesso a novos mercados consumidores;
- potencialização das atividades de turismo regional sustentável, a partir da disponibilização de água potável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a execução do projeto proposto, previu-se a efetivação de parcerias com agentes financiadores e também com instituições coexecutoras interessadas tanto na execução das atividades como na absorção do conhecimento gerado. Como contrapartida para a execução, entretanto, o autor participaria de maneira voluntária.

Essas parcerias, todavia, até o momento não puderam ser efetivadas, por ainda não terem sido identificadas instituições interessadas em realizá-las.

Embora já tenham se passado 4 anos, o projeto ainda continua atual, tendo em vista que a realidade da população amazônica não se alterou, bem como a disponibilidade do autor na execução do projeto.

Segundo o autor, morar na Amazônia é um privilégio que poucos brasileiros já tiveram a oportunidade de vivenciar.

Ainda bem menos brasileiros, todavia, tiveram a privilégio de desfrutar e saborear tudo que a Amazônia oferece e, ao mesmo tempo, de contribuir para o desenvolvimento sustentável de uma população que, muitas vezes, ainda é vista como sendo um intruso em seu próprio território, sem o direito a uma vida materialmente mais confortável e sem o direito de ter as mesmas necessidades dos demais moradores da Terra (adaptado de HANAN e BATALHA (1999).

Assim, sinto-me um privilegiado por ter vivido na Amazônia, por ter me dedicado à Amazônia e, principalmente, por ter me dedicado a desenvolver soluções para equacionar os problemas da população amazônica.

Sou ainda mais privilegiado pois, em fazendo tudo isto, tive meu trabalho reconhecido com a conquista do Prêmio Samuel Benchimol em dois momentos, sendo que, em 2014, o prêmio reconheceu um esforço inédito de cerca de 6 anos. Nesse período, dediquei-me inteiramente em benefício do bem-estar do homem da floresta. Com isso, ainda mais que uma evolução profissional, a conquista do Prêmio Samuel Benchimol representa uma evolução pessoal... da dimensão da Amazônia... e isto... nada é capaz de destruir...

AGRADECIMENTOS

À Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (Fucapi), ao Banco da Amazônia e ao Fundo de Investimento da Amazônia, por terem proporcionado e patrocinado a pesquisa aplicada que inspirou a proposta deste projeto. Também agradeço à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, por ter proporcionado o conhecimento e a orientação necessários à realização da pesquisa aplicada.

Agradeço principalmente a Deus e a todos os integrantes da minha família, que são os principais responsáveis pela formação de meu caráter e inspiradores do meu esforço em busca do meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial, agradeço à minha mãe, Adélia, à minha esposa, Cristina, à minha filha Ana e a meu filho Caio, aos quais dedico cada novo dia da minha vida.

REFERÊNCIAS

CUNHA, H. B. da; PASCOALOTO, D. *Hidroquímica dos Rios da Amazônia*. Manaus: Centro Cultural dos Povos da Amazônia, 2006.

CPRM. *Monitoramento Hidrológico* - Boletim de Acompanhamento Nº 01, de 12/01/2018. 2018.

HANAN, S. A., BATALHA, B. H. L. *Amazônia: Contradições no paraíso ecológico*. São Paulo: Cultura Editores Associados Ltda., 1999. 265p.

HIBAM. *Relatório da Campanha Solimões-Amazonas Nov-Dez/2001*. Programa Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica. Convênio CNPq/IRD, Acordo de Cooperação Técnica Brasil/França. 2001.

MAGALHÃES, A. F. R. *Desenvolvimento de tecnologias de tratamento de águas brancas e pretas da Região Amazônica para consumo humano*. 2010. Tese (Doutorado) – Programa em Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

MAGALHÃES, A. F. R. de; JERONIMO, C. M. *Oscilação do nível das águas do Rio Solimões ao longo de seu curso em território brasileiro: seus autos e baixos*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009b, Recife. *Anais...* Recife: ABES, 2009b.

MILKO, P. *Guias Philips Amazônia Brasil*. São Paulo: Editora Maíra Rocha, 2001.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH). *Região Hidrográfica Amazônica*. Disponível em: <<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2006.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH). *Caderno Regional da Região Hidrográfica Amazônica*. Disponível em: <<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2006.