

CORRELAÇÃO ENTRE AS ESPECIFICIDADES DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SUAS PERDAS DE ÁGUA: O CASO DAS COMPANHIAS REGIONAIS DO NORTE DO BRASIL

Augusto da Gama Rego (IFPA) E-mail: augusto.rego@ifpa.edu.br
Adriano Rodrigues de Almeida (IFPA) E-mail: adrianorodrigues1987@hotmail.com
Daiane Maria Cunha Miranda (IFPA) E-mail: dainhamiranda@gmail.com
Enayle Maria de Freitas Silva (IFPA) E-mail: enaylesilva2@gmail.com
Hellean Sacha da Silva de Lima (IFPA) E-mail: helleansacha@gmail.com

Resumo: A pesquisa teve como objetivo estudar a relação entre as perdas de água e as especificidades de SAA no norte do Brasil, como base no período de 2011 a 2016, sendo desenvolvida em três etapas: *i*) Sistematização de dados referentes aos serviços de abastecimento de água registrados no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento; *ii*) Análise da situação desses serviços de abastecimento de água; e *iii*) Avaliação da correlação entre as especificidades de sistemas de abastecimento de água e os indicadores operacionais e os indicadores de perdas. Segundo os principais resultados, existe um cenário que caminha para a insustentabilidade das companhias de saneamento regionais da região norte do Brasil, principalmente em função do descompasso entre aumento da produção de água e o aumento da demanda, tendo como principal consequência os elevados valores de perdas de água, as quais estão mais correlacionadas aos indicadores operacionais do que com as informações operacionais.

Palavras-chave: Brasil, Sistemas de abastecimento de água, Perdas de água.

CORRELATION BETWEEN SPECIFICITIES OF WATER SUPPLY SYSTEMS AND WATER LOSSES: THE REGIONAL COMPANIES IN NORTH REGION OF THE BRAZIL

Abstract: This paper aimed to correlation assessment between water supply systems specificities in northern Brazil and water losses (2,011 to 2,016). The research was development in three stages: *i*) the systematization of the drink water services database; *ii*) Drink water services analysis; *iii*) the correlation assessment between the specificities of the water supply systems and the water losses indicators. The main results show a unsustainable scenario for regional companies in the northern region of Brazil, mainly from drink water production raise higher than drink water demand raise, with the main results the poor performance of the water supply systems and the large water losses, wich are more correlated to operational indicators than to operational information..

Keywords: Brazil, Water supply systems, Water losses.

1. Introdução

A água possui valor social, econômico e ambiental e nos dias atuais, o desperdício deste recurso vem aumentando e se tornou problema que requer imediata atenção do poder público e de toda a sociedade (AUGUSTO et al., 2012). É importante mencionar que à medida que a água no meio ambiente é tomada como recurso hídrico, cresce o conflito em torno de sua apropriação e uso, adquirindo valor, pois se torna um bem econômico (BORBA e MERCANTE, 2001). A tendência pode ser de piora do cenário, em função do corrente uso irracional dos recursos hídricos, no caso, para abastecimento de água, para diluição de efluentes, para geração hidroeletricidade, para irrigação etc..

Menos da metade da população mundial têm acesso à água potável e as diferenças entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento é enorme. Em países do continente africano, a situação de falta de água já atinge índices críticos, pois a média de consumo diário é de 10 a 15 litros por pessoa, no entanto, em Nova York, o consumo de água potável para um único cidadão chega a se de dois mil litros por dia (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU, 2015). No início dos anos 2000, cerca de trinta países que conviviam com os problemas decorrentes da escassez de água, dentre os quais Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Ilhas Bahamas e a Faixa de Gaza (que compreende o território palestino) apresentaram situação crítica (TUNDISI, 2003). O Brasil é privilegiado, pois possui cerca de 12% de toda a água doce que circula pela superfície terrestre, mas a distribuição desta abundância de água é desigual. Quase 80% de toda a água doce do país estão concentradas na Região Hidrográfica da Amazônia, enquanto que a maior parte da população (e das atividades econômicas) está na região Sudeste (BRASIL, 2014).

Dentre os principais usuários de recursos hídricos está o saneamento, que no País está amparado de forma explícita na Constituição Federal de 1988 e na Lei do Saneamento 11.445/2007, a qual tem como princípio fundamental a universalização dos serviços, que nada mais é que a “ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico” (BRASIL, 1998; BRASIL, 2007). Dentre os serviços de saneamento mencionados está o abastecimento de água para fins potáveis, que faz parte das metas de desenvolvimento da ONU, pois tem impacto direto nos indicadores relacionados à mortalidade infantil, à saúde da população, à erradicação de doenças vinculadas a água (como Cólera, Febre Tifoide, Giardíase, Amebíase, Hepatite infecciosa, Diarreia Aguda entre outras) e à sustentabilidade ambiental como um todo (GALVÃO JUNIOR et al., 2008).

O custo previsto para propiciar o acesso aos serviços de saneamento básico de 2014 a 2033 é na ordem de R\$ 508 bilhões e o custo para universalizar o abastecimento de água e a coleta de esgoto sanitário é de R\$303 bilhões em 20 anos. O Governo Federal, por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), já destinou mais de R\$70 bilhões em obras ligadas ao saneamento básico e a cobertura dos serviços de água tratada ainda é de 83,5% dos brasileiros. No ano de 2016, ainda havia quase 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico e uma em cada sete mulheres brasileiras não tinham acesso à água tratada (TRATA BRASIL, 2019).

