

XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA O ABASTECIMENTO HUMANO DO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN

Maria Helena F.M. de Castro¹ & Joana Darc F. de Medeiros²

RESUMO - A escassez de recursos hídricos tem sido um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento da região semiárida brasileira. O município de Pau dos Ferros, localizado nesta região, vem apresentando um dos cenários mais críticos de déficit hídrico já vivido, sendo a busca pela garantia da sustentabilidade de reservatórios, sujeitos a múltiplos usos, em vista das incertezas hidrológicas uma grande preocupação das últimas décadas por causa do aumento nas demandas e do decréscimo na disponibilidade de água. Diante disto, o objetivo deste trabalho é analisar a sustentabilidade hídrica do açude Pau dos Ferros para atendimento das demandas atuais e futuras e verificar a pertinência das medidas estruturais e de gestão adotadas pelo poder público. Para simular o comportamento do açude Pau dos Ferros foi utilizado o Sistema de Suporte a Decisão AcquaNet e, de forma complementar, foi avaliado o desempenho do sistema com base no cálculo dos indicadores de sustentabilidade hídrica dos reservatórios – confiabilidade, resiliência e vulnerabilidade. Como resultado, constatou-se que as séries históricas utilizadas para o balanço hídrico do reservatório não conseguiram representar a crise atual e que as decisões estruturais e de gestão tomadas como, inserção da Adutora Expressa e Transposição do Rio São Francisco, são pertinentes.

ABSTRACT - The scarcity of water resources has been one of the main factors limiting the development of the Brazilian semi-arid region. The city of Pau dos Ferros, located in this region, is presenting one of the most critical scenarios of drought ever lived, and the search for ensuring the sustainability of reservoirs, subject to multiple uses, in view of the hydrologic uncertainties concern in decades because of the increase in demand and decrease in water availability. In view of this, the objective of this study is to analyze the sustainability of water Pau dos Ferros dam to meet the current and future demands and verify the relevance of the structural and management measures adopted by the public power. To simulate the behavior of the dam Pau dos Irons was used Support System Decision AcquaNet and, complementarily, the system performance was evaluated based on the calculation of water sustainability indicators reservoirs - reliability, resilience and vulnerability. As a result, it was found that the historical series used for the water balance of the reservoir failed to represent the current crisis and the structural and management decisions taken as inserting the Express Pipeline and River Transposition San Francisco, are relevant.

Palavras-chave: Semiárido. Recursos hídricos. Indicadores de sustentabilidade.

¹ Engenheira Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). UFRN/CT, Cx. Postal 1524 , Campus Universitário Lagoa Nova, CEP: 59072-970, Natal – RN; mhelenafmc@hotmail.com.

² Professora Adjunta do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). UFRN/CT/LARHISA, Cx. Postal 1524 , Campus Universitário Lagoa Nova, CEP: 59072-970, Natal – RN; joanadarc.medeiros@gmail.com.

1 - INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira é caracterizada por apresentar altas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, forte insolação e altas taxas de evapotranspiração; além de baixos índices pluviométricos e regime de chuvas irregular - resultando em rios com baixa disponibilidade hídrica e até intermitentes.

Dado essas condições climáticas naturais, a construção de reservatórios para acumulação de água foi e continua sendo fundamental para garantir o abastecimento hídrico da população que vive nessa região, sendo imprescindível, para assegurar o uso múltiplo das águas e, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos para o consumo humano e a dessedentação de animais, conforme preconiza a Lei 9.433/97, a operação eficiente destes reservatórios.

Todavia, recentemente vários sistemas de abastecimento da região do semiárido entraram em colapso ou foram submetidos a severos racionamentos, em virtude de: a) a variabilidade climática é muito grande; b) as bacias hidrográficas são, em geral, bastante impactadas por intervenção antropogênica, como o desmatamento, lançamento de esgotos domésticos e industriais e a construção descontrolada de reservatórios; c) os reservatórios têm múltiplos e conflitantes usos, inclusive irrigação; d) o monitoramento hidrometeorológico e das demandas de água são imprecisos ou, muitas vezes, inexistentes; e) as instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos ainda não estão adequadamente estabelecidas ou consolidadas (GALVÃO *et al.*, 20-?).

Inserido nesta região, o município de Pau dos Ferros é uma das cidades que vem enfrentando dificuldades no seu abastecimento hídrico, inclusive no abastecimento humano, com o seu Reservatório, principal fonte de abastecimento, em períodos normais, com apenas 72.236,00 m³ do seu volume, o que corresponde a 0,13% da sua capacidade projetada para armazenamento - segundo o último monitoramento realizado pela SEMARH em 15 de outubro de 2015, (SEMARH, 2015).

Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho é analisar a sustentabilidade hídrica para o abastecimento humano do município de Pau dos Ferros.

2 - OBJETIVO

Analisar a sustentabilidade hídrica do açude Pau dos Ferros para atendimento das demandas atuais e futuras e verificar a pertinência das medidas estruturais e de gestão adotadas pelo poder público.

De forma complementar, será avaliado o desempenho do sistema com base no cálculo dos indicadores de sustentabilidade hídrica dos reservatórios – confiabilidade, resiliência e vulnerabilidade.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Pau dos Ferros está localizado no Estado do Rio Grande do Norte, distando cerca de 400 km da capital Natal. Com aproximadamente 30 mil habitantes e ocupando uma área de 260 km², a cidade apresenta, de acordo com Köppen e Geiger, o clima do tipo BSw'h', caracterizado como um clima muito quente e semi-árido, com a estação chuvosa se atrasando para o outono. Com temperatura média de 26,7°C e precipitações concentradas nos meses de fevereiro a maio, a região, inserida totalmente na Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró, apresenta uma pluviosidade média anual de 740 milímetros (SERHID, 1998).

Situado a 3 km do município de Pau dos Ferros, no ponto de coordenadas 9.321.060 N e 590.363 E, o Açude Pau dos Ferros está localizado na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró e é resultante do barramento do Rio Apodi. Ocupando uma área de 1.165,36 ha, o referido açude, mais uma das obras do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) - concluído em 1967 - tem capacidade máxima de armazenamento de 54.846.000 m³, volume morto cotado em 1.092.710,00 m³, altura máxima de projeto de 19,90 metros (SERHID/RN, 2006).

Um dos mananciais da adutora Alto Oeste, o referido Açude é responsável pelo abastecimento do Sub-Sistema Pau dos Ferros, fornecendo água para as localidades mais alta da bacia Apodi/Mossoró, sendo elas: 12 sedes municipais, 2 distritos e pequenas comunidades dispersas ao longo do seu percurso, resultando em uma população beneficiada em final de plano – ano 2038 - da ordem de 132.855 habitantes (SERHID, 2007).

3.2 SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO

3.2.1 Dados Utilizados

Para a realização das simulações do reservatório Pau dos Ferros, nos dois cenários propostos desta pesquisa, foi necessário realizar o levantamento dos dados de evaporação, vazões naturais afluentes ao reservatório, demandas hídricas e características do reservatório Pau dos Ferros, como o seu volume inicial, máximo e mínimo e a relação cota-área-volume do mesmo.

Os dados de evapotranspiração média mensais considerados nesta pesquisa foram retirados do Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional (BRASIL, 2000) e correspondem aos valores monitorados na Estação FAOCLIMA BR68PDSF, localizada no município de Pau dos Ferros (Figura 1).

Estação	Evapotranspiração (mm)											
	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	Jul	ago	set	out	nov	dez
Pau dos Ferros	207,8	178,1	183,5	170	167,7	154,8	171,2	199,5	208,3	224,9	215,4	217,5

Figura 1 - Dados de evapotranspiração média mensal da Estação BR68PDSF

Deste mesmo estudo, foram utilizados os dados das vazões naturais afluentes ao reservatório Pau dos Ferros, correspondente à série histórica de deflúvios afluentes ao açude, numa escala mensal, para um período de 48 anos (1962 – 2009).

Quanto às demandas a serem atendidas pelo reservatório em estudo, de acordo com o Relatório de Avaliação da Sustentabilidade do Sistema Adutor Alto Oeste, o açude Pau dos Ferros será responsável pelo abastecimento de doze sedes municipais, incluindo o município de Pau dos Ferros, dois distritos e trinta pequenas localidades, resultando em uma demanda hídrica para abastecimento destas cidades em final de plano - 2038 – de 315,1 l/s.

Sendo assim, para o cálculo dos cenários simulados, atendimento das demandas atuais e futuras, foram utilizadas as demandas para abastecimento humano de 0,218 m³/s e 0,315 m³/s, respectivamente. Para esta demanda foi atribuído prioridade 1, o que significa dizer que esta demanda será atendida com prioridade máxima, reduzindo assim a escassez hídrica para o abastecimento humano.

