



CARIBEÑA DE CIENCIAS SOCIALES

latindex IDEAS EconPapers DOAJ Dialnet INDICES CSIC

GESTÃO INTELIGENTE DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM PARINTINS/AM

Igor da Silva Ribeiro¹

Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, Brasil.

ribeiroigordasilva.ir@gmail.com**Erick Freitas de Moura²**<https://orcid.org/0000-0003-1432-8827>

Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, Brasil.

erickdfreitas@ufam.edu.br

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Igor da Silva Ribeiro y Erick Freitas de Moura: "Gestão inteligente da distribuição de água em Parintins/AM", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (vol 10, Nº 6 junio 2021, pp. 75-89. En línea: <https://www.eumed.net/es/revistas/caribena/junio-21/distribucion-agua-parintins>

RESUMO

Em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 e 11, da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), o objetivo desta pesquisa é analisar a gestão da distribuição da água no município de Parintins/AM. Por meio de abordagem qualitativa e entrevistas semiestruturadas, coletou-se os dados acerca da gestão de recursos hídricos em Parintins/AM, os quais foram analisados ao utilizar a técnica de análise de conteúdo clássica. Os resultados encontrados foram: a) há desperdício de água em Parintins/AM e este desperdício é de conhecimento da autarquia responsável pela gestão dos recursos hídricos na cidade; b) esta municipalidade não segue as normas ISO 14000 para a gestão dos recursos hídricos e que, além disso, elas sequer são conhecidas pelos gestores públicos do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE); c) o SAAE tem conhecimento do desperdício de água em Parintins/AM e, também, dos prejuízos financeiros, sociais e ambientais oriundos dele; d) o prejuízo financeiro tem como causa a ausência de hidrômetros instalados na maioria das residências da cidade; e) Parintins não segue nem as Leis Federais nem Estaduais quanto a gestão dos recursos hídricos; f) as tecnologias de *Smart Water System* se configuram em alternativas para mitigar o desperdício de água nesta municipalidade. Como implicações práticas, este estudo serve como um instrumento para analisar a gestão dos sistemas hídricos municipais, além de fornecer alternativas para o seu desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: *Smart Water System*; *Smart Water Metering*; Desenvolvimento Sustentável.

¹ Bacharel em Administração pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

² Professor assistente da Universidade Federal do Amazonas (ICSEZ/UFAM). Graduado e Mestre em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (FAGEN/UFU). Doutorando pela Universidade Estadual de Campinas, na Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP). Membro do SB-Lab – Laboratório de Negócios Sustentáveis (FCA/UNICAMP). Áreas de interesse em pesquisa: Cidades Inteligentes, Sustentabilidade, Telemedicina e Estratégia.

GESTIÓN INTELIGENTE DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN PARINTINS/AM

RESUMEN

En línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6 y 11, de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas, el objetivo de esta investigación es analizar la gestión de la distribución del agua en el municipio de Parintins/AM. A través de un enfoque cualitativo y entrevistas semiestructuradas, se recolectaron datos sobre la gestión de los recursos hídricos en Parintins/AM, los cuales fueron analizados utilizando la técnica clásica de análisis de contenido. Los resultados encontrados fueron: a) se desperdicia agua en Parintins/AM y este desperdicio es conocido por la compañía responsable de la gestión de los recursos hídricos en la ciudad; b) este municipio no sigue las normas ISO 14000 para la gestión de los recursos hídricos y que, además, ni siquiera son conocidas por los gestores públicos del Servicio Autónomo de Agua y Alcantarillado (SAAE); c) la SAAE tiene conocimiento del derroche de agua en Parintins/AM y, también, de las pérdidas económicas, sociales y ambientales que se derivan del mismo; d) la pérdida financiera es causada por la ausencia de medidores de agua instalados en la mayoría de los hogares de la ciudad; e) Parintins no sigue las leyes federales o estatales con respecto al manejo de los recursos hídricos; f) Las tecnologías de *Smart Water System* son alternativas para mitigar el desperdicio de agua en este municipio. Como implicaciones prácticas, este estudio sirve como instrumento para analizar la gestión de los sistemas de agua municipales, además de brindar alternativas para su desarrollo sostenible.

Palabras clave: *Smart Water System*; *Smart Water Metering*; Desarrollo Sustentable.

INTELLIGENT MANAGEMENT OF WATER DISTRIBUTION IN PARINTINS/AM

ABSTRACT

In line with Sustainable Development Goals (SDGs) 6 and 11, of the 2030 Agenda of the United Nations (UN), the objective of this research is to analyze the management of water distribution in the municipality of Parintins/AM. Through a qualitative approach and semi-structured interviews, data about the management of water resources in Parintins/AM were collected, which were analyzed using the classical content analysis technique. The results found were: a) water is wasted in Parintins/AM and this waste is known to the municipality responsible for the management of water resources in the city; b) this municipality does not follow the ISO 14000 standards for the management of water resources and that, moreover, they are not even known by the public managers of the Autonomous Water and Sewage Service (SAAE); c) the SAAE is aware of the waste of water in Parintins/AM and, also, of the financial, social and environmental losses arising from it; d) the financial loss is caused by the absence of water meters installed in most homes in the city; e) Parintins does not follow either Federal or State Laws regarding the management of water resources; f) Smart Water System technologies are alternatives to mitigate water waste in this municipality. As practical implications, this

study serves as an instrument to analyze the management of municipal water systems, in addition to providing alternatives for their sustainable development.

Keywords: Smart Water System; Smart Water Metering; Sustainable Development.

