

**PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EM COMUNIDADES RURAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI**

DOI: 10.19177/rgsa.v9e22020524-544

Luciana Gomes Monteiro¹

Rosemary de Matos Cordeiro²

Janisi Sales Aragão³

Eveline Menezes Rodrigues da Silva⁴

Lucivania Gomes da Silva⁵

RESUMO

O desperdício dos recursos hídricos em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA's) é um tema corriqueiro e caracteriza um relevante problema perante a escassez hídrica. Nesse cenário, o objetivo geral da pesquisa foi analisar as perdas de água na distribuição dos SAA's em comunidades rurais, atendidas em 2018, pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado (SISAR-BSA), localizadas na Região Metropolitana do Cariri (RMC). Para isso, foram coletadas no banco de dados do SISAR-BSA as variáveis: Índice de Perda da Distribuição (IPD), Número de Ligações Ativas, Consumos (m³) e Taxas de Cobranças do m³ (R\$), referente ao período da pesquisa. Verificou-se que das vinte e sete comunidades rurais, oito estiveram acima da média nacional (38,3%) determinada em 2017 pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre estas, Cachoeira dos Gonçalves (57,40%), em Crato, ainda se apresentou com média anual superior a do Ceará (45,5%). A partir da Água Não Faturada (ANF) das comunidades rurais, mensurou-se uma perda financeira a prestadora de saneamento igual a R\$ 251.895, 86 (duzentos e cinquenta e um mil oitocentos e noventa e cinco reais e oitenta e seis centavos). A análise demonstrou uma relevante variação de perdas na distribuição, caracterizando a falta de regularidade no seu controle, surgindo como um indicativo de fragilidade no gerenciamento do recurso hídrico.

Palavras-chave: Água Não Faturada. Perdas na distribuição. Recursos hídricos.

¹ Engenheira Ambiental e Sanitarista. Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Especialista em Educação Ambiental e Desenvolvimento sustentável. IFCF. E-mail: gomeslucianamonteiro@gmail.com

² Mestre em Economia. Doutora em Geografia. Docente do IFCE-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- *Campus Juazeiro do Norte* e URCA-Universidade Regional do Cariri. E-mail: rosymatos@hotmail.com

³ Mestre em Ciências Marinhas e Tropicais. Doutora em Engenharia de Pesca. Docente IFCE-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- *Campus Juazeiro do Norte*. E-mail: janisiaragao@yahoo.com.br

⁴Tecnóloga em Saneamento Ambiental - CENTEC. Especialista em Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável -Faculdade de Juazeiro do Norte, FJN, Brasil. Mestrado em Engenharia Agrícola - Universidade Federal do Ceará, UFC. Doutoranda em Engenharia Agrícola - Universidade Federal do Ceará, UFC. E-mail: evelinemenezessilva@gmail.com

⁵Tecnóloga em Alimentos. Especialização em Ensino de Biologia e Química. Mestranda em Desenvolvimento Regional Sustentável – Universidade Federal do Cariri – *Campus Crato-CE*. Email: lgs.lucivania@gmail.com

LOSSES IN WATER SUPPLY SYSTEMS IN RURAL COMMUNITIES IN THE CARIRI METROPOLITAN REGION

ABSTRACT

The waste of water resources in Water Supply Systems (SAA's) is a trivial theme and features a major problem in the face of water scarcity. Thus, the aim of the research was to analyze water losses in the distribution of SAA's in rural communities, served in 2018, by the Salgado Basin Integrated Rural Sanitation System (SISAR-BSA), located in the Cariri Metropolitan Region (RMC). For this, the following variables were collected in the SISAR-BSA database: Distribution Loss Index (IPD), Number of Active Links, Consumption (m³) and Collection Rates of m³ (R\$), referring to the research period. Of the twenty-seven rural communities, eight were above the national average (38.3%) determined in 2017 by the National Sanitation Information System (SNIS). Among them, Cachoeira dos Gonçalves (57.40%), in Crato, still had an annual average higher than Ceará (45.5%). From the Unbilled Water (ANF) of the rural communities, a financial loss to the sanitation provider equaled R\$ 251,895.86 (two hundred and fifty one thousand eight hundred and ninety five and eighty six cents). The analysis showed a relevant variation of distribution losses, characterizing the lack of regularity in its control, emerging as an indication of fragility in water resource management.

Keywords: Unbilled Water. Losses in distribution. Water resources.



1 INTRODUÇÃO

O recurso natural água entra no século XXI como um desafio para o homem e para o mundo globalizado, impondo-se como condicionante para a manutenção da vida no planeta. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), os recursos hídricos e a gama de serviços providos por esses recursos contribuem para a redução da pobreza, para o crescimento econômico e para a sustentabilidade ambiental. Desde a segurança alimentar e energética até a saúde humana e ambiental, a água colabora para as melhorias no bem-estar social e no crescimento inclusivo, afetando os meios de subsistência de bilhões de pessoas.

Tundisi (2006) ressalta que os usos múltiplos dos recursos hídricos são: água para produção agrícola – irrigação e outras atividades para produção de alimentos, água para abastecimento público, produção de hidroeletricidade, recreação, turismo, pesca, aquicultura, transporte e navegação, mineração e usos estéticos – recreação, paisagem. Um dos principais usos múltiplos da água diz respeito ao abastecimento humano. Para Fabre e Pfitscher (2010), a água para abastecimento público e

distribuída para o consumo humano de forma canalizada é o produto do tratamento da água bruta, feito através de um sistema de abastecimento, o qual demanda além de custos e despesas, toda estrutura física que possibilita a entrega ao consumidor final de água tratada, nos padrões estabelecidos para consumo.

De acordo com o Sistema Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA, 2014), as perdas são um dos grandes problemas dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA's) brasileiros e um tema recorrente devido à escassez hídrica e aos altos custos de energia elétrica, além da sua relação com a saúde financeira dos prestadores de serviços. Por um lado, pode-se afirmar que os SAA's sempre apresentam perdas; por outro, quando são elevadas, representam desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita para os prestadores de serviços. Dessa forma, os custos decorrentes das perdas devem ser minimizados e estar sujeitos a um gerenciamento apropriado.

A GO Associações (2018) aponta que o Brasil passou por um processo evolutivo de perdas na distribuição, no período de 2012 a 2016 de 36,9%, a 38,1% respectivamente. Conforme a ABES (2013), quando se compara o Brasil com países desenvolvidos, é notável o grande espaço para mudanças no combate ao desperdício dos recursos hídricos, partindo da referência de cidades da Alemanha e do Japão que possuem 11% de perdas, bem como da Austrália com 16%.

