UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FABIO ROBERTO SCIAMANA

**Propostas de melhorias para o sistema de abastecimento
de água: estudo de caso com base em processos de
negócios no município de Rio Claro/SP.**

Pirassununga
2020

FABIO ROBERTO SCIAMANA

**Propostas de melhorias para o sistema de abastecimento
de água: estudo de caso com base em processos de
negócios no município de Rio Claro/SP.**

(VERSÃO CORRIGIDA)

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências, com ênfase em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Orientador: Prof. Dr. Celso da Costa Carrer

Pirassununga
2020

Ficha Catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Informação,
FZEA/USP, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S416p Sciamana, Fábio Roberto
Propostas de melhorias para o sistema de abastecimento de água: estudo de caso com base em processos de negócios no município de Rio Claro/SP / Fábio Roberto Sciamana ; orientador Celso da Costa Carrer. -- Pirassununga, 2020. 81 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Água. 2. Gerenciamento de Processos de Negócios. 3. PSA. I. da Costa Carrer, Celso, orient.
II. Título.

FABIO ROBERTO SCIAMANA

**Propostas de melhorias para o sistema de
abastecimento de água: estudo de caso com base em
processos de negócios no município de Rio Claro/SP.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências, com ênfase em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Data de aprovação: 27/11/2020

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Celso da Costa Carrer – FZEA/USP – Orientador (Presidente da banca)

Prof. Dr. João Augusto Cardoso – UNIP (membro interno ao Programa)

Dr. Ricardo Firetti – APTA/SAASP (membro externo ao Programa e à USP)

Profa. Dra. Tamara Maria Gomes – FZEA/USP (membro externo ao Programa)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação, em especial, à minha esposa Alessandra, minha maior incentivadora, que não mediu esforços para que fosse possível e tornasse realidade esse sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus que sendo onisciente compreendeu minhas necessidades, sendo onipotente concedeu-me as forças que precisava, sendo onipresente sempre este ao meu lado, auxiliando-me na conclusão deste estudo que se constitui em uma etapa de grande importância para minha vida pessoal e profissional.

À minha esposa Alessandra que sempre esteve presente para me amparar e ajudar a levantar. Quando caí você me levantou. Quando chorei de rir, você riu comigo. Em novos desafios, você esteve ao meu lado dando-me coragem. E sempre que precisei desabafar ou, simplesmente, de companhia, você esteve disponível para mim. Hoje, quero agradecer-te por tudo isso e muito mais. Por ser quem é, por existir na minha vida, por ser essa pessoa tão especial. Sou muito mais feliz e minha vida é mais fácil porque você existe e, por isso, você tem minha gratidão e amor eterno. Te amo.

Aos meus filhos também de modo especial, Arthur e Lara, as maiores bênçãos em minha vida, permitindo ao lado da mulher que mais amo nessa vida, formarmos nossa família. Minha família, nossa família, nosso maior alicerce. Amo muito vocês!!!

Ao meu professor e orientador, Dr. Celso da Costa Carrer, que aplicando sua sabedoria, proferiu os direcionamentos essenciais para a realização e melhoria desta dissertação, transmitiu conhecimentos importantes para meu crescimento pessoal, intelectual e profissional, além de ter sido um incentivador no transcurso desta caminhada de aprendizagem.

Ao corpo Docente da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos na área de concentração, Gestão e Inovação na Indústria Animal, que pela competência e capacidade, soube repassar os conteúdos fundamentais para a minha formação neste curso.

Aos colegas de classe pela convivência no período de estudos e compartilhamento de opiniões, consolidaram um vínculo de amizade.

À CAPES, pelo apoio recebido na avaliação do Programa.

E, finalmente, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, participaram e contribuíram para o alcance deste título. Sempre vão estar em minha memória a quem deixo meu muito obrigado.

*Não podemos prever o futuro, mas podemos
criá-lo.*

Peter Drucker

RESUMO

SCIAMANA, F. R. **Propostas de melhorias para o sistema de abastecimento de água: estudo de caso com base em processos de negócios no município de Rio Claro/SP**. 2020. 81 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Inovação na Indústria Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

A água constitui-se como elemento essencial à vida, no entanto, para o consumo humano e animal é de fundamental importância que seja potável, para que se tenha segurança alimentar. Nem sempre a água encontrada na natureza está em condições de consumo para saciar a sede. É preciso, portanto, passar pelo tratamento apropriado para estar com qualidade. Esse processo é desempenhado por um sistema de abastecimento de água, que nas cidades é de competência do poder público que institui autarquias específicas para essa finalidade. O desenvolvimento deste estudo foi orientado pelo objetivo geral que expressava avaliar o impacto da qualidade da água e suas consequências para o consumo humano e animal, tomando-se como base o SAA do DAAE de Rio Claro, além de apresentar propostas de melhorias para o sistema. Aplicou-se o método de pesquisa que se evidenciou como bibliográfico, documental, aplicado, com predomínio de descritivo, além de ser qualitativo e quantitativo. Desta forma, foi possível colher informações úteis sobre plano de segurança da água, plano de gestão, processos de negócios e também a respeito do cenário realístico do sistema de abastecimento de água do município de Rio Claro. Os processos de negócios evidenciaram-se como ferramentas inovadoras e estratégicas para perceber as operações de negócio, não se prendendo ao formato tradicional de funcionamento, mas demonstrando uma visão ampla para organização das atividades e tarefas com expectativa de otimização dos recursos e elevação do nível de eficiência, por meio de instituições de cenários produtivos. Também pode-se aludir que as propostas de ações de melhorias foram consistentes e concentraram expectativas de resultados positivos.