INTRODUÇÃO

A escassez e a qualidade da água estão entre as questões ambientais discutidas na Agenda 2030 da Organizações das Nações Unidas (ONU, 2015) e algumas organizações já compreendem a necessidade de se desenvolver soluções alternativas para a problemática (Mendes, 2013), soluções estas que podem ser estudadas e adaptadas para diferentes contextos.

O acesso à água potável é um direito humano essencial (ONU, 2015) e a crescente demanda para diversos usos e a intensificação da degradação ambiental fez emergir, no Brasil, uma série de ações para a adoção de tecnologias e práticas de uso racional da água e controle de perdas nos sistemas de abastecimento (Andrade Sobrinho & Borja, 2016). Sob o aspecto econômico, as perdas de água nos sistemas de abastecimento público geram desperdício de recursos financeiros, o que normalmente é repassado ao usuário. A redução dos gastos referentes às perdas, de outra forma, propiciaria maior eficiência do sistema, o que pode se materializar no fornecimento de água com custos a menor preço para o consumidor final, ou ainda, os recursos economizados poderiam ser utilizados para realizar melhorias e inovações no próprio sistema (Andrade Sobrinho & Borja, 2016).

Em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 e 11 da Agenda 2030 da ONU, de assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos, e de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros e resilientes, respectivamente, essa pesquisa tem como objetivo analisar a gestão da distribuição da água no município de Parintins/AM. A gestão dos recursos hídricos em Parintins/AM é realizada pela autarquia municipal nominada de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental

A difusão do conceito de desenvolvimento sustentável levou as organizações a repensarem sobre o direcionamento de seus investimentos e os impactos sociais e ambientais gerados por suas operações, além do aspecto econômico (Brüseke, 1995). O pensamento de um desenvolvimento, antes voltado apenas ao nível macroeconômico, também passou a abranger os níveis microeconômico e individual, envolvendo as esferas governamentais e organizacionais (Hall, Daneke & Lenox 2010).

O desenvolvimento sustentável é um processo produtivo e economicamente viável que leva em consideração não somente a eficiência econômica e a maximização do lucro, mas também, a eficiência ecológica, por meio da manutenção das funções do meio ambiente, o que será verificado através dos indicadores de sustentabilidade ambiental. É um novo paradigma que demanda total envolvimento dos atores sociais, pois representa uma nova forma de encarar a natureza e as mudanças necessárias requerem esforços multilaterais dos diversos governos nacionais e mudanças

na formulação, execução e monitoramento das políticas públicas municipais (Moura & Barreto Filho, 2017).

Dessa forma, o desenvolvimento sustentável está baseado em um modelo para o gerenciamento do desenvolvimento de comunidades, nações, regiões e do planeta como um todo, ao garantir o uso eficiente de recursos, o estabelecimento de infraestruturas eficientes, a proteção e a melhoria da qualidade de vida e a criação de novas empresas para o fortalecimento da economia (Presley, Meade & Sarkis, 2007). De outra forma, a sustentabilidade organizacional pode ser vista como a redução de riscos das operações da organização que contribuem para a manutenção de suas operações a longo prazo, ao adotar métodos que resultem na redução de riscos ambientais e outros impactos negativos vinculados ao consumo de recursos nas atividades da empresa (Kemp & Pearson, 2007).

A Gestão ambiental contribui para que as organizações atinjam o objetivo de desenvolvimento sustentável e é definida como uma atividade voltada à formulação de princípios e diretrizes voltados à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões, que têm por objetivo final promover, de forma coordenada, o inventário, o uso, o controle, a proteção e a conservação do ambiente, com o intuito de atingir o objetivo estratégico do desenvolvimento sustentável (Silva, 2014).

Outrossim, a gestão ambiental diz respeito ao conjunto de políticas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde, a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente por meio da eliminação ou mitigação de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida do produto. Dessa forma, envolve as atividades de planejamento e organização do tratamento da variável ambiental pelas instituições, com a finalidade de alcançar metas ecológicas específicas (Seiffert, 2005; Esquivel, 2011; Keunecke, Uhlmann & Pfitscher, 2012).

As preocupações com a produção sustentável não têm sido meramente emocionais ou estereis, entre muitas iniciativas tomadas em referência ao tema, deve-se mencionar a normatização internacional ISO 14000, cujas normas visam resguardar, sob o aspecto da qualidade ambiental, os produtos e os processos produtivos (Milaré, 2007). De acordo com Mendes (2013), a implementação das normas ISO 14000 deve valer-se de planos dirigidos a tomadas de decisões que favoreçam a prevenção de impactos ambientais de caráter compartilhado, tais como contaminação do solo, da água, do ar, da fauna e flora.

2.2 *Smart Water System*

De acordo com os dados do Instituto Trata Brasil, 83,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, no entanto, são quase 35 milhões de pessoas sem o acesso a este serviço básico. A pesquisa feita por este instituto ressalta que em apenas 22 (vinte e dois) dos 100 (cem) maiores municípios do Brasil a população é atendida com 100% da água potável. Um dos fatores que contribui para este cenário é o desperdício de água tanto na distribuição quanto no consumo. Ao distribuir a água para garantir o consumo, os sistemas sofrem perdas na distribuição,

que na média nacional alcança 38,29% de perdas. A região norte, por sua vez, perde em média 55,14% da água potável (Trata Brasil, 2019; ANA, 2019).

No processo de abastecimento de água, por meio de redes de distribuição, podem acontecer perdas do recurso hídrico em decorrência de variadas causas, tais como vazamentos, erros de medição e consumos não autorizados. Essas perdas trazem impactos negativos para o meio ambiente, oriundos do desperdício, e financeiros, devido à oneração do sistema de distribuição, que afeta a sociedade beneficiária (SNIS, 2019).