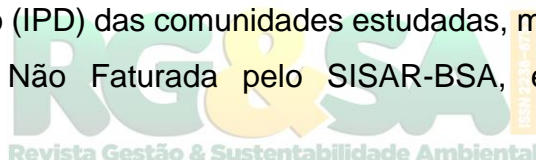
Segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2017), o aumento das referidas perdas persistiram em 2017, elevando-se para 38,3%. Levando a problemática para escala regional brasileira, a região Norte apresentou 55,1%, Nordeste 46,3%, Sul 36,5%, Sudeste 34,4% e Centro-oeste 34,1%. Conforme o estudo, o Nordeste, constituído por nove estados, é um dos principais responsáveis pelo alto desperdício de água no Brasil, sendo que as médias estaduais equivalentes a: Maranhão 59,8%, Pernambuco 52%, Rio Grande do Norte 49,8%, Sergipe 47,7%, Alagoas 44,9%, Piauí 48,1%, Ceará 45,5%, Bahia 36,8% e Paraíba 37,9%, evidenciam a grande importância do combate ao desperdício dos recursos hídricos, essencial para a manutenção e qualidade de vida no planeta.

É importante ressaltar que o controle das perdas de água em sistemas de abastecimento público se torna uma necessidade, uma vez que os volumes não contabilizados não são faturados. A quantificação das perdas é de suma relevância para os prestadores do serviço no que diz respeito à eficiência de distribuição de água,

além de aspectos econômicos e ambientais (SOBRINHO, 2016). As perdas de água na distribuição são quantificadas através do Índice de Perdas na Distribuição (IPD), o índice consiste na relação entre os volumes disponibilizados e consumidos nos SAA's, obtidos por meio das leituras dos medidores de vazões: macromedidores e hidrômetros.

Portanto, o presente estudo foi desenvolvido na premissa de esclarecer a necessidade do uso racional dos recursos hídricos, estes cada vez mais escassos em termos de qualidade. Dessa maneira, o levantamento de dados pertinentes ao IPD, permite melhorar a gestão da água, promovendo a prevenção do desperdício e visando a redução dos insumos utilizados no processo de produção da água nos SAA's, tornando as empresas de saneamento mais sustentáveis.

Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é analisar as perdas de água na distribuição dos SAA's em comunidades rurais, atendidas em 2018, pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado (SISAR-BSA), localizadas na Região Metropolitana do Cariri (RMC), apresentando a média anual do Índice de Perdas na Distribuição (IPD) das comunidades estudadas, mensurando ainda, o valor monetário da Água Não Faturada pelo SISAR-BSA, em virtude das perdas monitoradas.



2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo realizado analisou 27 (vinte e sete) comunidades rurais inseridas na Região Metropolitana do Cariri (RMC), localizada ao Sul do estado do Ceará, constituída por 9 (nove) municípios. Todavia, a pesquisa restringiu-se a apenas 6 (seis) destes municípios, sendo: Caririaçu - com o estudo em 1 (uma) comunidade rural, a Vila Feitosa; Crato - com 13 (treze): Baixio das Palmeiras, Baixio Verde, Cachoeira dos Gonçalves, Currais de Baixo, Juá, Monte Alegre, Palmeirinha dos Britos, Sítio São Bento, São José, Sítio Alegre, Vila Malhada, Vila São Francisco e Umburana; Farias Brito, com 2 (duas): Queimadas e São João; Jardim - com 1 (uma): Sítio Taquari; Juazeiro do Norte - com 3 (três): Gaviãozinho, Pau Seco e Sítio Novo e Missão Velha - com 7 (sete): Barreiras, Olho D'água Comprido, Olho D'água de Fora; Passagem de Pedra, Sítio Pintado, Santa Tereza e Sítio Caiçara. Barbalha e Santana

do Cariri estiveram fora do estudo por não serem atendidos pelo SISAR-BSA, enquanto Nova Olinda apresentou limitação no acervo de dados.

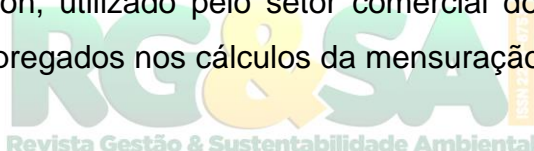
2.2 Coleta de Dados

2.2.1 Índice de Perdas na Distribuição (IPD)

Os dados do IPD foram coletados no banco de dados do SISAR-BSA, na “Planilha IANF” (Índice de Água Não Faturada), referente ao período de janeiro a dezembro de 2018, para apresentar a média anual das perdas de água na distribuição das comunidades rurais.

2.2.2 Número de Ligações Ativas, Consumos (m³) e Taxas de Cobranças do m³ (R\$)

Foram coletados o Número de Ligações Ativas e os Consumos (m³), por categorias de usuários (residencial, comercial, industrial, público e outros, esta se destina a usos institucionais e de religião) para cada comunidade rural, no relatório “Distribuição por Categoria”; bem como as Taxas de Cobranças do m³ (R\$), no relatório “Tabela de Cálculo do m³”, ambos pertinentes ao ano de 2018 e fornecidos pelo Sistema Poseidon, utilizado pelo setor comercial do SISAR-BSA. Os dados foram tabulados e empregados nos cálculos de mensuração monetária da Água Não Faturada.



2.3 Análise dos Dados

O período estabelecido para a pesquisa foi o ano de 2018. Esse corresponde ao único ano com disponibilidade de uma série de dados suficientes para analisar o monitoramento do IPD no SISAR-BSA. Nesse período 75 (setenta e cinco) comunidades rurais foram atendidas na RMC, porém apenas 27 (vinte e sete) fizeram parte desse estudo, por restrições do acervo de dados. Logo, fez-se necessário adotar um critério de seleção para a maior margem representativa, consistindo assim, na disponibilidade de pelo menos nove meses de dados do IPD.

2.3.1 Média anual do IPD das comunidades rurais

Foi realizado o cálculo da média anual do IPD por comunidade rural, assim como analisado através destas, as perdas de água na distribuição das comunidades considerando cada município, e por fim, compararam-se os dados obtidos na pesquisa com os apresentados no SNIS no ano de 2017.

2.3.2 Mensuração monetária da Água Não Faturada (ANF)

Para mensurar o valor monetário da Água Não Faturada pelo SISAR-BSA, foi utilizado o método desenvolvido por Silva (2015), adaptando-o ao consumo real da água das comunidades rurais, por categorias de usuários. Neste, considerou-se: o Consumo Anual (m^3 /ano), o qual consistiu na somatória dos Consumos (m^3) mensais do ano da pesquisa; a Perda na Distribuição (%), sendo a média anual do IPD calculada por comunidade rural; a Água Não Faturada (m^3 /ano), alcançada pelo produto entre o Consumo Anual e a Perda na Distribuição; a Tarifa Média (R\$/ m^3), valor encontrado pela cobrança de $1m^3$ de água pelo SISAR-BSA, após tabulação de dados; e a Perda Financeira Anual (R\$), igual ao produto entre a Água Não Faturada e a Tarifa Média.