Dos atuais problemas, extravasamento em adutoras, ligações clandestinas, fraldes em hidrômetros, ausência de cadastramentos de clientes. As perdas de água são um problema social, econômico e ambiental e no Brasil elas têm aumentado e segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento no ano de 2017 foram de 38,3% (BRASIL, 2018). NO entanto, esse valor pode ser subestimado, uma vez que as perdas de água são contabilizadas apenas na etapa de distribuição. Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo geral estudar a relação entre as perdas de água e as especificidades de SAA no norte do Brasil, tendo alvo as companhias regionais, como base o período de 2011 até 2016.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi de caráter exploratório e documental e teve como objetivo analisar a relação entre os indicadores de perdas de água com as especificidades dos sistemas de abastecimento de água (SAA) na região Norte do país, considerando apenas as Concessionárias Regionais (CRSN), pelo fato serem responsáveis pela predominância no atendimento da população com os serviços de saneamento no Brasil. Em 2010, os prestadores públicos regionais eram responsáveis pela provisão do abastecimento de água em 62,2% dos Municípios brasileiros (73% da população do país) e o restante eram atendidos por prestadores públicos locais (27,4% dos Municípios onde residiam 22,6% da população), por prestadores privados (somente 3,4% dos Municípios, onde residiam apenas para 4,4% da população), por prestadores privados locais (1,1% dos municípios, com 3,8% da população) e, finalmente, por prestadores privados regionais (2,3% dos municípios e cerca de 0,6% da população). A seguir, são apresentadas as etapas da pesquisa.

2.1. Sistematização do banco de dados

Foi realizado levantamento dos registros dos indicadores de desempenho para SAA no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), sendo acessadas as planilhas referentes aos indicadores e às informações para cada estado no período de 2008 a 2017. É importante mencionar que por serem responsáveis pelo atendimento de cerca de 75% dos Municípios da região norte, apenas as empresas regionais foram consideradas, no caso: DEPASA (Acre) CAESA (Amapá) COSAMA (Amazonas) COSANPA (Pará) CAERD (Rondônia) CAER (Roraima) SANEATINS (Tocantins).

No intuito de apresentar uma fotografia do cenário na década atual, foram utilizadas as planilhas dos diagnósticos referentes ao período de 2011 até 2016. Vale citar que os resultados referentes ao ano de 2010 não foram utilizados em função da estruturação da apresentação dos dados ser diferenciada em relação às demais, logo a sistematização dos mesmos demandaria maior tempo frente aos prazos da pesquisa.

As planilhas utilizadas (2011 a 2016) contêm informações distribuídas em onze abas sobre a operação, sobre as finanças, sobre a qualidade da água, sobre o balanço contábil, sobre os sistemas alternativos de abastecimento e sobre a estrutura tarifária de cada Município da região norte (agrupados por Estado) e todos esses dados foram sistematizados em arquivo único, totalizando 34.992 registros.

2.2. Situação das perdas de água e das especificidades de SAA

A partir do banco de dados, foi realizada a retirada dos registros vazios e dos registros com suspeitos de erros do banco de dados, como, por exemplo, registros de perdas de água iguais a 0%. Em seguida, o banco de dados foi exportado para a ferramenta *R* para análise exploratória das séries históricas visando o diagnóstico dos serviços de água. Nesse caso, foram realizadas as seguintes análises:

- Utilizando apenas o ano de 2016, foram desenvolvidos histogramas para observar como se distribuem os Municípios atendidos pelas CRSN em relação às informações de seus sistemas de água e aos indicadores de desempenho de serviços de água. Foi utilizado apenas o ano de 2016 em função de ser o ano mais atualizado em relação aos dados do SNIS e para não criar duplicatas já que se tratariam dos mesmos Municípios em anos diferentes no mesmo gráfico.

- Utilizando os dados de todos os Municípios e de todos os anos (2011 a 2016), foram desenvolvidos gráficos do tipo *boxplot* com a evolução ano a ano das características dos SAA representadas pelas suas informações gerais e pelos seus indicadores de cada com objetivo de identificar visualmente nesse período tendências temporais dessas características.

2.3. Correlação entre as perdas de água e as especificidades de SAA

Por fim, foram desenvolvidos dois correlogramas, sendo o primeiro para analisar a correlação entre informações gerais dos Municípios, tais como população atendida, extensão de rede, volume disponibilizado etc. com os indicadores de perdas de água e o segundo para analisar a correlação entre indicadores de desempenho com os próprios indicadores de perdas de água. Dessa forma, foram identificadas quais especificidades dos SAA têm correlação com os indicadores de perdas de água e qual o nível dessa correlação.

3. Resultados e discussão

3.1. Cenário Geral dos Municípios Atendidos pelas CRSN em 2016

Em se tratando da quantidade de habitantes (AG001), é perceptível a concentração dos Municípios com população atendida na faixa de até 100.000 habitantes, no entanto, é observável ocorrências de populações bem maiores (caso, principalmente, das capitais estaduais e de algumas grandes cidades da região). A população urbana atendida (AG026) é apresentada com distribuição semelhante, concentrada na população de até 100.000 habitantes e a extensão de rede (AG005) também foi caracterizada da mesma forma, sendo concentrada em até 200 km rede de distribuição (Figura 1).

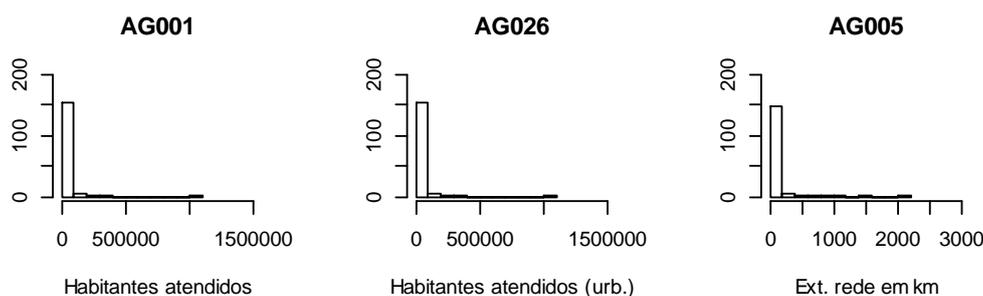


Figura 1 – População atendida total (AG001) e urbana (AG026) e extensão de rede (AG005) em 2016.