As perdas no sistema de abastecimento de água se dividem em reais e aparentes (física e não física, respectivamente). As perdas reais estão relacionadas aos vazamentos no sistema, enquanto as perdas aparentes originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas (Garcia et al. 2013). Detalhadamente, o sistema de adução faz o transporte da água pelas tubulações do sistema de abastecimento, nele, muitos problemas da falta d'água de uma determinada região são relacionados aos dois tipos de perdas abordados, as perdas reais quando a água é efetivamente desperdiçada, pois não chega ao usuário, por meio de vazamentos nas redes de distribuição, captação de água, reservatórios e no próprio sistema de adução. As perdas aparentes se referem a erros de medição em hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas, falhas no cadastro e a ausência de medidor no imóvel, nestes casos, a água é consumida, porém não é contabilizada (SENAI, 2005).

De acordo com Silveira (2015), o conceito de *Smart Water System* (Sistema Inteligente de Água) utiliza os avanços nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para o monitoramento do sistema de captação, tratamento e distribuição de água, a partir dos dados obtidos da operação do sistema voltado a obter maior eficiência do próprio sistema e na alocação de recursos. Yang et al. (2018) abordam que o *Smart Water System* integra tecnologias de Inteligência Artificial (AI) e Internet das Coisas (IoT) para transformar dados observados em informações úteis, ou seja, o sistema não apenas fornece dados de monitoramento aos gestores e usuários, mas também permite que eles tomem as medidas necessárias para mitigar os impactos ocasionados pelas perdas de água.

Para Martins et al. (2017) um Sistema Inteligente de Água é capaz de coletar informações, por meio da IoT, utilizando sensores localizados ao longo da rede hídrica. Esses dados são processados por sistemas de Inteligência Artificial (AI) e manipulados por grandes redes de *Big Data* e oferecem um plano de gerenciamento e solução para as perdas e vazamentos. Além da maior eficiência no controle de perdas, prevenção e rápida detecção de fugas, o *Smart Water System* permite ainda o desenvolvimento de melhores práticas de gestão de ativos, aperfeiçoando a eficiência do sistema em áreas emergentes, como na distribuição orientada para a demanda de usuários (Silveira, 2015).

A inclusão de novas tecnologias, no que tange ao sistema de abastecimento de água permitirá, em larga escala, que as empresas gestoras obtenham dados durante todo o processo, que podem ser analisados e processados em tempo real, minimizando custos operacionais (Martins et al., 2017). O sistema de gestão inteligente de água permite que governos, indústrias e serviços públicos de todo o mundo integrem princípios inteligentes (usando as TICs) em suas estratégias urbanas, regionais e nacionais. A aplicação potencial de sistemas inteligentes de gerenciamento de

água é amplo e inclui soluções para a qualidade da água, quantidade, irrigação eficiente, detecção de vazamentos, pressão e fluxo, ecossistemas, inundações e secas (SWM, 2019).

A utilização do *Smart Water System* ainda permite melhorar a situação de muitas redes caracterizadas por infraestruturas degradadas, abastecimentos irregulares, baixos níveis de satisfação dos clientes ou pagamento de contas não proporcionais ao consumo efetivo. O *Smart Water System* pode levar a serviços de água mais sustentáveis, ao reduzir perdas financeiras e ao potencializar modelos de negócios inovadores para servir a população urbana e rural (Hope et al., 2011). Exemplos de ferramentas de gestão inteligente de água são: *Smart Water Metering* (Medição Inteligente de Água); *Smart Pipes* (Tubos Inteligentes); e *Cloud Computing* (Computação na Nuvem) (Hope et al., 2011), cujos conceitos foram sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1

Conceitos de Smart Water Metering, Smart Pipes e Cloud Computing.

Smart Water Metering (SWM)	O <i>Smart Water Metering</i> refere-se a um sistema que mede o consumo ou a captação de água e comunica essas informações de maneira automatizada para fins de monitoramento e cobrança tanto para a empresa fornecedora do serviço quanto para o consumidor (Silveira, 2015). Medidores de água ultrassônicos proporcionam soluções de leitura remota de alto desempenho, monitoramento avançado de pressão e vazamentos, além de análises inteligentes de dados. A medição inteligente é um facilitador para melhorar as relações com os consumidores e otimizar as operações (Kamstrup, 2019).
Smart Pipes	Os <i>Smart Pipes</i> fornecem tecnologias para as cidades gerenciarem com mais precisão os seus sistemas de distribuição de água e identificar os riscos de perda de água (Asín & Boyd, 2011).
Cloud Computing no contexto do SWM	A Computação em Nuvem é ideal para fornecer a infraestrutura para armazenar e executar os serviços do <i>Smart Water System</i> , pois os dados podem ser checados por uma rede de IoT e enviados para a infraestrutura de <i>Cloud Computing</i> , onde os dados podem ser processados utilizando ferramentas de <i>Big Data</i> (Aazam et al., 2014; Chen et al., 2014)

Fonte: adaptado de Asín e Boyd (2011); Aazam et al. (2014); Chen et al. (2014); Silveira (2015); (Kamstrup, 2019).

O setor de água terá um papel significativo no desenvolvimento das *Smart Cities*, o controle e o monitoramento no nível do usuário final por sensores inteligentes são essenciais na obtenção de sustentabilidade e eficiência de recursos. Edifícios inteligentes e serviços inteligentes, bem como a distribuição inteligente de água, estão todos interligados à ao consumo de água pelo usuário (Söderberg & Dahlström, 2017). O *Smart Water System* oferece essencialmente a oportunidade de melhorar o equilíbrio entre o fornecimento do acesso à água potável, o direito de uma entidade gestora receber pagamento por serviços prestados, bem como a responsabilidade conjunta de todos na preservação dos recursos hídricos escassos (Boyle et al., 2013).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Por meio de abordagem qualitativa e entrevistas semiestruturadas com o diretor do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Parintins (SAAE), com a Coordenadora do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e com o subsecretário de Meio Ambiente desta urbe, coletou-se os dados acerca da gestão de recursos hídricos em Parintins/AM. A abordagem qualitativa se justifica

por ela permitir a compreensão da realidade do fenômeno, sem haver necessidade de quantificar essa realidade, considerando as relações estabelecidas pelos sujeitos (Lira, 2014).