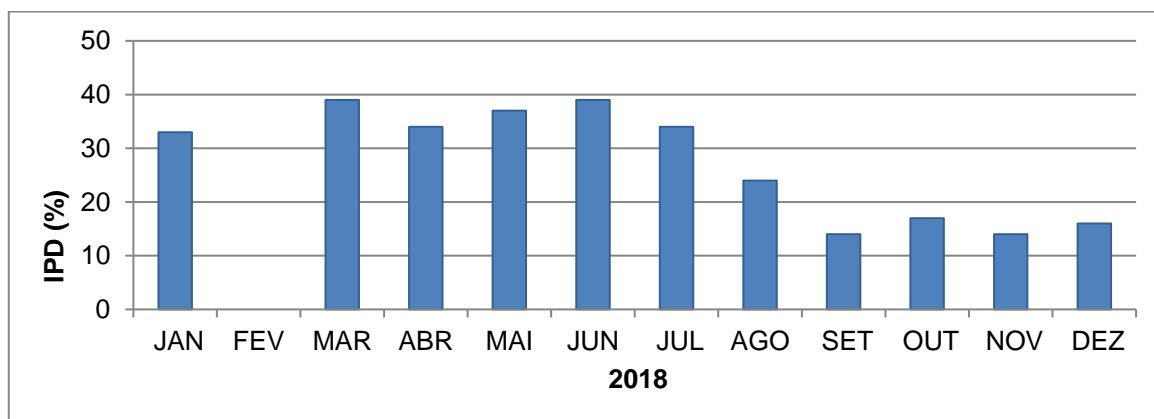
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil, embora considerado privilegiado por concentrar em seu território aproximadamente 12% da água doce disponível no mundo, possui um vasto semiárido que abrange boa parte da região Nordeste e o extremo Norte e Nordeste mineiros (ANDRADE, 2017). O semiárido é caracterizado pela baixa disponibilidade hídrica devido à irregularidade do seu regime pluviométrico e longos períodos de estiagem, justificando a gravidade da problemática do desperdício da água, à frente das condições climáticas enfrentadas pela região. Nessa perspectiva, serão mostrados através dos dados do IPD as perdas de água na distribuição das comunidades rurais analisadas no presente estudo, suas possíveis causas e a mensuração monetária da Água Não Faturada obtida.

3.1 Média anual do IPD das comunidades rurais

Foram ilustradas as médias anuais do IPD para as comunidades localizadas nos municípios do Crato e de Missão Velha. No entanto, para as comunidades inseridas em Caririaçu, Farias Brito, Jardim e Juazeiro do Norte a ilustração ficou restrita ao índice mensal, em virtude da amostra limitar-se a até três comunidades por município. A Figura 1 apresenta o IPD mensal da comunidade rural Vila Feitosa localizada em Caririaçu, no período de análise proposto para a pesquisa.

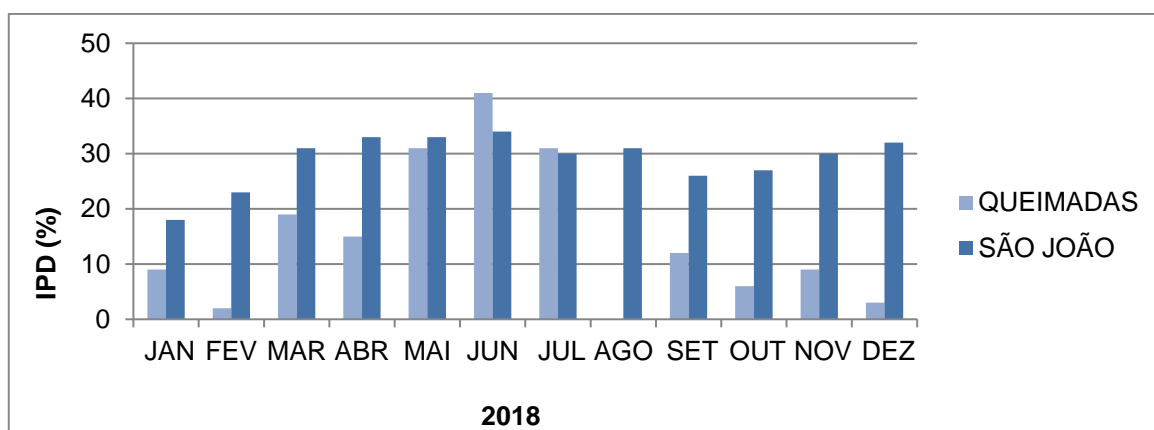
Figura 1 - IPD mensal da comunidade rural: Vila Feitosa, no município de Caririáçu-Ce em 2018.



Fonte: Autor (2019).

Observa-se que as maiores perdas, ocorreram nos meses de março (39%), maio (37%) e junho (39%), contudo as menores em setembro (14%) e novembro (14%). A média anual do IPD resultou em 27,36%, ou seja, aproximadamente 28% de água produzida no SAA da comunidade foram desperdiçadas. Vale salientar que o mês de fevereiro não houve dados disponíveis. Enquanto a Figura 2 mostra o IPD mensal para as duas comunidades rurais estudadas em Farias Brito, Queimadas e São João.

Figura 2- IPD mensal das comunidades rurais: Queimadas e São João, no município de Farias Brito-Ce em 2018.

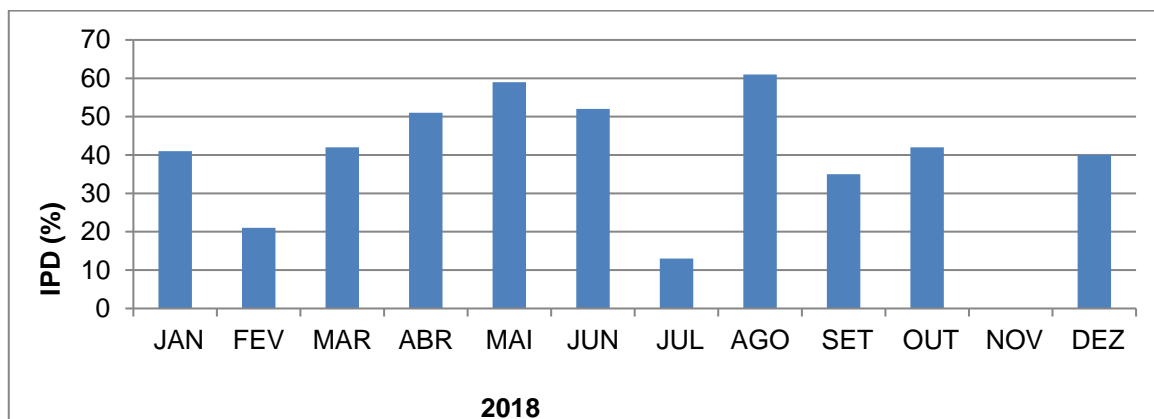


Fonte: Autor (2019).