Esses registros levam a hipótese de que à medida que as populações nos Municípios do norte do Brasil são maiores, maiores serão também as infraestruturas de rede de distribuição, em função da abrangência geográfica dos mesmos. Essas cidades possuem características urbanas semelhantes, como o adensamento populacional, que é causado, principalmente, pela ocupação urbana de forma menos verticalizada. Portanto, há de se discutir os maiores custos de manutenção de redes de distribuição em função de malhas de abastecimento cada vez maiores nessas cidades.

Os histogramas referentes aos dados de ligações e de economias (respectivamente, Figura 2 e Figura 3) foram apresentados com os resultados esperados, ou seja, com comportamento semelhante ao das populações atendidas. À medida que essas informações se tornam mais específicas (de ligações totais para apenas ativas e, depois, para apenas as ligações ativas micromedidas), é perceptível o estreitamento das barras dos histogramas, evidenciando assim a baixa micromedição em relação às ligações totais na região norte do País.

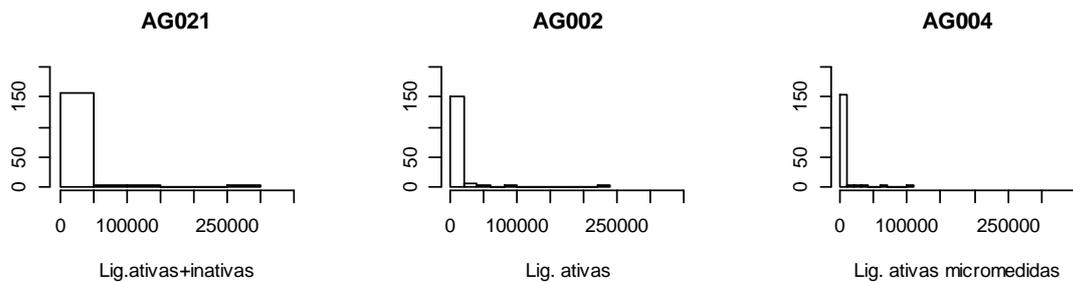


Figura 2 – Ligações de água em 2016: totais (AG021), ativas (AG002) e micro medidas (AG004).

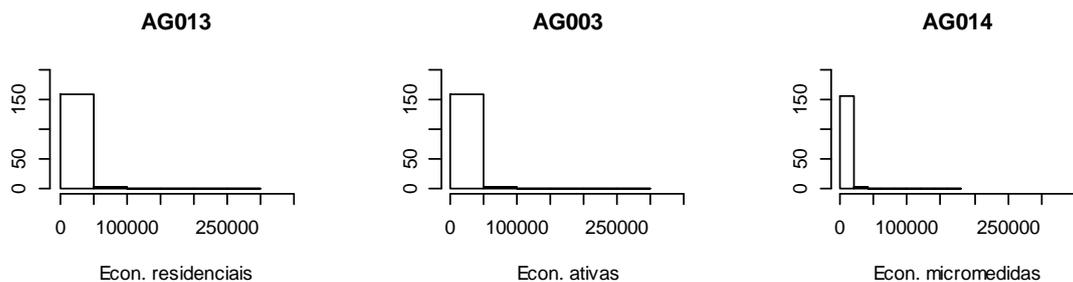


Figura 3 – Economias de água em 2016: totais (AG013), ativas (AG003) e micro medidas (AG014).

Esse comportamento também é observado para os volumes de água nessas cidades, pois os registros se concentram nos menores volumes (certamente dos menores municípios), ocorrendo diminuição dos valores de volumes produzidos para os consumidos e dos volumes consumidos para os volumes faturados (Figura 4), indicando existência de perdas físicas e perdas de faturamento.

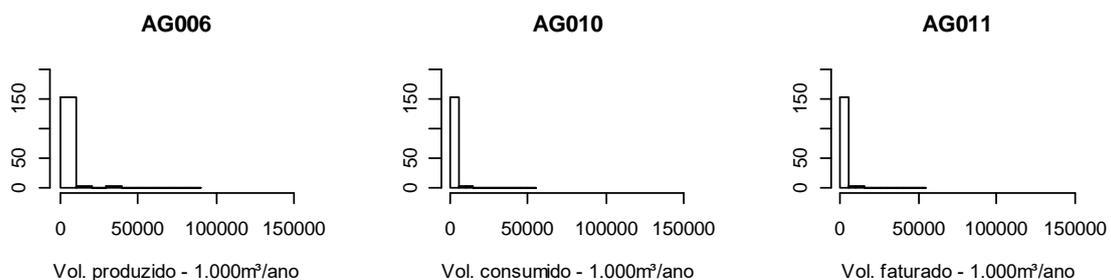


Figura 4 – Volumes de água em 2016: produzido (AG006), consumido (AG010) e faturado (AG011).

Além disso, quando a especificação dos volumes de água disponibilizados por economia (IN025) até chegar aos volumes faturados por economia (IN017) é observada (Figura 5), nota-se considerável diferença entre eles e, nesse caso, o deslocamento gradativo dos blocos do histograma para a esquerda é a constatação das perdas físicas e das perdas de faturamento nos Municípios do norte do País.