As entrevistas foram realizadas por meio de um único roteiro para todos os entrevistados, as falas foram transcritas e analisadas, ao ter como base a revisão da literatura realizada. Além destes registros formais, dois outros funcionários do SAAE foram entrevistados, contudo, a pedido deles, as entrevistas não foram gravadas, pois os funcionários relataram ter receios de fornecerem informações, por ocuparem cargos comissionados na referida autarquia.

A entrevista semiestruturada aprofunda-se em um fenômeno ou uma questão específica por meio de um roteiro de pontos a serem contemplados durante a entrevista, permitindo, de acordo com o desenvolvimento da entrevista, formular questões não previstas inicialmente (Fiorentini & Lorenzato, 2012). As entrevistas foram analisadas por meio da técnica análise de conteúdo clássica, que consiste em “Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (Bardin, 2009, p.42).

DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Com a finalidade de se atingir o objetivo proposto, primeiramente buscou-se identificar se o SAAE possuía algum planejamento de gestão, quem são os responsáveis por sua formulação e como é o processo de tomada de decisões na autarquia. Apercebeu-se que o SAAE possui um planejamento formal de área, no entanto, não possui planejamento estratégico, por meio do qual haja possibilidade de acompanhamento e gestão de todas as áreas da autarquia de forma integrada. Ademais, o planejamento das áreas do SAAE é centralizado apenas no seu diretor, sem a possibilidade, por exemplo, de um planejamento estratégico participativo. O planejamento participativo envolve todos os tipos de planejamento existentes na administração (Dias, 2017) e, a partir dele, todos os membros do SAAE poderiam contribuir para o melhor funcionamento da autarquia, mormente quando da identificação de problemas e possíveis soluções, com é o caso do desperdício de água.

O SAAE tem uma estrutura muito enxuta, temos apenas a figura do diretor e vice-diretor no caso. Fica centralizado no diretor todas as tomadas de decisão e a questão do planejamento também, tudo fica centralizado no diretor (Diretor do SAAE).

Outra questão discutida foi em relação aos recursos e competências necessários para que se tenha uma gestão da água eficiente no município de Parintins/AM, e uma das demandas apresentadas foi concernente aos recursos financeiros, pois a autarquia não possui os recursos necessários para que se tenham os investimentos na melhoria dos serviços oferecidos a população, assim como na capacitação de seus profissionais. A problemática influencia diretamente na qualidade do produto oferecido, ou seja, a água.

Hoje nós precisamos realmente investir, fazer novos investimentos principalmente em relação ao tratamento da água, nós não temos um tratamento da forma que deveria ser efetivado, esse tratamento está sendo feito ainda de forma precária e nós precisamos buscar outras alternativas (Diretor do SAAE).

A partir da afirmação do entrevistado, foi questionado se a autarquia utiliza indicadores para medir e acompanhar o nível de perdas, como também a qualidade da água. Como resposta, obteve-

se que o SAAE contratou o Serviço Geológico do Brasil para realizar um estudo acerca da qualidade da água em Parintins. Não obstante não ter sido destacado os indicadores de qualidade, os resultados apontaram para a presença de metais pesados e coliformes fecais na água, o que indica a não aptidão da água da cidade para o consumo humano. O serviço contratado não abrange o mapeamento do desperdício.

No que se refere ao conhecimento do SAAE, IPAAM e Secretaria de Municipal de Meio Ambiente sobre se há desperdício de água no sistema de abastecimento de Parintins, ficou evidenciado que sim, que há a desperdício de água no sistema e que este desperdício é de conhecimento das instituições anteriormente mencionadas, no entanto, os entrevistados destacaram o desperdício apenas em relação ao consumo indiscriminado de água pela população e alegaram não ter conhecimento quanto ao desperdício oriundo da infraestrutura de distribuição, mas que têm a intenção de realizar investimentos para identificar essa problemática.

Uma das causas apontadas para o desperdício de água por parte da população se dá pela deficiência do SAAE de gerenciar e monitorar o consumo de água da população, pois a água no município de Parintins/AM é paga, preponderantemente, por meio de uma taxa fixa, ou seja, o usuário não paga realmente o que consome, tanto para mais ou para menos.

Sim nós temos desperdício principalmente, porque nós temos das dezoito mil ligações que nós temos hoje ativas apenas duas mil possui o sistema de hidrômetro, então a maioria é cobrada através do sistema de taxação e esse sistema é muito prejudicial, esse é um problema sério que a gente precisa atacar porque as pessoas como tem uma taxa única não se preocupam realmente com a questão de realmente fazer o controle do desperdício de evitar o desperdício, eu tô pagando um valor "X" eu posso jogar fora água a vontade e isso não vai me causar nenhum prejuízo o que é um grande engano (Diretor do SAAE).

A população só se preocupa com a água no momento quando ela falta, a maior preocupação da população infelizmente é quando ela falta, mas ela não tá preocupada em relação ao desperdício (Coordenadora do IPAAM).

A gente percebe ainda que as pessoas não têm a responsabilidade ainda social e ambiental, a água que é desperdiçada em determinadas residências, vão faltar em outras e mais a água que está sendo desperdiçada é uma água tratada e isso traz um prejuízo muito grande a autarquia o SAAE (Subsecretário de Meio Ambiente).