Percebe-se relevante diferença de perdas nos SAA's das comunidades. São João apresentou no decorrer do ano mais de 20% de perdas, exceto em janeiro (18%), mês com menor desperdício. Nesta, as maiores perdas permaneceram nos meses de abril (33%), maio (33%), junho (34%) e dezembro (32%). Em contrapartida, Queimadas apontou maior perda em maio (31%), junho (41%) e julho (31%) e as

menores em fevereiro (2%) e dezembro (3%). Vale lembrar que em agosto a comunidade não dispôs de dados do índice. Com relação à média anual do IPD, São João obteve 29% e Queimadas 16,18%, retratando intervenções diferentes de controle nas perdas nos SAA's. A Figura 3 mostra o IPD mensal do Sítio Taquarí, única comunidade analisada em Jardim.

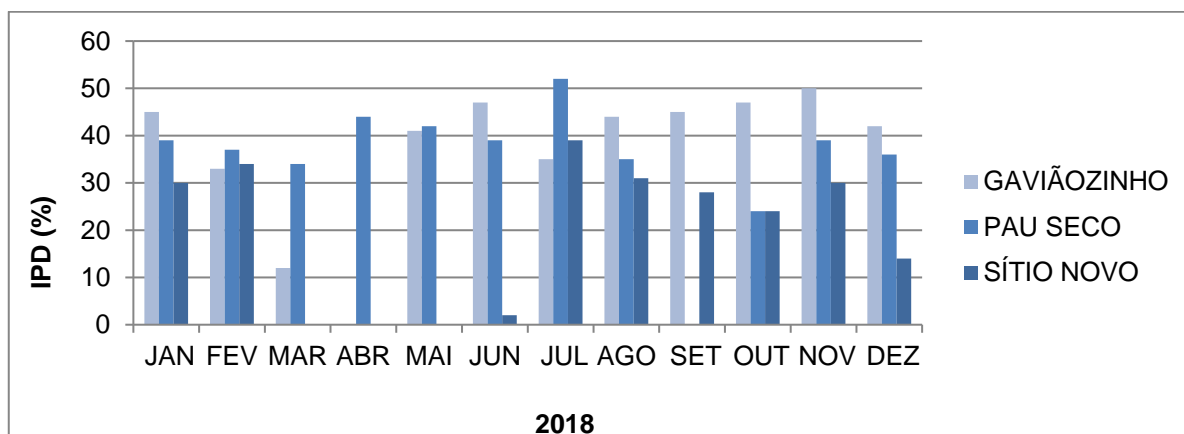
Figura 3- IPD mensal da comunidade rural: Sítio Taquarí, no município de Jardim-Ce em 2018.



Fonte: Autor (2019).

Os maiores índices de perdas foram registrados em maio (59%), junho (52%) e agosto (61%). Conquanto, julho (13%) remeteu o mês com melhor controle no desperdício da água. Ressalta-se que em novembro, não houve disponibilidade de dados. Diante dos valores expostos, a comunidade apresentou média anual do IPD igual 41,55%. De outro lado a Figura 4, apresenta o IPD mensal para as três comunidades rurais de Juazeiro do Norte, Gaviãozinho, Pau Seco e Sítio Novo.

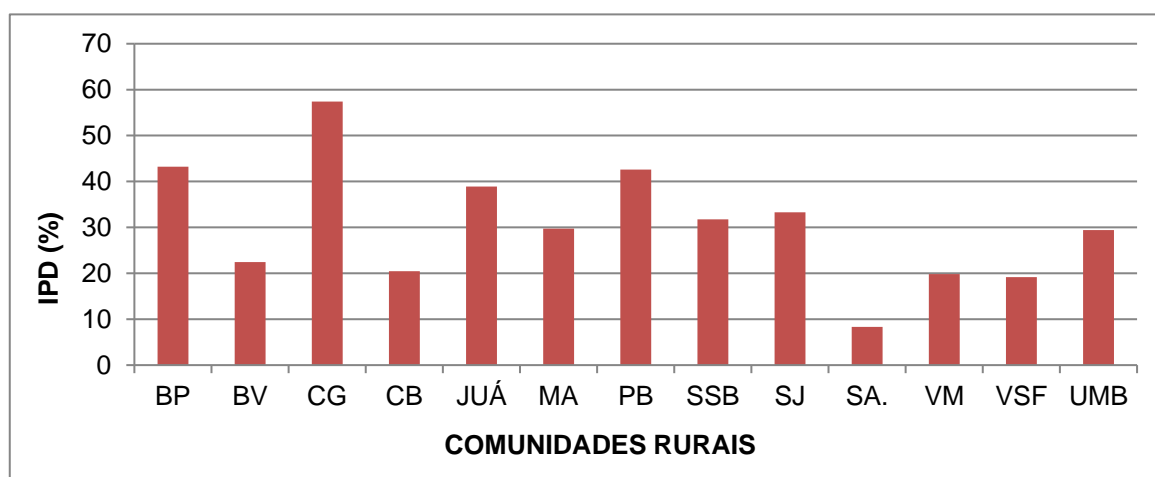
Figura 4 - IPD mensal das comunidades rurais: Gaviãozinho, Pau Seco e Sítio Novo, no município de Juazeiro do Norte-Ce em 2018.



Fonte: Autor (2019).

Os valores das médias do IPD para as comunidades rurais foram: 40,09% em Gaviãozinho, 38,27% em Pau Seco e 25,78% em Sítio Novo. Em Gaviãozinho as maiores perdas incidiram nos meses de junho (47%), outubro (47%) e novembro (50%). No entanto, a menor se deu no mês de março (12%). A mesma sequência segue para Pau Seco e Sítio Novo, com maiores perdas coincidindo no mês de julho (52%) e (39%), e as menores em outubro (24%) e junho (2%) respectivamente. Salienta-se, que Gaviãozinho não apresentou dados do IPD no mês de abril, assim como Pau Seco em setembro e Sítio Novo em março, abril e maio. Diferente das figuras anteriores, a Figura 5 expõe a média anual do IPD das comunidades abordadas no município do Crato.