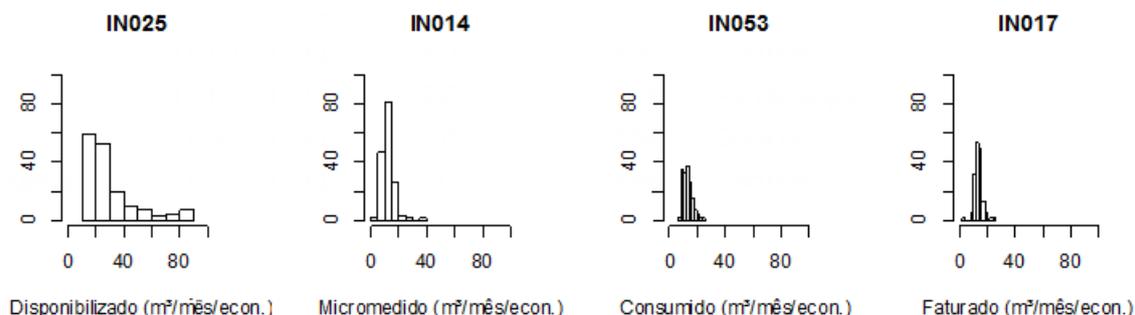


Figura 5 – Volumes de água por economia em 2016: disponibilizado (IN025), micromedido (IN014), consumido (IN053) e faturado (IN017).

Vale ressaltar que é perceptível também uma sensível mudança entre os histogramas do volume consumido por economia (IN053) e do volume faturado por economia (IN017), onde Municípios com valores consumidos inferiores a 10m³/mês/econ. não possuem o faturamento na mesma magnitude, o que reforça a afirmação da existência de elevadas perdas de faturamento nesses locais.

Sobre as perdas de água, as afirmações anteriores (fundamentadas nas Figuras 4 e 5) podem ser retomadas com base na Figura 6, na qual são apresentadas as perdas percentuais de água na distribuição (IN049) e as perdas de faturamento (IN013). Em ambos os casos, é considerável a parcela de Municípios do norte do País com valores acima de 40% para esses indicadores, pois esses resultados são superiores às médias nacionais de 38,1 % para IN049 e de 38,5 % para IN013. Para fins de comparação, alguns países do mundo como, por exemplo, a Alemanha e o Japão, reduziram suas perdas para aproximadamente 10% e países como Austrália e Nova Zelândia romperam o patamar para valores inferiores a 10%, portanto há severa distância entre a realidade das perdas de água na região norte do Brasil para os *cases* referências em gestão de perdas no planeta (BRASIL, 2017).

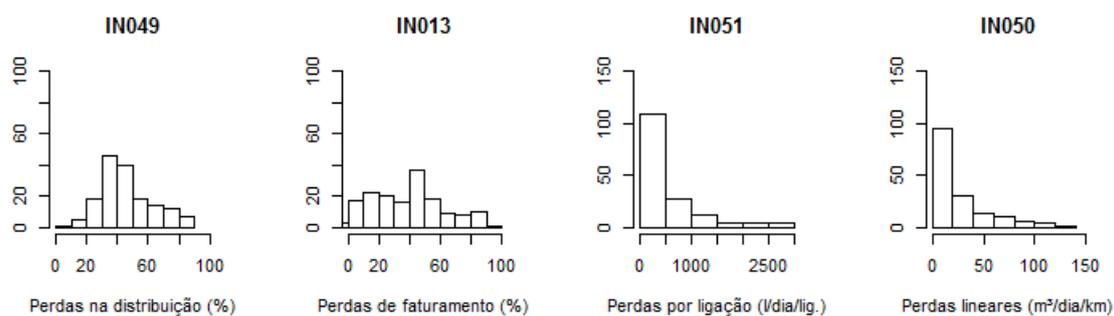


Figura 6 – Perdas de água em 2016: na distribuição (IN049), faturamento (IN013) e por ligação (IN051).

Por fim, é importante ressaltar que a elevada concentração de Municípios com valores de perdas por ligação (IN051) acima de 386,20 L/lig./dia (valor da mediana dos dados nacionais para esse indicador em 2016) e a elevada concentração de Municípios com perdas lineares (IN050) acima de 50 m³/dia/km (valor muito superior à mediana dos resultados por região do Brasil que é de aproximadamente 30 m³/dia/km) também chamam a atenção (BRASIL, 2017). Esse cenário nada mais é que o resultado de uma política nacional muito pontual no que diz respeito aos investimentos em saneamento no Brasil, ocorrida, principalmente, nas décadas de 70 e 80 do século passado e nos anos 2000 (LEONETI et al., 2011).

3.2. Evolução dos serviços de água das CRSN (2011-2016)

Considerando os resultados apresentados até então, foi possível verificar que existem Municípios que não podem ser enquadrados na realidade geral dos demais da região Norte. As informações puramente quantitativas das capitais e das grandes cidades do norte do Brasil, como, população, volumes de água, quantidade de ligações etc. estão em patamares completamente diferentes das demais e isso foi notado na primeira tentativa de desenvolvimento dos *boxplots*, pois a magnitude dos *outliers* foi tamanha que impossibilitou qualquer interpretação e, dessa forma, optou-se por não apresentar os *outliers*.

Disto isto, os registros anuais do volume de água produzido (AG006) no período de 2011 a 2016 (Figura 7) têm sensível tendência de crescimento, fato que não é observado para o volume de água consumido (AG010) e para o volume de água faturado (AG011), os quais se mostram constantes, com medianas muito próximas umas das outras, ou seja, anualmente ocorre um distanciamento dos volumes de água produzidos para os volumes de água consumidos e para os faturados.