Quanto as perdas de água da infraestrutura, tanto as reais quanto as aparentes, conforme considerações de Gonçalves & Lima (2005), apercebeu-se que o SAAE tem buscado mecanismos para solucionar esses gargalos, como a realização de treinamentos junto aos funcionários da autarquia, para que haja entendimento da infraestrutura de distribuição de água, como também foi realizada a aquisição da tecnologia *Geofone*, aparelho que possibilita a amplificação dos ruídos produzidos pelos vazamentos, captando-os nas várias frequências possíveis e tornando perceptíveis aos seres humanos, possibilitando a localização de vazamentos (Zaniboni, 2009).

Nós temos trabalhado neste sentido, trouxéssemos uma empresa do Rio Grande do Sul, que fez um treinamento com o nosso pessoal, adquirimos o *Geofone* que é um aparelho onde você pode através da escuta do solo você pode detectar vazamento, detectar o famoso gato, nós começamos a investir tanto na capacitação do nosso pessoal, como na aquisição de novos equipamentos, mas não na velocidade na proporção que a situação exige (Diretor do SAAE).

Uma alternativa para solucionar a questão das perdas de água é a utilização do *Smart Water Metering*, uma tecnologia comumente utilizada nas *Smart Cities* (Silveira, 2015), contudo, o sistema

de abastecimento de água de Parintins não conta sequer com hidrômetros em todas as residências, situação que potencializa as perdas de água, tanto físicas quanto aparentes, e dificulta a migração para a tecnologia do *Smart Water Metering*. Não bastasse a dificuldade técnica, ainda há a dificuldade financeira, haja vista a necessidade de investimentos de capital para adequar a infraestrutura de distribuição de água na municipalidade. Naturalmente entende-se como investimento essa adequação, haja vista que se teria lisura no processo de cobrança da água para os cidadãos, bem como haveria o controle do consumo da cidade, dados básicos para se começar a pensar em um sistema inteligente de gestão da água.

Sim nós temos desperdício principalmente, porque nós temos das dezoito mil ligações que nós temos hoje ativas apenas duas mil possui o sistema de hidrômetro (Diretor do SAAE).

Nós já fizemos um estudo com relação à implantação de hidrômetro em toda a cidade, mas é um processo muito caro, nós precisaríamos investir cerca de quatro milhões de reais para fazer todo esse trabalho e o SAAE não dispõe desse valor (Diretor do SAAE).

O controle do desperdício parte de instrumento, como é que eu posso fazer o controle? No caso do SAAE, colocando os hidrômetros (Coordenadora do IPAAM).

Uma das saídas para conter um pouco a questão do desperdício seria a instalação de hidrômetros nas residências e hoje as pessoas pagam pouco a água porque são taxadas, o ideal seria que tivessem hidrômetros em cada residência para que cada um pagasse aquilo que é consumido (Subsecretário de Meio Ambiente).

Quanto aos prejuízos ocasionados pelas perdas de água, no que se refere aos impactos ambientais, econômicos e sociais, elaborou-se o Quadro 2, abaixo.

Quadro 2

Impactos ambientais, econômicos e sociais do desperdício de Água

Ambiental	No âmbito ambiental, perdas de água representam um desperdício dos recursos hídricos. No contexto de corpos de água em face da crescente demanda com os atuais padrões de consumo, as perdas são um risco ao equilíbrio dos ecossistemas locais (Kanakoudis et al., 2011).
Econômico	No aspecto econômico, considera-se que o custo da água tratada é efetivamente composto de vários itens (gastos com produtos químicos, energia para tratamento da água, investimentos na implantação da rede de adução e distribuição de água, e custo com a mão de obra para operação), as perdas de água representam custos operacionais significativos (Saz-Salazar et al., 2016).
Social	No aspecto social, altos indicadores de perdas de água podem representar indiretamente riscos à saúde pública, visto que uma rede com falhas físicas, sob baixa pressão ou fornecimento intermitente, pode ser exposta às intrusões de patógenos e contaminantes químicos que afetam a qualidade da água (Marchis et al., 2016).

Fonte: adaptado de Kanakoudis et al., 2011; Saz-Salazar et al., 2016; Marchis et al., 2016.

Em concordância com Kanakoudis et al. (2011), os impactos ambientais identificados nesta pesquisa referem-se à limitação de acesso aos recursos hídricos, como citado pelo diretor do SAAE, cada vez que se desperdiça água, mas seu acesso se torna dificultoso e isto afeta o abastecimento da população.

Imaginasse que estamos aqui no aquífero Alter do Chão, são mais de quinhentos bilhões de litros disponível de água, então se imagina que nunca vai acabar eu acredito realmente que nunca vai acabar a água, mas ela vai ficar mais difícil de acessar, esse é um prejuízo um impacto ambiental muito negativo (Diretor do SAAE).

Concernente aos impactos sociais, os indicadores de perdas de água representam riscos à saúde pública, como abordado no Quadro 4. Outro fator elencado foi que a água perdida no município possibilita acúmulo de água residuais nas vias públicas, o que potencializa a proliferação de mosquitos que transmitem doenças.