No tocante à demanda para irrigação, segundo a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (PERH/RN), atualmente, Pau dos Ferros apresenta uma demanda de 0,285 m³/s de água destinada a agricultura. Para esta demanda foi atribuído prioridade 4, o que significa dizer que ela só será atendida após suprido as demandas prioritárias, como a de abastecimento humano (SEMARH, 2012).

Diante da indisponibilidade de dados referentes às demandas de dessedentação animal, industrial, dentre outras, as mesmas não puderam ser computadas nos cenários propostos por esta pesquisa.

No que diz respeito às características do reservatório Pau dos Ferros, o mesmo apresenta volume máximo e mínimo de 54,846 Mm³ e 1,092 Mm³, respectivamente. Além disso, para efeito de análise dos cenários propostos, foi adotado que o volume inicial do referido reservatório correspondia a 50% do seu volume máximo, correspondendo, portanto, à 27,423 Mm³. Ademais, foi atribuído ao reservatório prioridade 20, o que significa que a água só ficará acumulada no açude caso a oferta hídrica seja maior do que a soma de todas as demandas.

3.2.2 Sistema de Suporte a Decisão AcquaNet e Cenários Simulados

Para analisar a sustentabilidade hídrica do açude Pau dos Ferros e verificar a pertinência das medidas estruturais e de gestão adotadas pelo poder público utilizou-se o sistema de suporte a decisão AcquaNet.

Foram simulados dois cenários:

Cenário 1: Abastecimento do município de Pau dos Ferros com a Adutora do Alto Oeste em funcionamento para o atendimento da demanda atual (situação atual);

Cenário 2: Abastecimento do município de Pau dos Ferros com a Adutora do Alto Oeste em funcionamento para o atendimento da demanda futura (2038).

3.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Para avaliar a ocorrência de falhas no sistema de Pau dos Ferros utilizou-se os indicadores de sustentabilidade propostos por Hashimoto *et al.* (1982): confiabilidade, resiliência e vulnerabilidade. O conjunto desses indicadores possibilita a adoção de políticas com maior segurança para o gerenciamento da operação dos reservatórios com problemas de déficit hídrico e conflitos de uso da água, tendo em vista que esses indicadores de desempenho, juntos, conferem o “risco” a qual está submetido o sistema em análise.

A confiabilidade representa a probabilidade de uma série temporal permanecer em estado satisfatório durante o horizonte de operação, ou seja, a percentagem do tempo em que o sistema funciona sem falhas (Equação 1). A resiliência mede a forma com que o sistema recupera-se de uma falha, uma vez que esta tenha ocorrido, ou seja, é a probabilidade de haver um estado satisfatório no tempo $t+1$, dado um valor insatisfatório no tempo t (Equação 2). A vulnerabilidade, por sua vez, é uma medida da magnitude das falhas a que o sistema está sujeito, representa, portanto, o quanto o valor requerido ficou abaixo da meta (Equação 3).

$$Conf. = \frac{n^{\circ} \text{ de eventos em que o sistema se encontra em estado satisfatório}}{n^{\circ} \text{ de períodos de tempo da simulação}} \quad (1)$$

$$Resi. = \frac{n^{\circ} \text{ de valores insatisfatórios seguidos de valores satisfatórios}}{n^{\circ} \text{ de períodos simulados na zona insatisfatória}} \quad (2)$$

$$Vuln. = \frac{\text{demanda requerida} - \text{média das vazões fornecidas}}{\text{demanda requerida}} \quad (3)$$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no cenário 1 mostram que dos 576 meses analisados - compreendendo a série histórica de 1962 a 2009 – não foi constatado nenhuma falha, nem para o atendimento da demanda para o abastecimento humano, nem para o atendimento da demanda de irrigação, sendo volume mínimo apresentado no reservatório, para a série analisada, de 2,523 Mm³, em fevereiro de 1999.

No Cenário 2, por sua vez, foi verificado que dos 576 meses analisados, apenas 01 (um) deles, em fevereiro de 1999, apresentou falha no atendimento da demanda de abastecimento humano.

Quanto ao atendimento da demanda para a irrigação para este cenário, foi constatado falha em 03 (três) dos 576 meses analisados. Tais falhas ocorreram em fevereiro de 1984, quando o

reservatório atingiu o seu volume morto, e em janeiro e fevereiro de 1999, meses estes nos quais o sistema já vinha apresentando falhas para o atendimento da demanda para o abastecimento humano.