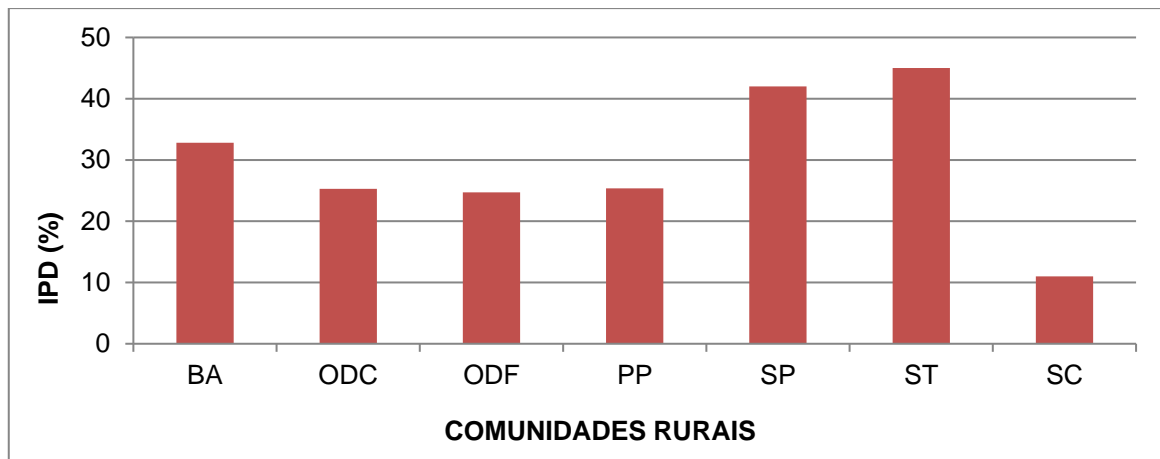
Figura 5- Média do IPD das comunidades rurais no município do Crato-Ce, em 2018.



Fonte: Autor (2019).

Baixio das Palmeiras (BP) obteve média anual do IPD de 43,22%, Baixio Verde (BV) 22,45%, Cachoeira dos Gonçalves (CG) 57,40%, Currais de Baixo (CB) 20,45%, Juá (JUÁ) 38,91%, Monte Alegre (MA) 29,73%, Palmeirinha dos Britos (PB) 42,60%, Sítio São Bento (SSB) 31,75%, São José (SJ) 33,27%, Sítio Alegre (SA.) 8,33%, Vila Malhada (VM) 19,82%, Vila São Francisco (VSF) 19,18% e Umburana (UBM) 29,42%. Constatou-se que Cachoeira dos Gonçalves (57,40%) foi a comunidade com média anual do IPD mais elevada, enquanto Sítio Alegre (8,33%) a de menor, ficando perceptível a grande discrepância entre os valores, demonstrando diferenças no gerenciamento do recurso hídrico nas comunidades. A Figura 6, também apresenta a média do IPD das comunidades rurais, estas localizadas em Missão Velha.

Figura 6- Média do IPD das comunidades rurais no município de Missão Velha-Ce, em 2018.



Fonte: Autor (2019).

A média anual do IPD foi de 32,82% para Barreiras (BA), 25,30% para Olho D'água Comprido (ODC), 24,70% para Olho D'água de Fora (ODF); 25,36% para Passagem de Pedra (PP), 42% para Sítio Pintado (SP), 45% para Santa Tereza (ST) e 11% para Sítio Caiçara (SC). Percebeu-se que Santa Tereza (45%) e Sítio Pintado (42%) foram às comunidades com maiores perdas na distribuição, em contrapartida com a menor veio Sítio Caiçara (11%). De certo modo, os resultados aproximaram à problemática das comunidades elencadas de Missão Velha à vivenciada pelas comunidades do Crato, mostrando um grande diferencial entre os extremos de maiores e menores índices de perdas, identificando a fragilidade na gestão da água nos SAA's estudados.

Ainda foi possível averiguar, que apenas 2 (duas) comunidades rurais (7,40% da amostra) obtiveram médias anual do IPD até 16%, semelhante aos dados elencados pela ABES (2013), foram elas: Sítio Alegre, no Crato e Sítio Caiçara, em Missão Velha. Ademais, 25 (vinte e cinco) comunidades permaneceram acima dessa média, na faixa de 16,18% a 57,40%, demonstrando que praticamente todas as comunidades rurais (92,60% da amostra) estiveram em uma realidade bem distante das referências internacionais mencionadas nesse estudo.

Reconheceu-se também, que 8 (oito) das 27 (vinte e sete) comunidades rurais, equivalente a 29,63% da amostra, estiveram em grau prioritário, para aplicação de ações de redução do desperdício da água em seus SAA's, por apresentarem valores acima da média do IPD nacional, apontada pelo SNIS (2017) de 38,3%, sendo: Baixo das Palmeiras, Cachoeira dos Gonçalves, Juá e Palmeirinha dos Britos, no município do Crato; Sítio Taquari, em Jardim; Gaviãozinho, em Juazeiro do Norte; Sítio Pintado e Santa Tereza, em Missão Velha.

Conduzindo a problemática para esfera estadual, Cachoeira dos Gonçalves com média anual de IPD igual a 57,40%, foi à única comunidade com valor superior à média do Ceará de 45,5%, segundo o SNIS (2017), onde está inserida a RMC, demonstrando o pior resultado dentre as comunidades analisadas. Conforme Setor Técnico do SISAR-BSA (2019), a principal hipótese para o resultado estaria relacionada à existência da Estação de Tratamento de Água (ETA), na qual seus filtros são submetidos a várias descargas pela péssima qualidade da água bruta que abastece a comunidade.

Entretanto, trata-se de uma possível causa, tendo em vista a restrição do estudo a somente um levantamento de dados em um curto espaço de tempo, fato que limitou a pesquisa a apenas apontar as possíveis causas das perdas, não só para Cachoeira dos Gonçalves, mas para as demais comunidades rurais analisadas.

Ao versar sobre os sistemas monitorados pelo SISAR-BSA e suas comunidades abastecidas, identificou-se as possíveis causas das perdas:

- Bombas superdimensionadas (uso de booster em redes de distribuição), as quais aumentam as pressões nas tubulações e conexões, favorecendo as rupturas e consequentemente o surgimento dos vazamentos;
- Ampliação de sistemas, muitas vezes fazendo necessário estender o tempo de funcionamento das bombas, tornando as estruturas físicas dos sistemas mais vulneráveis ao desperdício, pelo aumento de contato com o fluido sobre pressão, fato que também favorecem os vazamentos;
- Tempo para a efetivação de reparos, principalmente em casos que envolvem vazamentos. Há ocorrências de operadores das comunidades não conseguirem realizar alguns consertos, necessitando recorrer aos serviços dos técnicos da prestadora de saneamento, aumentando o tempo de exposição da perda pela distância às localidades;
- Descargas em redes de distribuição, realizadas a partir de registros de descargas, conectados nos pontos mais baixo das redes de distribuição para limpeza das tubulações;
- Extravasamento em reservatórios, quando as boias perdem sua funcionalidade ou há a necessidade de manutenção na automação (reservatórios com boias elétricas), contribuindo com o desperdício;

- Irregularidades, no período da pesquisa foram abertas 74 (setenta e quatro) ordens de serviços envolvendo todas as comunidades atendidas pelo SISAR-BSA, relacionadas a suspeitas de ligações clandestinas, falta de manutenção e fraudes em hidrômetros instalados nas unidades de consumo, destas aproximadamente 45% foram confirmadas com irregularidades;
- Falta de manutenção envolvendo quaisquer das unidades que compõem os SAA's, em especial a situações que demandam substituições em decorrência da vida útil de infraestruturas e equipamentos.