Água corre a céu aberto, isso traz prejuízos da água acumulada proliferando doenças como *Aedes Aegypti* traz a dengue, esse também é um impacto que nós temos. (Diretor do SAAE). No aspecto econômico, altos custos operacionais são incorridos para distribuição e tratamento de água, assim, os prejuízos da autarquia se dão pelo fato de que a população não paga pela água na proporção do seu consumo, o que faz com que o SAAE tenha uma receita mínima, que é suficiente apenas para manter o serviço de abastecimento de água funcionando. Em relação aos problemas anteriormente identificados, os principais desafios para reduzir o desperdício de água são, dessa forma, investimentos na infraestrutura do SAAE, por meio da instalação de hidrômetros inteligentes em todas as residências do município, com vias de aumentar a arrecadação da autarquia, para que se possa iniciar o processo de controle do consumo e, posteriormente, viabilizar a integração com as tecnologias abordadas nos Quadros 1 e 3.

O que temos que fazer é investimento né, nós precisaríamos colocar o hidrômetro em todas as nossas ligações para que a gente tivesse um controle efetivo e aumentar a nossa receita (Diretor do SAAE).

Em relação as certificações internacionais como, por exemplo, a ISO 14000, certificação que regulamenta os sistemas de gestão ambiental, e a ISO 24516, que especifica boas práticas operacionais para gerenciamento dos ativos hídricos, foi constatado que o SAAE, não segue as suas recomendações e sequer tem conhecimento destas normas.

Embasado na Agenda 2030, questionou-se acerca das ações adotadas pela autarquia voltada para o alcance do ODS 6, que tem como objetivo a gestão sustentável da água. Foi apontada a ideia da implantação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA). A instalação de uma ETA, no município, seria uma solução tanto para a melhoria da qualidade da água quanto para sua escassez, por meio de procedimentos técnicos de purificação da água e do seu reaproveitamento. Naturalmente, a não existência da ETA é um indicador negativo para a gestão da água no município de Parintins/AM e para a saúde pública da municipalidade.

Incluímos no PPA de 2018 a 2021, nós incluímos a implantação de uma ETA no município de Parintins, a gente não pode mais imaginar apenas captar água do subsolo, nós temos que partir da água mais sustentável aproveitar a água rio Amazonas é mais barato que o tratamento da água do Rio Negro e eu não sei por que até hoje não foi implantado no município uma estação de tratamento de água (Diretor do SAAE).

Ainda sobre Agenda 2030, outro ponto levado em consideração foi sobre como a gestão eficiente da água pode contribuir para o alcance do ODS 11, que visa tornar as cidades locais inclusivos e sustentáveis. Assim sendo, foi questionado a respeito do conhecimento dos sujeitos da pesquisa acerca das *Smart Cities*. O gestor do SAAE comentou que tem algum conhecimento a respeito do tema, contudo, considera um investimento apenas para grandes cidades e que o município de Parintins não dispõe de recursos para essas tecnologias, principalmente o SAAE. De outra forma, ressalta-se que uma *Smart City* não se baseia apenas em avanços tecnológicos, mas sim na promoção do desenvolvimento socioeconômico e social, para que se alcance o desenvolvimento sustentável (Colldahl, Frey & Kelemen, 2013).

Sim, ouvi falar de alguma coisa sim, tenho algum conhecimento é um investimento pra grandes cidades a questão no nosso município para a gente chegar a esse ponto eu creio que demora um pouco porque demanda investimento para a gente chegar a essa nova tecnologia (Diretor do SAAE).

Sobre a adoção do sistema de *Smart Water System* em Parintins, percebeu-se que o município, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, articula uma parceria com a organização Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI), uma rede global de mais de 1.750 governos locais e regionais comprometidos com o desenvolvimento urbano sustentável, ativos em mais de 100 países, que tem como objetivo influenciar a política de sustentabilidade e impulsionar ações locais para o desenvolvimento sustentável (ICLEI, 2019). Esta parceria tem o potencial de ajudar o SAAE a aperfeiçoar a gestão dos recursos hídricos municipais, já que um dos projetos desenvolvidos pelo ICLEI, é Gestão Integrada de Água nas Cidades do Futuro, projeto que já foi executado no município de Belo Horizonte de 2006 a 2011 (ICLEI, 2019).

O projeto consiste na formulação de um planejamento estratégico de acordo com as particularidades locais levando em consideração os aspectos sociedade, espaço, meio ambiente, tempo e economia, para que se possa implementar soluções sustentáveis como abastecimento de água sustentável, manejo de águas pluviais e esgotamento sanitário (ICLEI, 2019). Para a implantação do *Smart Water System*, o governo municipal ainda busca a implementação de um sistema inteligente de água adotado em uma cidade do estado do Rio de Janeiro, que tem uma população semelhante à de Parintins, e que seu modelo de distribuição e abastecimento de água poderia ser adotado pelo SAAE.

Sim, já ouvir falar bastante é um sistema que tentou se implementar em Manaus que a gente ainda não viu avançar bastante, hoje nós estamos entrando em contato com o ICLEI, que é uma organização mundial que está em mais de 160 países, foi uma conversa com o Ministério Público, nós não tínhamos esse conhecimento, eles dão assessoria para ações que possam ser feitas pelo município para que se possam melhorar as suas atividades nessa questão das Cidades Inteligentes (Subsecretário de Meio Ambiente).

Nós já estivemos conversando com o prefeito Bi onde fez uma visita a uma cidade do Rio de Janeiro onde eles utilizam um sistema de abastecimento e distribuição inteligente, com esse tipo de sistema, você acaba detectando onde há vazamento e ainda pode acompanhar o teu consumo e qual período você consome mais água e trabalhar isso (Subsecretário de Meio Ambiente).