Com base nos indicadores de sustentabilidade obtidos, foi verificado que o atendimento às demandas do sistema apresentou elevada confiabilidade, acima de 99%, demonstrando que o sistema, para este cenário, possui grande capacidade de atender às demandas sem que ocorram falhas, ou seja, em mais de 99% do tempo o sistema consegue atender totalmente às demandas previstas. Estes resultados de confiabilidade vieram confirmando o reduzido número de falhas anteriormente verificado.

Além disso, o sistema apresentou resiliência relativamente elevada e vulnerabilidade baixíssima, indicando, respectivamente, elevada capacidade de recuperação do reservatório após a ocorrência de uma falha e a baixa magnitude das falhas ocorridas.

No entanto, verifica-se que atualmente, mesmo antes da Adutora Alto Oeste entrar em operação, o açude Pau dos Ferros encontra-se em colapso, contradizendo fortemente as simulações realizadas. Analisando-se os dados de monitoramento volumétrico do açude Pau dos Ferros dos últimos 19 anos (1997 a 2015), realizado pela SEMARH (2015), constata-se que esta escassez hídrica vivida pelos paufferenses atualmente, com o açude apresentando lâmina d'água abaixo do volume morto, é primeira dos últimos 19 anos (Figura 2).

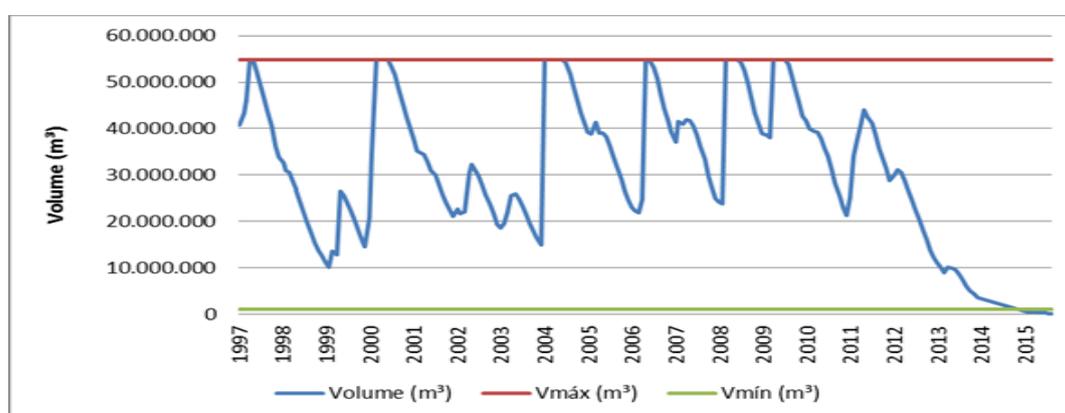


Figura 2 - Comportamento Volumétrico do Reservatório Pau dos Ferros (1997-2015)

Para avaliar a intensidade da seca atual, calculou-se o desvio da precipitação anual com relação a sua média climatológica do município de Pau dos Ferros no período de 1911 a 2015, sendo os dados pluviométricos retirados do monitoramento feito pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2015).

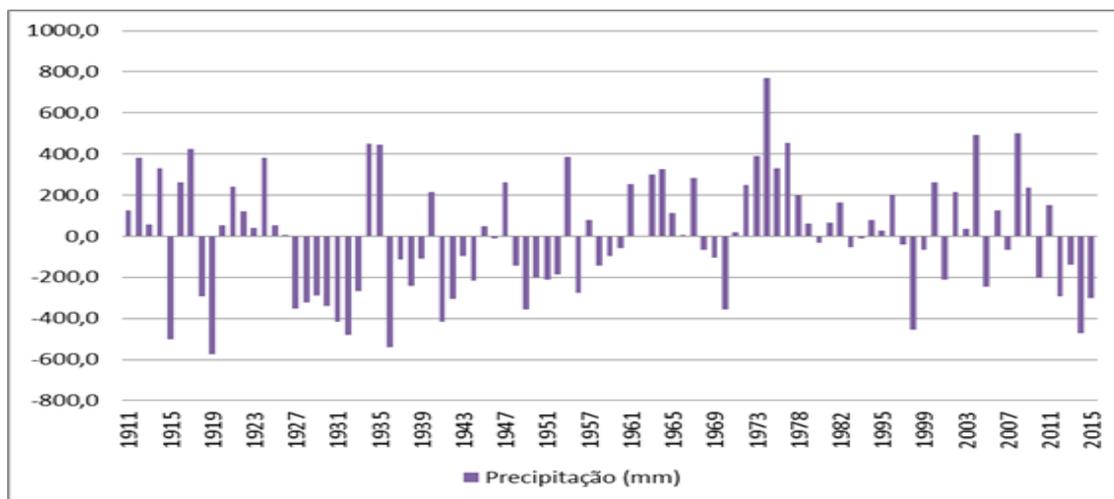


Figura 3 - Déficit da precipitação com relação à média climatológica em Pau dos Ferros