Palavras-chave: Água, Plano de segurança da água, Processos de negócios.

ABSTRACT

SCIAMANA, F. R. ***Proposals for improvements to the water supply system: case study based on business processes in the municipality of Rio Claro/SP.*** 2020. 81 s. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Water is an essential element of life, however, for human and animal consumption it is of fundamental importance that it is drinkable, in order to have food security. The water found in nature is not always able to consume to quench thirst. Therefore, it is necessary to undergo the appropriate treatment to be of quality. This process is performed by a water supply system, which in the cities is the responsibility of the government that establishes specific municipalities for this purpose. The development of this study was guided by the general objective that expressed to evaluate the impact of the quality of the water and its consequences for the human and animal consumption, taking as basis the SAA of the DAAE of Rio Claro, besides presenting proposals of improvements for the system . The research method was applied, which became evident as bibliographic, documentary, applied, with a predominance of descriptive, in addition to being qualitative and quantitative. In this way, it was possible to gather useful information about the water security plan, management plan, business processes and also about the realistic scenario of the water supply system in the municipality of Rio Claro. Business processes proved to be innovative and strategic tools to understand business operations, not being tied to the traditional operating format, but showing a broad vision for organizing activities and tasks with the expectation of optimizing resources and raising the level of efficiency, through institutions of productive scenarios. It can also be said that the proposals for improvement actions were consistent and concentrated expectations of positive results.

Keywords: Water, Water security plan, Business processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos do plano de segurança da água	22
Figura 2 – Fluxograma simplificado de tratamento convencional.....	26
Figura 3 – Fluxograma dos procedimentos para realização da dissertação.....	41
Figura 4 – Matriz de priorização em processos	43
Figura 5 – Organograma da alta direção do DAAE	48
Figura 6 – Organograma da diretoria técnica	48
Figura 7 – Mapa da expansão urbana do município de Rio Claro.....	51
Figura 8 – Tipologias das informações levantadas.....	56
Figura 9 – Matriz de priorização das ações	65
Figura 10 – Fluxograma para implementação de atividades	71
Figura 11 – Formação da equipe para implementação do PSA	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esquema conceitual para desenvolvimento do PSA	27
Quadro 2 – Matriz de efeitos provocados por eventos adversos.....	30
Quadro 3 – Resumo dos dados das unidades operacionais do SAA	59
Quadro 4 – Ações necessárias.....	63
Quadro 5 – Classificação das ações conforme o grau de impacto e probabilidade ..	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Projeção do consumo médio diário de água	52
Tabela 2 – Histórico de produção e índice de perdas	57
Tabela 3 – Estimativa do custo de produção em 2018	58
Tabela 4 – Composição dos volumes totais apurados pelo balanço hídrico.....	60
Tabela 5 – Composição dos volumes perdidos	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPMP	Association of Business Process Management Professionals
ANA	Agência Nacional de Águas
BPM	<i>Business Process Management</i>
CBOK	<i>Common Body of Knowledge</i>
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DAAE	Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro
DMC	Distritos de Medição de Controle
ETA	Estação de Tratamento de Água
IAP	Índice de Qualidade da Água Bruta para Fins de Abastecimento Público
IB	Índice de Balneabilidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice de Estado Trófico
IFAC	International Federation of Accountants
IQA	Índice de Qualidade das Águas
IVA	Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática
IWA	International Water Association
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PCP	Plano de Combate às Perdas
PDA	Plano Diretor de Água
POP	Procedimento Operacional Padrão
PSA	Planos de Segurança da Água
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEREC	Serviços de Engenharia Consultiva
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento
SQL	Setor/Quadra/Lote
UNESP	Universidade do Estado de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
WHO	World Health Organization's