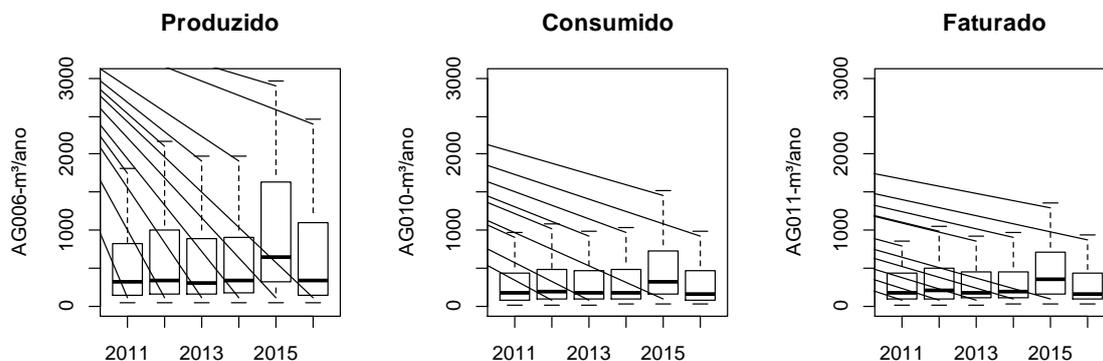


Figura 7 – Evolução dos volumes de água (2011-2016): produzido (AG006), consumido (AG010) e faturado (AG011).

Além disso, sempre houve maior dispersão ano a ano nos volumes produzidos (AG006) se comparados aos volumes consumidos (AG010) e aos volumes faturados (AG011), o que sugere a existência de Municípios com consideráveis variações na oferta de água contrastando com pouca mudança na demanda. Sobre esse descompasso, o mesmo é reforçado quando observadas a quantidade de ligações totais (AG021), de ligações ativas (AG02), de ligações ativas micromedidas (AG004), a extensão de rede por ligação (AG020) e o número de economias por ligação (IN001), que se mantiveram praticamente

no mesmo patamar ao longo dos anos analisados, com medianas muito próximas umas das outras (Figura 8). Para reforçar ainda mais essa hipótese, observa-se nas evoluções da população atendida total (AG001), da população atendida urbana (AG026), bem como das receitas operacionais (FN002) (Figura 9), que não há dispersão desses valores na mesma medida que há na oferta de água, sendo importante mencionar que mesmo produzindo mais água ao longo dos anos, não houve elevada variação nas receitas operacionais, o que pode sugerir um caminho de insustentabilidade financeira para os serviços de água.

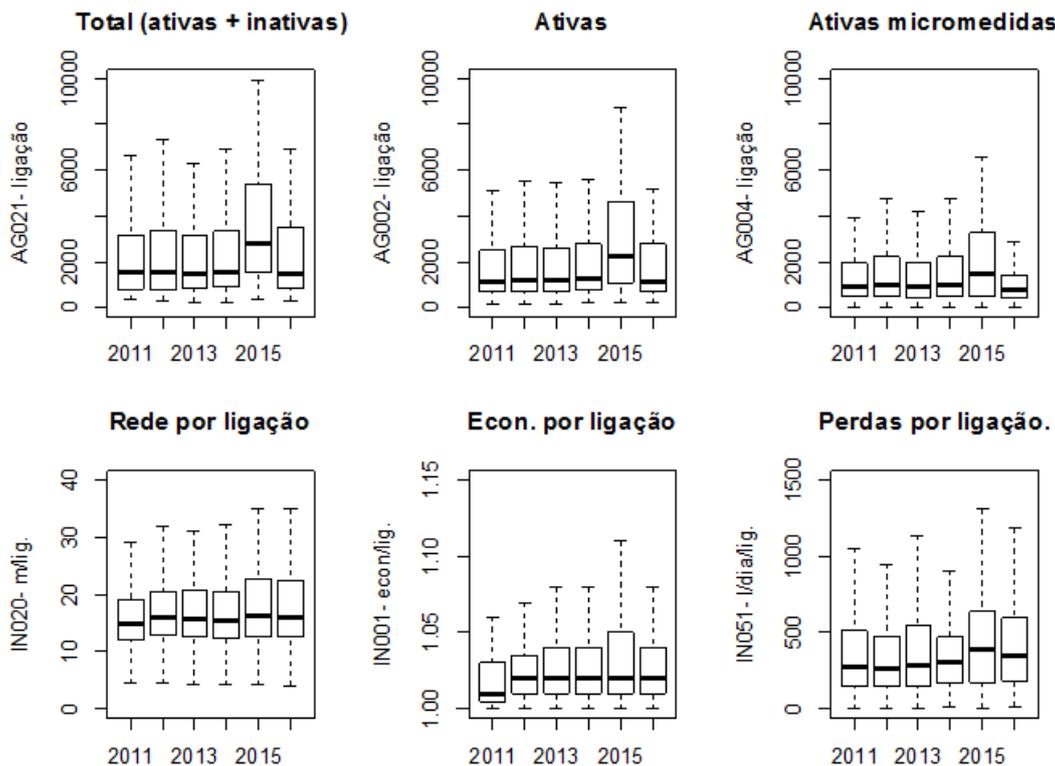


Figura 8 – Leve crescimento da quantidade de ligações totais, ativas e micromedidas, do comprimento de rede por ligação e economias por ligação e flutuação das perdas por ligação (2011-20116).