A diretora do IPAAM comentou que o *Smart Water System* é uma alternativa viável para o aperfeiçoamento da gestão do SAAE. Mesmo diante da consideração de que os aspectos das *Smart Cities* são voltados para grandes centros urbanos, pelo diretor do SAAE, as iniciativas das *Smart Cities* são essenciais ao desenvolvimento de infraestruturas urbanas, pois engloba o ecologicamente correto, o socialmente justo e o economicamente viável, e podem ser adaptadas para os menores centros urbanos. Outrossim, pode-se destacar como fator positivo, o conhecimento básico dos entrevistados sobre *Smart Cities*, e como as inovações provenientes das cidades inteligentes podem contribuir com o crescimento do município de Parintins/AM, o que reforça a urgência se adotar projetos que potencializam a inclusão de tecnologias inovadoras como as de sistemas inteligentes de água.

Por fim, ressalta-se que a não identificação de vazamentos de água do sistema de abastecimento de Parintins, pela ausência de tecnologia operante para tal, bem como o não seguimento de normas para a gestão dos recursos hídricos desdobram-se em impactos ambientais,

resultantes do desperdício da água e de sua contaminação. Naturalmente, ambos impactos ambientais refletem em problemas sociais, haja vista a elevação nos custos operacionais de prestação do serviço de distribuição de água, que onera o custo da água tanto para a municipalidade quanto para os cidadãos, e o consumo de água contaminada pela população, respectivamente. De mais a mais, os erros de medição, ou melhor, a não medição do consumo de água na maioria das residências desta municipalidade, somado ao consumo clandestino, tornam a prestação do serviço de fornecimento de água mais custoso, recuo econômico oriundo da não conformidade do sistema, similar às considerações de Hope et al. (2011), Silveira (2015), Martins et al. (2017) e Yang et al. (2018) ao abordarem a gestão da água sob a égide do desenvolvimento sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou a gestão da distribuição da água no município de Parintins/AM. Primeiramente, identificou-se que há desperdício de água no município, mormente devido ao desperdício pela população, haja vista o pagamento pelo serviço de água na municipalidade ser, preponderantemente, por meio de uma taxa fixa, em vez de proporcional ao consumo. Outra fonte de desperdício são os vazamentos na infraestrutura do sistema de distribuição, que apesar de se ter adquirido uma tecnologia capaz de monitorá-los, o que favoreceria o seu reparo, ainda não está em plena operação.

O desperdício da água acarreta problemas de eficiência operacional e financeira, haja vista ser necessária maior captação de água para atender a demanda da população, dado as perdas operacionais, tanto de consumo exacerbado quanto de vazamentos, o que onera a prestação do serviço, com consequentes prejuízos financeiros para o SAAE. Além disso, a problemática, no aspecto ambiental, é verificada na proporção do maior consumo de um recurso natural essencial a vida, cuja possibilidade de escassez já foi extensamente abordada na literatura, como em Mendes (2013). No aspecto social, pela população de Parintins não ser impactada, diretamente, pelo maior custo do serviço de gestão da água, destaca-se que os vazamentos apresentam risco à saúde pública, pela possibilidade de exposição da água a patógenos, conforme considerado por Marchis et al. (2016), e devido a proliferação de mosquitos vetores de doenças, quando dos vazamentos nas vias públicas.

As soluções apontadas na literatura para os dois problemas anteriormente apresentados são a instalação de medidores inteligentes nas residências, que fornecem informações acerca do consumo de água tanto para os consumidores quanto para a organização prestadora do serviço, o que resolveria o problema da medição e da cobrança do consumo de água, e a adoção de tecnologias de monitoramento de vazamento, por meio de um *Smart Water System*, integrado com Tecnologias da Informação e Comunicação, conforme abordado por Hope et al. (2011), Boyle et al. (2013) e Kamstrup (2019). Ainda enquanto soluções para a gestão da distribuição da água em Parintins, sugere-se que o SAAE adote as normas de conformidade ISO 14000 e ISO 24516 para a gestão da água.

Apercebeu-se, também, que é de conhecimento da Administração Pública os prejuízos ambientais, econômicos e sociais oriundos do desperdício da água na municipalidade, o que torna

ainda mais urgente a adoção de medidas para sua mitigação e ou eliminação, com vista a alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas, abordados na Agenda 2030. Como sugestão de pesquisa futura, sugere-se a identificação de quantos são os municípios brasileiros, por região, cujo serviço de gestão da água é cobrado por meio de taxa única e o que os levam a adotar esse modelo. No caso analisado, a justificativa para adoção da taxa em vez da cobrança pelo efetivo consumo é a falta de recursos financeiros para a instalação de um sistema de mensuração do consumo.

Por fim, destaca-se que a análise da qualidade da água de Parintins não era foco desta pesquisa, não obstante, identificou-se, a partir das entrevistas, que não há uma Estação de Tratamento de Água no município e que a água está contaminada com metais pesados e coliformes fecais, sendo, dessa forma, inapta ao consumo, o que é outro empecilho ao desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS

- Aazam, M., Khan, I., Alsaffar, A. A., & Huh, E. N. (2014). Cloud of Things: Integrating Internet of Things and cloud computing and the issues involved. In *Proceedings of 2014 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology (IBCAST) Islamabad, Pakistan, 14th-18th January, 2014* (pp. 414-419). IEEE.
- ANA. (2019). *Agência Nacional da Água*. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>.
- Andrade Sobrinho, R., & Borja, P. C. (2016). Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(4), 783-795.
- Asín, A., & Boyd, M. (2011). *Smart Water: pipe control to reduce water leakages in Smart Cities*. Obtido de Libelium World: http://www.libelium.com/smart_water_wsn_pipe_leakages/.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições, 70, 225.
- Boyle, T., Giurco, D., Mukheibir, P., Liu, A., Moy, C., White, S., & Stewart, R. (2013). Intelligent metering for urban water: A review. *Water*, 5(3), 1052-1081.
- Brüseke, F. J. (1995). O problema do desenvolvimento sustentável. *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez.
- Chen, C., Raj, H., Saroiu, S., & Wolman, A. (2014). cTPM: A cloud {TPM} for cross-device trusted applications. In *11th Symposium on Networked Systems Design and Implementation (14)*.
- Colldahl, C., Frey, S., & Kelemen, J. E. (2013). Smart cities: Strategic sustainable development for an urban world. *Sweden: School of Engineering, Blekinge Institute of Technology*.
- Dias, R. (2017). *Gestão pública: Aspectos atuais e perspectivas para atualização*. São Paulo: Atlas.
- Esquivel, B. M. (2011). *Gestão Ambiental*. Tubarão: Unisul.
- Florentini, D., & Lorenzato, S. (2012). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados.