Conforme pode ser verificado na Figura 3, de toda a série histórica analisada, os maiores desvios negativos da precipitação, principalmente com relação a sequência de anos secos, ocorreram no final de 2013 até 2015, ou antes da série história analisada nos Cenários 01 e 02, justificando a não detecção do cenário crítico durante os anos de 1962 a 2009 e a situação atual de escassez hídrica em que o município se encontra.

Portanto, pode-se inferir que a série histórica de vazões afluentes ao reservatório (1962 a 2009) não conseguiu identificar estes eventos críticos, resultando numa superestimativa das disponibilidades hídricas.

Adicionalmente, deve-se lembrar que as bacias hidrográficas, em geral, encontram-se bastante impactadas, o que modifica sua resposta aos eventos de precipitação, além do fato de que as estimativas das demandas de água são, na maioria dos casos, imprecisas. Estes aspectos foram também observados por GALVÃO *et al.* (20-?).

Em meio a este cenário de escassez, o poder público vem analisando algumas medidas para garantir a sustentabilidade hídrica do município de Pau dos Ferros, dentre elas: a construção de uma adutora emergencial para atender a cidade de Pau dos Ferros a partir da Barragem de Santa Cruz. Adicionalmente, no médio prazo, a proposta do Estado é construir uma Adutora Expressa que captará água da barragem Santa Cruz e o Projeto de Transposição do Rio São Francisco.

A adutora de engate rápido foi uma das alternativas de caráter emergencial adotada pelo poder público para minimizar os efeitos da seca no município de Pau dos Ferros. Trata-se de uma derivação do sistema Alto Oeste, referente ao sub-sistema Santa Cruz. De acordo com o projeto elaborado pela CAERN (2013), a referida adutora tem 40,44 quilômetros de extensão e é responsável por aduzir 43 l/s, sendo projetada para o atendimento apenas de uma parcela da demanda de abastecimento humano do município de Pau dos Ferros. Este atendimento parcial do

município, gerando uma oferta hídrica inferior à demanda requerida, resultou no abastecimento do município através do sistema de rodízio. Aliás, este déficit hídrico já estava previsto em projeto, tendo em vista que esta adutora, quando projetada, outubro, 2013, objetivava reforçar o sistema de abastecimento já existente em Pau dos Ferros, bem como evitar o seu superdimensionamento, dado ao seu caráter provisório e emergencial.

A Adutora Expressa, por sua vez, foi proposta no projeto da Adutora Alto Oeste – Sub-sistema Pau dos Ferros – após identificado que o açude de Pau dos Ferros não teria capacidade de suporte para atender a demanda, até 2038, com 100% de garantia. De acordo com o Projeto da Adutora Alto Oeste, este sistema expresso ligaria a barragem Santa Cruz diretamente à Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sub-Sistema Pau dos Ferros, sendo implantado no ano 11 do projeto, quando o Sistema Pau dos Ferros não daria garantia de 99% para o atendimento das demandas projetadas (SERHID, 2007).

A construção desta Adutora será responsável pelo incremento de uma vazão de 126,05 l/s, o que corresponde a 40% das demandas do Sub-Sistema Pau dos Ferros (SERHID, 2007). Esta oferta hídrica, na situação atual em que o município se encontra, amenizaria a situação de escassez hídrica do município, mas não solucionaria, tendo em vista que a oferta hídrica é inferior à demanda do Sub-Sistema em estudo.

A outra alternativa seria o abastecimento de Pau dos Ferros com o incremento da vazão exógena advinda da Transposição do Rio São Francisco, transposição esta que consiste na integração da bacia do maior rio perene da região Nordeste às bacias dos rios intermitentes de Pernambuco, da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará.