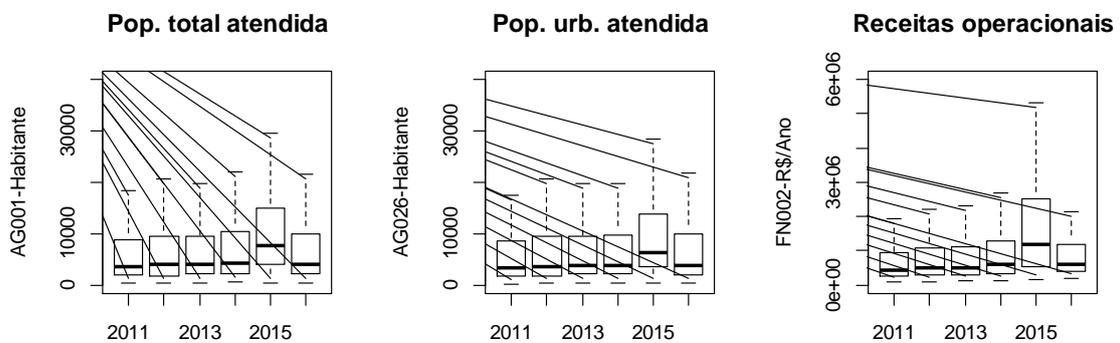


Figura 9 – Evolução (2011-2016) da população atendida total (AG001) e da atendida urbana (AG026) e das recitas operacionais (FN002).

A insustentabilidade financeira dos serviços de água das CRSN fica mais clara ainda quando analisados os volumes de água relacionados por economia, desde a produção até o faturamento. Nesse caso, há drástica diminuição dos valores de volumes de água por economia (da disponibilização ao faturamento), resultando num crescente cenário de perdas reais e aparentes no Norte do País (Figura 10 e Figura 11).

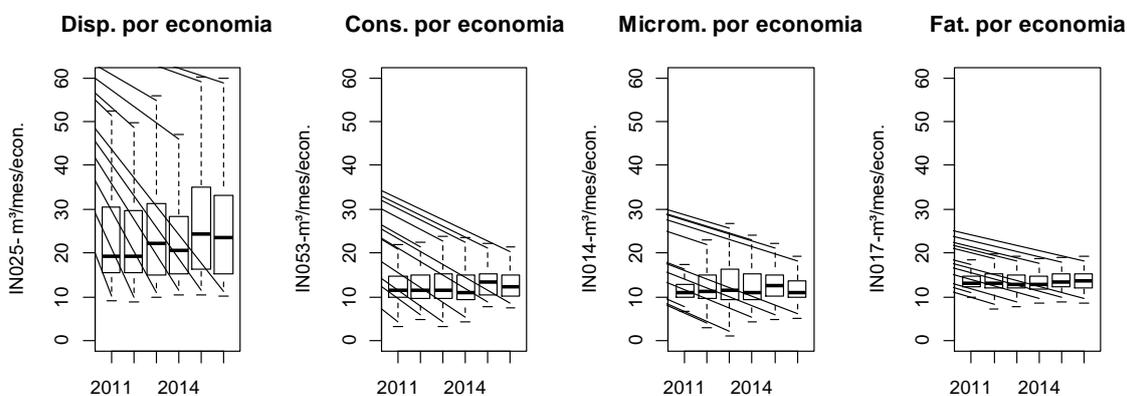


Figura 10 – Evolução dos volumes de água por economia (2011-2016): diminuição drástica entre o disponibilizado (IN025), consumido (IN053), micromedido (IN014) e o faturado (IN017).

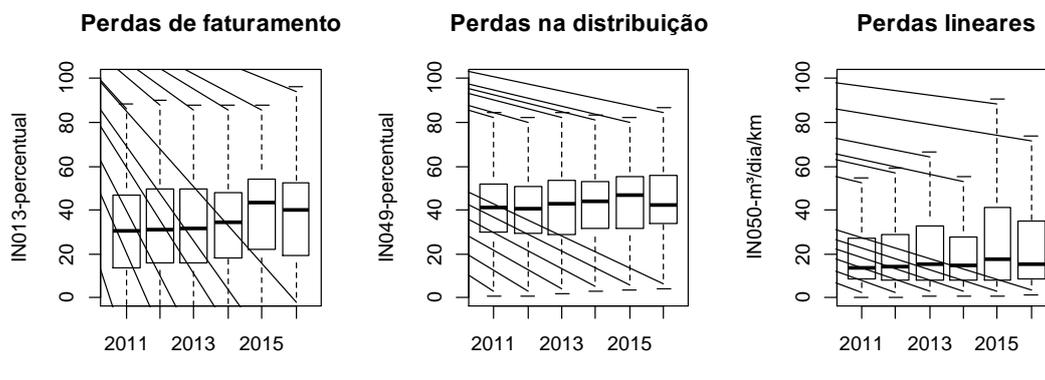


Figura 11 – Evolução das perdas de água (2011-2016): faturamento (IN013), na distribuição (IN049) e lineares (IN050).

3.3. Correlação entre especificidades de SAA e perdas de água no Norte do Brasil (2011-2016)

Inicialmente, foi realizado teste de normalidade de *Shapiro-wilk*, onde a hipótese nula norteia para uma população que possui distribuição normal, no entanto, a mesma foi rejeitada para todos os conjuntos de dados com nível de confiança superior a 95% (valor $p < 0,05$) e, nesse caso, foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman*. Este coeficiente é o mais antigo e também o mais conhecido para calcular o coeficiente de correlação entre variáveis mensuradas em nível ordinal, chamado também de coeficiente de correlação por postos de *Spearman* (LIRA e CHAVES NETO, 2006).

Para melhor entendimento dos correlograma que serão apresentados, é importante mencionar que ambos apresentam: *i*) na diagonal inferior a dispersão entre as variáveis correlacionadas; *ii*) na diagonal superior o valor do coeficiente de correlação de Spearman; e *iii*) também na diagonal superior o nível de confiança (interessando apenas as correlações que possuem “***” para confiança de 95%).