- Garcia, E. H., Lima, G., Ghisleni, G., Daronco, G. C., & Dalmas, R. R. O. (2013). Sistema de Abastecimento de água. Estudo de caso: Redentora-RS. *II Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Civil*.
- Gonçalves, E., & Lima, C. (2005). "Guia Prático Para Controles de Pressão na Rede operação de válvulas reguladoras". Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Programa Nacional de Combate Ao Desperdício de Água – PNDCA. Documentos Técnicos de Apoio. Brasília, DF.
- Hall, J. K., Daneke, G. A., & Lenox, M. J. (2010). Sustainable development and entrepreneurship: Past contributions and future directions. *Journal of Business Venturing*, 25(5), 439-448.
- Hope, R., Foster, T., Money, A., Rouse, M., Money, N., & Thomas, M. (2011). *Smart Water Systems*. Oxford: Oxford University.
- ICLEI. (2019). *Governos Locais pela Sustentabilidade*. Disponível em: << <https://www.iclei.org/>>>.
- Kamstrup. (2019). *Intelligent solutions for water utilities*. Disponível em: <https://www.kamstrup.com/en-en/water-solutions>.
- Kanakoudis, V., Tsitsifli, S., Samaras, P., Zouboulis, A., & Demetriou, G. (2011) Developing appropriate performance indicators for urban water distribution systems evaluation at Mediterranean countries. *Water Utility Journal*. n. 1, p. 31-40.
- Kemp, R., & Pearson, P. (2007). Final report MEI project about measuring eco-innovation. *UM Merit, Maastricht*, 10(2), p. 1-120.
- Keunecke, G. R., Uhlmann, V. O., & Pfitscher, E. D. (2012). Análise da sustentabilidade ambiental de uma instituição de ensino segundo o sistema contábil gerencial ambiental-Geração 2. *Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL*, 5(3), 179-198.
- Lira, B. C. (2014). *O passo a passo do Trabalho Científico*. Petrópolis.
- Marchis, M. de, Fontanazza, C. M., Freni, G., Notaro, V., & Puleo, V. (2016). Experimental evidence of leaks in elastic pipes. *Water Resources Management*, 30(6), 2005-2019.
- Martins, A. B., Da Costa, C. C. R. C., De Azevedo, M. T., & Kofuji, S. T. (2017). Gerenciamento da água com a internet das coisas (IOT): uma aplicação em plantas de saneamento. *Collectivus, Revista de Ciências Sociais*, 4(2), 124-140.
- Mendes, J. C. (2013). *Gestão Ambiental: Estudo sobre a gestão do uso da água subterrânea vinculado à lei das águas nº9433/97*.
- Milaré, É. (2007). *Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário*. Editora Revista dos Tribunais.
- Moura, R. S. C., & Barreto Filho, B. (2017). Políticas públicas para a promoção do desenvolvimento sustentável na cidade de Rafael Fernandes-RN. *Revista Geotemas*, 7(2), 17-44.
- ONU. (2015). Organização das Nações Unidas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.
- Presley, A., Meade, L., & Sarkis, J. (2007). A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: a reverse logistics illustration. *International Journal of Production Research*, 45(18-19), 4595-4620.

- Saz-Salazar, S. del, García-Rubio, M. A., González-Gómez, F., & Picazo-Tadeo, A. J. (2016). Managing water resources under conditions of scarcity: on consumers' willingness to pay for improving water supply infrastructure. *Water Resources Management*, 30(5), 1723-1738.
- Seiffert, M. E. B. (2005) ISO 14001: *Sistemas de Gestão Ambiental*. São Paulo: Atlas.
- SENAI (2005) *Programa de capacitação das lojas de atendimento da CEDAE e qualidade em serviços de vistoria*. Rio de Janeiro.
- Silva, M. (2014) Estudo de caso do projeto de implementação do sistema de gestão ambiental fundamentada na NBR ISO 14001(2008) em uma indústria de plástico flexível. *II Simpósio Internacional de Gestão de Projetos*.
- Silveira, A. T. Z. N. (2015). Importância dos sistemas inteligentes de água nas cidades para a eficiência do serviço. *Técnico Lisboa* (Dissertação de Mestrado. Lisboa-Portugal).
- SNIS. (2019). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento*. Disponível em:<< <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>>.
- Söderberg, A., & Dahlström, P. (2017). *Turning smart water meter data into useful information: a case study on rental apartments in södertälje*.
- SWM. (2019). *Smart Water Meter*. Disponível em: << <https://sensus.com/internet-of-things/smart-water/>>>.
- Trata Brasil. (2019) Disponível em:<https://http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/11/16/perdas-de-agua-causa-e-consequencias/>
- Yang, T. H., Yang, S. C., Kao, H. M., Wu, M. C., & Hsu, H. M. (2018). Cyber-physical-system-based smart water system to prevent flood hazards. *Smart Water*, 3(1), 1-13.
- Zaniboni, N. (2009). *Equipamentos e metodologias para o controle e redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).