No Estado do Rio Grande do Norte - Eixo Norte do Projeto de Integração - a recepção destas águas dar-se-á em duas grandes bacias: na bacia Apodi/Mossoró, bacia esta na qual o município de Pau dos Ferros encontra-se inserido, e na bacia Piranhas/Açu. Na bacia do rio Apodi o grande reservatório de acumulação das águas transpostas será o açude Santa Cruz, entretanto, antes de chegar até este reservatório, as águas recebidas na referida bacia passarão por outros pequenos e médios açudes, com destaque para o açude Pau dos Ferros (SERHID, 2007).

De acordo com o Projeto de Transposição de águas do rio São Francisco (BRASIL, 2000), o volume transposto para o Rio Grande do Norte será em torno de 1,85 m³/s. Considerando que essa vazão será dividida equitativamente entre as duas bacias receptoras do Estado e que 80% da vazão exógena afluente à bacia Apodi/Mossoró será retida no reservatório de Pau dos Ferros para o atendimento das demandas do município, haveria, no referido açude, uma alocação hídrica de 0,74 m³/s, vazão esta suficiente tanto para o atendimento da demanda hídrica de Pau dos Ferros quanto para todo o Sub-Sistema que capta água do manancial supracitado.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indisponibilidade de séries históricas fluviométrica até os dias atuais, associado à imprecisão, na maioria dos casos, resultando na estimativa das demandas hídricas, impossibilitou a detecção da realidade de déficit hídrico pelo qual passa atualmente o açude Pau dos Ferros.

Com relação às medidas estruturais e de gestão previstas pelo poder público foi verificado que a Adutora Expressa, que captará água da barragem Santa Cruz, pode vir a minimizar os efeitos da seca nos municípios atendidos pelo Sub-Sistema Pau dos Ferros, mas poderá não eliminar completamente essa problemática, tendo em vista que a oferta hídrica advinda dessas alternativas é inferior à demanda exigida. Quanto ao Projeto de Transposição do Rio São Francisco, foi verificado, embora que por meio de demandas ainda não oficializadas, que o mesmo se constitui em uma alternativa com possibilidade de êxito.

Portanto, sugere-se que seja realizado um monitoramento mais rigoroso das variáveis fundamentais que permitem um controle dos recursos hídricos disponíveis, de modo que seja possível a previsão de cenários críticos, como o atual de Pau dos Ferros, e, por consequência, a tomada de medidas preventivas ao invés das emergenciais.

Ademais, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para alertar os gestores públicos sobre as incertezas associadas às previsões das disponibilidades hídricas, bem como sejam tomadas novas decisões acerca desta problemática tão antiga (seca), vislumbrando diferentes alternativas, mais eficazes e se possível a curto prazo, para alcançar a sustentabilidade hídrica dos municípios da região semiárida brasileira, incluindo Pau dos Ferros.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Projeto de transposição de águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional**. Brasília: PISF, 2000.

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). **Projeto básico da sub adutora para reforço do sistema de abastecimento de água de Pau dos Ferros**: memorial descritivo volume I. Natal: CAERN, 2013. (Arquivo particular do IDEMA/RN).

EMPRESA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE (EMPARN). **Monitoramento pluviométrico**. Disponível em: <<http://189.124.135.176/monitoramento/monitoramento.php>>. Acesso em: 12 set. 2015.

GALVÃO, Carlos Oliveira; RÊGO, Janiro Costa; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz. **Sustentabilidade da Oferta de Água Para Abastecimento Urbano no Semi-Árido Brasileiro**: o caso Campina Grande. Campina Grande: UFPB, 20-?. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/4serea/serea2002/trabalhos/A29_40.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2015.

HASHIMOTO, T.; STENDINGER, J. R.; LOUCKS, D. P. Reliability, resiliency, and vulnerability criteria for water resource system performance evaluation. **WaterResources. Res.**, v.18, n.1, p.14-20, 1982.

RIO GRANDE DO NORTE; SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS DO RIO GRANDE NORTE. **Águas Potiguares**. Natal: SERHID/RN, 2006.

SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS (SERHID). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN**: relatório síntese. Rio Grande do Norte: SERHIDRO/HIDROSERVICE, 1998.

SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS (SERHID). **Relatório de avaliação da sustentabilidade do sistema adutor Alto Oeste**. Natal: SERHID, 2007.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HIDRICOS DO RIO GRANDE NORTE. **Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte – PERH/RN**. Natal: SEMARH, 2012.

SEMARH/RN: SEMARH, 2015. Disponível em: <<http://sistemas.searh.rn.gov.br/MonitoramentoVolumetrico/Monitoramento/FichaTecnica?idReservatorio=6>>. Acesso em: 12 out. 2015.