Dessa forma, considerando as informações operacionais, apenas o volume de água produzido (AG006) possui relativa correlação (positiva) com os indicadores de perdas, ou seja, nem sempre Municípios com maiores volumes de água produzidos terão os piores resultados para indicadores de perdas de água na região Norte do Brasil. Isso se dá pelo fato de que mesmo havendo um cenário geral de descompasso entre o aumento da oferta de água em relação ao aumento da demanda por água, muitos Municípios ainda possuem esse cenário relativamente equilibrado. Os valores de volumes de água produzidos (AG006) entre 2011 e 2016 possuem os seguintes coeficientes de correlação: de 0,47 com as perdas de faturamento (IN013), de 0,36 com as perdas na distribuição (IN049), de 0,52 com as perdas lineares (IN050) e de 0,51 com as perdas por ligação (IN051), conforme observado na Figura 12. Portanto, é verificado que as dimensões dos SAA (que são representadas, basicamente, pelas informações operacionais) não são preponderantes para o desempenho das CRSN em se tratando de indicadores de perdas de água.

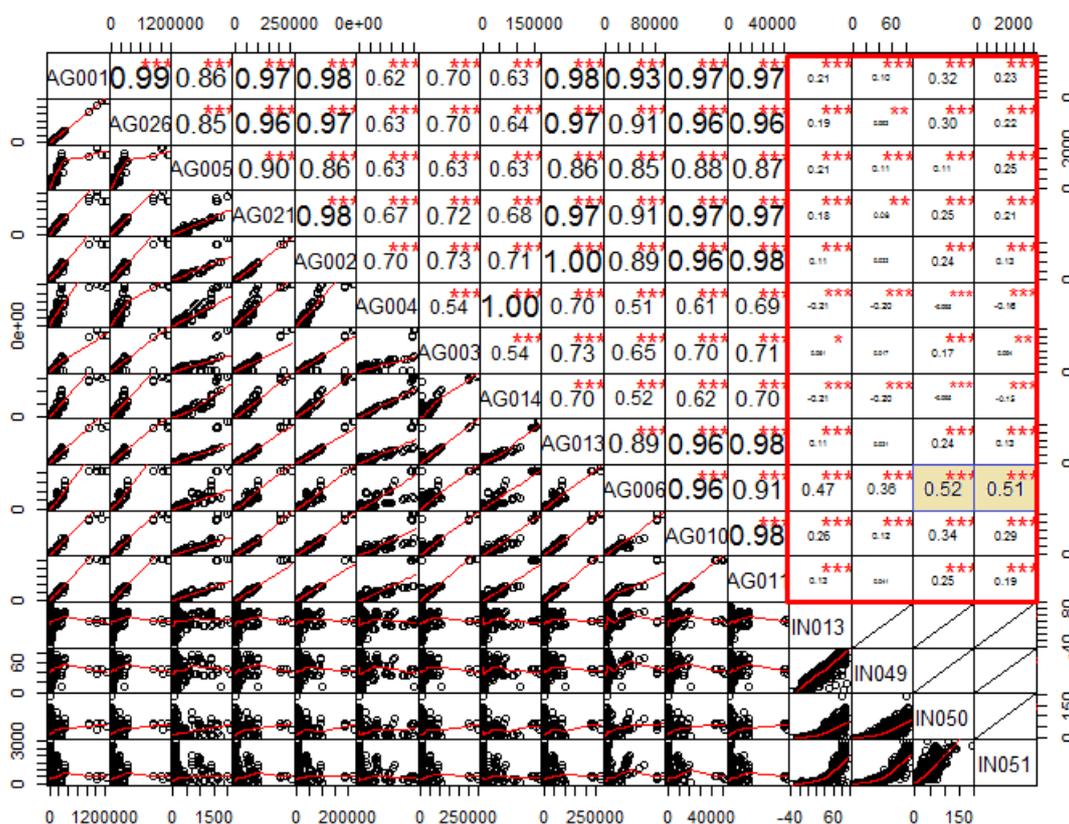


Figura 12 – Correlação entre informações operacionais e indicadores de perdas de água em SAA da região norte do Brasil (2011-2016).

Considerando os Indicadores operacionais, destacam-se o volume de água

disponibilizado por economia (IN025) e a relação entre os volumes micromedidos e disponibilizados (IN010) que tiveram elevada correlação com todos os indicadores. No caso do volume de água disponibilizado por economia (IN025), ele teve correlação positiva de 0,91 com as perdas de faturamento (IN013), de 0,81 com as perdas na distribuição (IN049), de 0,79 com as perdas lineares (IN050) e de 0,94 com as perdas por ligação (IN051). No caso da relação entre os volumes micromedidos e disponibilizados (IN010), o mesmo teve correlação negativa de -0,85 com as perdas de faturamento (IN013), de -0,81 com as perdas na distribuição (IN049), de -0,76 com as perdas lineares (IN050) e de -0,84 com as perdas por ligação (IN051). Além disso, o consumo médio de água por economia (IN053) e a relação entre os volumes micromedidos e consumidos (IN044) tiveram relativas correlações com alguns indicadores de perdas.