Para comprovar essas causas seria preciso acrescentar um aprofundamento qualitativo ao estudo a fim de conhecer a realidade de cada comunidade e seus SAA's, por se referir a um tema recorrente a inúmeros fatores e peculiaridades, ficando essa proposta para estudos futuros, com a possibilidade de encontrar causas não definidas nesse momento, por alguma limitação da pesquisa. Inclusive seria essencial dispor de um histórico de dados do IPD diferente do conseguido nesse trabalho (dados disponíveis apenas do ano de 2018), principalmente para analisar o comportamento das perdas perante a influência climática imposta pela sazonalidade do semiárido brasileiro.

Silva (2015), no estudo Panorama de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água no Brasil, afirma que os índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. Este levanta algumas hipóteses de perdas: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldades no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros, entre outras hipóteses, afirmando as possíveis causas elencadas anteriormente.

Em outro estudo realizado no Sistema de Abastecimento Público de Rondonópolis-MT, Santos (2007) discorre as seguintes possibilidades das causas das perdas: vazamentos em rede de distribuição, relacionados com rompimentos por excesso de pressão ou desgaste de conexões, por tubulações com tempo de uso superior ao recomendado, além de influências pela variação estacional do consumo e furtos de água através de ligações clandestinas (“gatos”).

Santos (2007) apresenta um ponto diferente das hipóteses abordadas nesse estudo, “as influências pela variação estacional do consumo”, este acredita que a variação sazonal do consumo de água, relacionada, sobretudo a variação de

temperaturas e chuvas pode estar correlacionado com os níveis de perdas físicas, principalmente àquelas ocorridas na rede de distribuição, uma vez que, com a redução do consumo, haverá maior pressão na rede e maior chance de problemas de rompimentos e vazamentos, já que a produção no sistema de abastecimento da sua pesquisa se mantém constante o ano todo. Diferente dessa premissa, e haja vista que a produção da água nos SAA's analisados, não é constante ao longo do ano, vincula-se a elevação das perdas ao período de estiagem quando há o aumento no consumo da água, sejam pelas mudanças nos hábitos da população ou nesse caso em específico pelo uso na agricultura e na dessedentação de animais, por designar-se a um estudo na zona rural, correlatados as ligações clandestinas e fraudes em hidrômetros.

Nesse contexto, ao analisar as figuras 1, 2, 3 e 4, nas quais apresentaram os dados do IPD mensal referentes às comunidades rurais estudadas em Caririaçu, Farias Brito, Jardim e Juazeiro do Norte, observa-se que as maiores perdas predominaram no mês de junho, logo no início do período da estiagem, conforme o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017), que define o período de chuvas desses municípios de janeiro a abril e/ou maio, como para os demais municípios integrantes da RMC. Contudo, não persistiram no decorrer do ano quando são registradas temperaturas maiores, ocorrência que fomenta um novo estudo em complementação a esse, com intuito de verificar se essas circunstâncias se repetem ao longo dos anos e assim encontrar uma fundamentação epistemológica para o evento.

3.2 Mensuração monetária da Água Não Faturada

De acordo com Rocha (2013), o SISAR no Ceará, possui um modelo de gestão compartilhada, onde parte das atividades está a cargo do SISAR e a outra parte da associação local das comunidades. Fruto desta divisão discriminam-se os seguintes custos: o custo SISAR engloba pessoal, logística e todos os insumos de manutenção e os custos locais da associação incluem operador, energia e administração. Com isto, tem-se um sistema de tarifa composta em duas partes: a do SISAR que é a tarifa pelo volume consumido (medido) e, a da associação local que é uma divisão das despesas. A estrutura tarifária destinada ao SISAR nas oito unidades implantadas no estado tem preço variável progressivo, com um valor fixo mínimo anual equivalente ao consumo mensal de 10 m³/mês, conforme o Estatuto Social do SISAR-BSA (2006).

Vale salientar que há uma diferenciação na cobrança da tarifa, baseada na categoria de usuário.

Em vista ao modelo de gestão e considerando apenas o custo do SISAR, foi encontrado neste estudo, o valor de 1m³ de água para o cálculo da mensuração monetária da Água Não Faturada. Inicialmente foi calculada a média aritmética das tarifas cobradas pelo SISAR-BSA no intervalo de volumes de 1m³ a 100m³ de água, referentes ao período da pesquisa, de acordo com o relatório “Tabelas de Cálculo do m³” para as cinco categorias de usuários. Destaca-se que pela totalidade dos SAA’s das comunidades estudadas possuem a etapa de produção da água, desconsideraram-se as “Tabelas de Cálculo do m³” para os SAA’s com pontos de injeções nas redes de distribuição, por disporem de tarifas de cobranças diferenciadas.

Do relatório “Distribuição por Categoria”, foi tabulado o percentual médio do Número de Ligações Ativas, relativo ao período de junho a dezembro de 2018, por categorias de usuários, obtendo-se uma representatividade de: 97,85% na categoria residencial; 0,20% na comercial; 0,19% na industrial; 1,20% na público; 0,55% na outros; a partir dessa representatividade foi encontrada a média ponderada das tarifas de cobranças, chegando-se ao resultado da Tarifa Média de 1m³ de água igual a R\$ 1,31 (um real e trinta e um centavos). Embasado neste valor e no volume da Água Não Faturada pelo SISAR-BSA, calculou-se (Tabela 1) o montante da Perda Financeira Anual (PFA):

Tabela 1 - Mensuração monetária da Água Não Faturada das comunidades rurais estudadas na RMC, no ano de 2018.