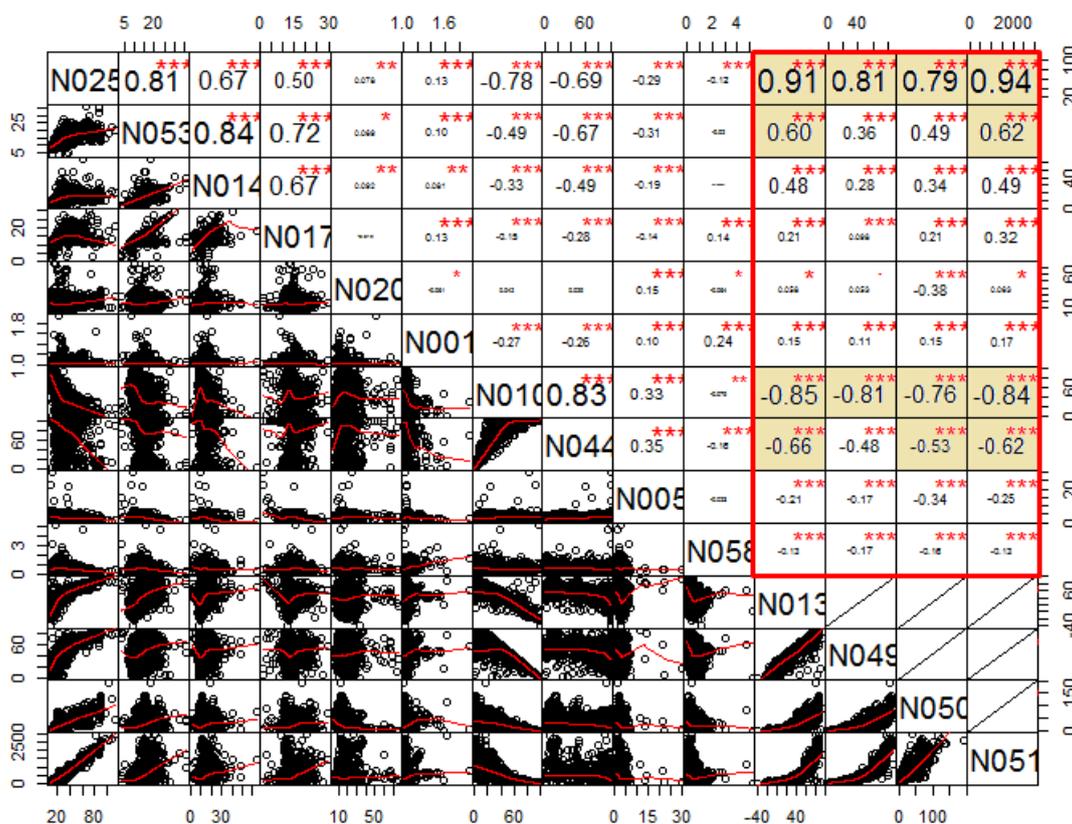


Figura 12 – Correlação entre indicadores operacionais e indicadores de perdas de água em SAA da região norte do Brasil (2011-2016).

Por fim, percebe-se que para o caso estudado os indicadores operacionais possuem maior correlação com os indicadores de perdas do que as informações operacionais, em outras palavras, a forma de operar os SAA é muito mais relevante para o desempenho com base em de perdas de água do que a magnitude desses SAA.

4. Conclusões e recomendações

Com a pesquisa foi possível concluir que os relatórios do SNIS possuem falhas de preenchimento (que não foram consideradas nas pesquisas), e, além disso, muitos dados

apresentados são incoerentes com a realidade, como, por exemplo, perdas de água iguais a 0%. É possível verificar que a considerável parcela dos Municípios possui perfil distinto das capitais estaduais e das grandes cidades da região Norte, no que diz respeito às informações quantitativas operacionais e indicadores operacionais. São preocupantes os valores de perdas reais e aparentes nos SAAs da região Norte, principalmente, se comparados aos valores médios nacionais, sendo importante mencionar que essa realidade vai de encontro à sustentabilidade financeira das concessionárias de saneamento. No período de 2011 a 2016 houve significativo aumento na produção de água potável, o qual não foi resultado de aumento de demanda na mesma proporção, mas sim consequência de deficiências na gestão operacional dos sistemas de água. Verificou-se também que a forma de operar os SAAs é muito mais relevante para o desempenho baseado em perdas de água do que a magnitude desses SAAs, no entanto, essa situação necessita de estudos mais específicos e aprofundados, fato que fica como recomendação para trabalhos futuros, inclusive com abordagens via análise multivariada de dados.

Referências

ALEGRE, H.; HIRNER, W; BAPTISTA, J. M.; PARENA, R. *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água.* Série Guias Técnicos, LNEC and IRAR, 2004.

AUGUSTO, L. G. da S.; GURGEL, I. G. D; NETO, H. F. C. *O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano.* Ciência & saúde coletiva, v. 17, n. 6, p. 1511-1522, 2012.

BORBA, S.; MERCANTE, M. A. *Pressupostos Teóricos para a promoção da participação social no processo de Gestão de Recursos Hídricos em Mato Grosso do Sul.* IV CONGRESSO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, Anais, Foz do Iguaçu-PR, 2001.

BRASIL AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, 2014.

_____. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988.

_____. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. *Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007.* Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 de jan. 2007.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto.* Brasília, 2012

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto.* Brasília, 2013

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto.* Brasília, 2014

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto.* Brasília, 2015

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto.* Brasília, 2016.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto.* Brasília, 2017

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto*. Brasília, 2018.

BRASIL, T.; ASSOCIADOS, G. O. *Perdas de água 2018 (snis 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico*. São Paulo, 2019.

GALVÃO, A. C.; TUROLLA, F. A.; PAGANINI, W. S. *Viabilidade da regulação subnacional dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário sob a Lei 11.445/2007*. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, n. 2, p. 134-143, 2008.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. *Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI*. *Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LIRA, S. A.; NETO, A. C. *Coefficientes de correlação para variáveis ordinais e dicotômicas derivados do coeficiente linear de Pearson*. *Ciência & Engenharia*, v. 15, n. 1/2, p. 45-53, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Assembleia geral das Nações Unidas*. A ONU e a água. Brasília, 2015.

TUNDISI, J. G. *Recursos Hídricos*. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2003.