Comunidades Rurais	CAR (m³/ano)	CAC (m³/ano)	CAI (m³/ano)	CAP (m³/ano)	CAO (m³/ano)	PD (%)	ANF (m³/ano)	TM (R\$/m³)	PFA (R\$)
Vila Feitosa	24.863,00	110,00	52,00	654,00	202,00	27,36	7.081,04	1,31	9.300,87
Baixio das Palmeiras	10.851,00	0,00	0,00	201,00	80,00	43,22	4.811,25	1,31	6.319,52
Baixio Verde	19.148,00	0,00	0,00	120,00	0,00	22,45	4.325,67	1,31	5.681,71
Cachoeira dos Gonçalves	6.288,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,40	3.609,31	1,31	4.740,79
Currais de Baixo	14.025,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,45	2.868,11	1,31	3.767,23
Juá	35.582,00	616,00	0,00	272,00	130,00	38,91	14.241,06	1,31	18.705,47
Monte Alegre	28.371,00	110,00	110,00	156,00	0,00	29,73	8.546,48	1,31	11.225,71
Palmeirinha dos Britos	34.841,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,60	14.842,27	1,31	19.495,15
Sítio São Bento	33.348,00	0,00	0,00	0,00	444,00	31,75	10.728,96	1,31	14.092,37
São José	26.397,00	0,00	110,00	197,00	120,00	33,27	8.924,34	1,31	11.722,02
Sítio Alegre	16.103,00	0,00	0,00	0,00	120,00	8,33	1.351,38	1,31	1.775,02
Vila Malhada	46.235,00	0,00	0,00	418,00	316,00	19,82	9.309,26	1,31	12.227,60
Vila São Francisco	76.483,00	100,00	0,00	484,00	231,00	19,18	14.825,76	1,31	19.473,46
Umburana	3.716,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,42	1.093,25	1,31	1.435,97
Queimadas	4.406,00	0,00	0,00	210,00	0,00	16,18	746,87	1,31	981,00
São João	14.935,00	0,00	0,00	120,00	240,00	29,00	4.435,55	1,31	5.826,04
Sítio Taquari	11.315,00	0,00	102,00	20,00	0,00	41,55	4.752,07	1,31	6.241,79
Gaviãozinho	12.424,00	164,00	0,00	0,00	120,00	40,09	5.094,64	1,31	6.691,75
Pau Seco	14.353,00	0,00	0,00	272,00	23,00	38,27	5.605,79	1,31	7.363,14
Sítio Novo	11.544,00	0,00	0,00	142,00	126,00	25,78	3.045,13	1,31	3.999,75
Barreira	40.843,00	0,00	0,00	539,00	120,00	32,82	13.620,96	1,31	17.890,97
Olho D'água Comprido	30.392,00	0,00	0,00	221,00	0,00	25,30	7.745,09	1,31	10.173,09
Olho D'água de Fora	23.749,00	0,00	0,00	423,00	123,00	24,70	6.000,87	1,31	7.882,07
Passagem de Pedra	37.763,00	304,00	0,00	301,00	120,00	25,36	9.760,56	1,31	12.820,38
Sítio Pintado	19.712,00	0,00	0,00	222,00	0,00	42,00	8.372,28	1,31	10.996,89
Santa Tereza	29.308,00	0,00	0,00	663,00	0,00	45,00	13.486,95	1,31	17.714,95
Sítio Caiçara	22.974,00	0,00	0,00	220,00	0,00	11,00	2.551,34	1,31	3.351,16
Totais	649.969,00	1.404,00	374,00	5.855,00	2.515,00	30,41	191.776,22	1,31	251.895,86

CAR=Consumo Anual Residencial; CAC=Consumo Anual Comercial; CAI=Consumo Anual Industrial; CAP=Consumo Anual Público; CAO=Consumo Anual Outros; PD=Perda na Distribuição; ANF=Água Não Faturada; TM=Tarifa Média; PFA=Perda Financeira Anual.

Fonte: Autor (2019).

Na Tabela 1 foi abordado, o Consumo Anual (m^3) das categorias de usuários por comunidade rural. Observa-se que a maior demanda pelo recurso hídrico recaiu sobre a categoria residencial, enquanto a menor sobre a industrial. Juá, Palmeirinha dos Britos e Vilas São Francisco, localizadas no município do Crato; Barreiras e Santa Tereza, em Missão Velha foram às comunidades rurais que mais contribuíram para a PFA, conforme relação de dados entre os Consumos Anuais (m^3) e as Perdas na Distribuição (%).

A partir do volume da Água Não Faturada igual a $191.776,22m^3$ e da Tarifa Média encontrada de $1,31 R\$/m^3$, resultou o montante da PFA de $R\$ 251.895,86$ (duzentos e cinquenta e um mil oitocentos e noventa e cinco reais e oitenta e seis centavos), ou seja, o SISAR-BSA deixou de acrescentar esse valor na sua receita de 2018. O volume da Água Não Faturada foi perdido e não contabilizado pelos hidrômetros instalados nas unidades de consumo, impossibilitando a cobrança e consequentemente a perda no faturamento.

Há estudos que realizam a mensuração monetária das perdas de água, em concordância com o tipo de perda, sendo elas: perda aparente (comercial), que consiste no volume de água consumido, porém não faturado em virtude de desvios, fraudes ou problemas de medições e a perda física (real), referente ao volume disponibilizado para distribuição que não chegou ao consumidor final, em função principalmente dos vazamentos nas tubulações.

Um desses casos, diz respeito ao estudo desenvolvido por Konrath e Hahn (2016), ao utilizar a cobrança do valor médio de $1m^3$ da água tratada de $R\$ 5,73$ e $R\$ 6,16$ para perda aparente e o custo médio de $R\$ 2,06$ e $R\$ 1,76$ para a perda física, nos períodos de 2013 e 2014, respectivamente. Os autores distinguem a cobrança com base no tipo de perda, o valor médio refere-se à perda aparente, estas recaem sobre a perda de receita, todavia o custo médio diz respeito à perda física, as quais contribuem para o aumento de custo, tendo relação direta nas despesas de exploração. Este método diferencia-se da metodologia utilizada neste estudo, uma vez que Silva (2015) não faz distinção entre as perdas de água, atribuindo uma única tarifa de cobrança, a "Tarifa Média". Ainda é possível perceber, que ao diferenciar os valores das tarifas pelo tipo de perda, haverá a interferência direta nos resultados da mensuração monetária.

Ao contrário de Konrath e Hahn (2016) e Silva (2015), Fabre e Pfitscher (2010), produziram um trabalho, considerando nos cálculos da mensuração monetária, apenas as perdas físicas, segundo os autores estas são medidas pela diferença entre o volume de água tratado que sai da estação de tratamento e o volume de água que chega até as ligações prediais, resultando na perda ocorrida durante o caminho, enquanto a aparente seria a que ocorre nas ligações prediais ou após elas. Ao comparar os valores apresentados por Konrath e Hahn (2016) ao valor encontrado da Tarifa Média nesse estudo, nota-se uma significativa variação entre as tarifas de cobranças. Nesse sentido, conclui-se que a mensuração monetária, está diretamente associada aos valores das tarifas, e que esta representa a dimensão do impacto financeiro sofrido pelos prestadores de serviços de saneamento, em decorrência da Água Não Faturada.

Outro aspecto econômico importante reincidente nos investimentos realizados aos insumos para a produção da água que se perde nos SAA's, os quais também se configuram em prejuízos financeiros. Além do mais, chama-se atenção para o aspecto ambiental atrelado à causa, como previsto pelos fundamentos e objetivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH, 1997), que define a água como um recurso natural limitado, com a necessidade de gestão descentralizada contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades para atender dentre seus objetivos a seguridade dos recursos hídricos à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, a partir de sua utilização racional e integrada.

Portanto, controlar as perdas dos recursos hídricos não se restringe apenas a lucratividade dos prestadores de serviços de saneamento, mas inclusive a preservação e conservação do meio ambiente. Dessa forma, Viegas et al (2006), sugere várias ações para o controle de perdas de água em SAA's. Dentre elas destacam-se para a realidade dos serviços oferecidos pelo SISAR-BSA:

- O aperfeiçoamento das rotinas de procedimentos e fluxo de informações entre o atendimento ao público e a programação de manutenção do campo;
- Especificação de *kits* de materiais adequados para a execução dos reparos conforme procedimentos técnicos adequados;
- Adequação da unidade consumidora de energia para redução de custos energéticos;

- Levantamento das áreas suspeitas com vazamentos;
- Instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) em setores que tem potencial para redução de perdas de água e de incidência de rompimentos;
- Implantação de um programa permanente de manutenção, com base nos critérios de substituição de hidrômetros parados, quebrados, tempo de instalação > 7 anos, além de revisão e correção dos hidrômetros com instalação inclinada gerando erros de medição;
- Eliminar pontos de fraudes com serviços de vistoria e rastreamento.

Além do programa permanente de manutenção para os hidrômetros sugerido por Viegas et al (2006), fica proposto o mesmo programa para os macromedidores, incluindo a capacitação dos operadores quanto à funcionalidade do equipamento. O propósito é garantir maior eficiência das medições, implicando em uma representatividade cada vez mais eficaz quanto aos índices de perdas, com vista a melhor gestão do recurso hídrico.

Atrelado às ações propostas para o controle das perdas, é de grande valia o desenvolvimento da conscientização nas comunidades rurais em caráter permanente, diferente da realidade apresentada pelo SISAR-BSA, na qual são mediadas intervenções após diagnósticos de correções quanto ao uso e manejo do recurso hídrico. É necessário conduzir a problemática de forma preventiva e continuada na busca de uma gestão mais eficaz, principalmente por saber que a partir da implantação dos SAA's na zona rural, houve a evolução natural no consumo *per capita* de água, propiciando o aumento dos desperdícios da água, tanto pela nova facilidade de acesso, quanto pela ausência da conscientização da população beneficiada.

Referir-se ao abastecimento na zona rural do nordeste brasileiro, instiga um respaldo ainda maior, por envolver uma parcela da população concentrada em uma área de extrema escassez hídrica, acostumados com a reduzida disponibilidade de água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as perdas de água, verificou-se que das vinte e sete comunidades rurais estudadas, oito estiveram acima da média nacional (38,3%) determinada 541

em 2017 pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre estas, Cachoeira dos Gonçalves (57,40%), no município do Crato, ainda se apresentou com média anual superior à do estado do Ceará (45,5%).

Ademais, foi possível mensurar a perda financeira a prestadora de saneamento no ano de 2018, igual a R\$ 251.895, 86 (duzentos e cinquenta e um mil oitocentos e noventa e cinco reais e oitenta e seis centavos), identificando o quanto o volume de água não faturada pelas comunidades rurais a impactou monetariamente, corroborando para o desenvolvimento de uma visão consciente, tanto dos gestores e colaboradores, quanto dos usuários e da sociedade, diante da importante problemática abordada.

Conforme o estudo percebeu-se uma relevante variação de perdas na distribuição entre as comunidades rurais, caracterizando a falta de regularidade em seu controle, surgindo como um indicativo de fragilidade no gerenciamento do recurso hídrico. Assim, sugere-se ao SISAR-BSA, a continuidade e permanência desse estudo ao longo da sua gestão, e propõe-se a criação de um setor específico para o controle das perdas de água, com a intenção de garantir a sustentabilidade do recurso natural e em consequência os ganhos financeiros. Além disso, novos estudos fazem-se necessários para comprovar as causas específicas das perdas na distribuição em todas as suas comunidades atendidas.

REFERÊNCIAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para Efetivo Combate. São Paulo-SP, 2013. Disponível em: <<http://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf>>. Acesso em: 09 de jun de 2019.

ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. **Acesso à Água no Semiárido Brasileiro**: Uma Análise das Políticas Públicas Implementadas na Região. Revista Espinhaço| UFVJM, p. 28-39, 2017.

BRASIL, Lei n 9.433/1997, de 8 de jan de 1997. **Da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 01 de mai de 2019.

542

FABRE, V. V.; PFITSCHER, E. D. **Relevância Econômica da Perda de Água Tratada**: Análise dos Dez Maiores Municípios Produtores de Santa Catarina. XVII Congresso Brasileiro de Custos. Belo Horizonte - MG, Brasil, 3 a 5 de nov de 2010.

GO Associados. **Perdas de Água 2018 (SNIS 2016)**: Desafios para disponibilidade hídrica e avanços da eficiência do saneamento básico. São Paulo, 2018.

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal**. 2017. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>. Acesso em: 18 de jul de 2017.

KONRATH, N.A.B.; HAHN, R.C. **Mensuração Contábil da Perda de Água Tratada no Sistema de Abastecimento da Empresa de Saneamento**: regiões do Vale do Rio dos Sinos e do Vale do Paranhana. Revista Eletrônica de Ciências Contábeis, n. 9, 2016. Disponível em: <<https://seer.faccat.br/index.php/contabeis/article/view/474>>. Acesso em: 31 de jul de 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídrico**: Sumário Executivo. 2015. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/naturalsciences/environment/wwdr/>>. Acesso em: 15 de abr de 2019.

ROCHA, W.S. **Estudo de Caso do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) no Brasil**. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. Setor de Infraestrutura e Meio Ambiente. 2013.

SANTOS, J.M.W.C. **Aplicação do Geoprocessamento na Avaliação e Espacialização das Perdas Físicas de Água do Sistema de Abastecimento Público de Rondonópolis – MT**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 19 (2): 51-67, dez. 2007

SILVA, A. C. N. **Panorama de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água no Brasil**. Universidade Estadual da Paraíba Centro de Ciências e Tecnologia- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campina Grande-PB, 2015.

SISAR-BSA-Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado. **Estatuto Social**. Juazeiro do Norte-CE, 2006.

SISAR-BSA-Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado. **Setor Técnico**. Juazeiro do Norte-CE, 2019.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** - 2017. Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em:<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acesso em: 28 de jul de 2019.

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2014. Ministério das Cidades – Brasília, 2014.

SOBRINHO, R. A.; BORJAS, P.S. **Gestão das Perdas de Água e Energia em Sistemas de Abastecimento de Água da EMBASA**: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. Eng. Ambiental, V.21, n.4. Salvador-BA, 2016.

TUNDISI, J.G. **Novas Perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos**. Revista USP, n. 70, p. 24-35, 2006.

VIEGAS, J. V. et al. **Projeto Piloto de Redução de Perdas de Água e de Energia Elétrica no Sistema de Rio Pardo**. VI SEREA - Seminário Ibero americano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água João Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junho de 2006. Disponível em:
<[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoP%20\(5\).pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoP%20(5).pdf)>. Acesso em: 17 de jul de 2019.