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E HIPÓTESE.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 Aspectos Conceituais no Plano de Segurança da Água.....	20
3.2 Definição de Metas e Objetivos de Saúde	24
3.3 Planos de Gestão.....	28
3.3.1 Procedimentos para gestão em condições excepcionais	29
3.3.2 Método de priorização da mitigação do risco.....	31
3.4 Processos de Negócios	32
3.4.1 Gestão dos processos de negócios.....	33
3.4.2 Modelagem dos processos de negócios.....	35
4 MÉTODO DE PESQUISA.....	38
4.1 Caracterização e Delimitação da Pesquisa.....	39
4.2 Estratégia para análise dos dados	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 Ambiente de Estudo	47
5.2 Plano Diretor de Água	50
5.3 Plano de Combate às Perdas.....	55
5.3.1 Análise dos dados	56
5.3.2 Diagnóstico operacional.....	59
5.3.3 Proposição de ações para melhoria do negócio	62
5.3.3.1 <i>Classificação das ações</i>	<i>63</i>
5.3.3.2 <i>Propostas de melhorias.....</i>	<i>67</i>
5.3.3.3 <i>Fluxograma para implementação de atividades de melhoria.....</i>	<i>71</i>
5.4 Plano de Segurança da Água.....	72
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), entidade sanitária pan-americana que representa a Organização Mundial da Saúde (OMS), por meio do documento intitulado “Água e Saúde”, procurou enfatizar a água como sendo de extrema necessidade à vida com influência de modo direto na saúde, na qualidade de vida e no desenvolvimento das pessoas. Destacou que para a OMS, todo ser humano em qualquer fase da vida e condição socioeconômica possui o direito a suprir suas necessidades, de forma adequada, com água potável e segura (OPAS/OMS, 2001).

Nesse mesmo informe, a OPAS/OMS (2001) esclarece que “segura”, nessa argumentação, representa uma disponibilidade de água que não repercuta um risco expressivo à saúde, em volume adequado para suprir a todas as demandas domésticas, disponível de maneira contínua e com um custo viável. Estas características podem ser sintetizadas em cinco descritores: “qualidade, quantidade, continuidade, cobertura e custo”.

A OMS (1946, p. 1) ao ser instituída, procurou estabelecer logo no preâmbulo de sua constituição, a seguinte conceituação para saúde: “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades”. Essas situações podem refletir, diretamente, na qualidade de vida de todos os seres vivos.

Com base neste conceito de saúde, com o avanço da tecnologia evidenciado no dia a dia, pode-se observar uma necessidade maior de controle público e social, pois se nota que a vulnerabilidade desse sistema depende muito das “informações, e conhecimentos através da cultura de uma população”. Por esse aspecto, o saber pode proporcionar à população a capacidade de entender melhor o seu lugar dentro de todo esse processo.

Nesse panorama, por um lado, com a rapidez com que as transformações têm acontecido nas sociedades, tecnologias que melhoram o diagnóstico e as fazem precocemente, possibilitam uma expectativa de vida maior e com melhor qualidade. Por outro, tecnologias impróprias trazem prejuízos, tal como a destinação inadequada de despejos industriais e esgotos sanitários no meio ambiente.

A dinâmica do avanço tecnológico trouxe e tem trazido alguns problemas como “urbanização desenfreada” que pode impactar, de maneira direta, a qualidade e segurança da água, sendo que a população em geral é afetada e pode estar pagando um preço muito elevado, diminuindo a qualidade de vida, ou até mesmo, arcando com sua própria vida. Trata-se, portanto, de um crescimento populacional nas cidades e redução de habitantes na zona rural, reflexo do despertar que a tecnologia tem provocado nas pessoas. Esse fenômeno reflete, significativamente, no tratamento e consumo de água com segurança e qualidade.

Para viabilizar este equilíbrio, é realizado o gerenciamento da qualidade da água, com procedimentos feitos por meio de abordagens preventivas de risco, para auxiliar na “garantia da qualidade e segurança da água para o consumo humano” e também animal. Sendo assim, é importante um controle rigoroso das qualidades microbiológica e química da água, e acima de tudo, havendo desse modo a inevitabilidade de planos de gestão que possam fornecer uma base sólida para proteger o sistema de distribuição e o controle do processo, garantindo que o número de patógenos e as contrações de substâncias químicas não representem risco à saúde pública, e que, principalmente, a água seja aceitável pelos seus consumidores (WHO, 2017).

A certeza de segurança da água para consumo das pessoas tem sido alvo de novos conceitos, consolidando a compreensão de que somente o controle laboratorial, no sentido de certificar a sua potabilidade, não é mais suficiente para garantir, com segurança, que possa ser utilizada para os consumos humano e animal. Por esta interpretação, os instrumentos de análise e gestão de riscos, identificados de Planos de Segurança da Água (PSA), formam o conjunto de procedimentos mais eficazes, visto que é aplicada uma metodologia que envolve todas as fases do “fornecimento de água, desde a captação até o consumidor” (WHO, 2017).

Neste sentido, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, abre uma nova abordagem ao dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta legislação tem aplicação para a água destinada ao consumo humano sendo uma solução alternativa ao abastecimento de água e deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade deste importante insumo (BRASIL, 2011).

Com essa preocupação, buscou-se contribuir com o tema nesta pesquisa, ao analisar os pontos críticos e riscos possíveis no tratamento e distribuição de água no estudo de caso do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE), estado de São Paulo, sob a ótica da análise de processos de negócios. Pretendeu-se verificar como está funcionando o planejamento e o controle da distribuição da água no município, além de propor aspectos de melhoria para demandas futuras.

2 JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E HIPÓTESE

A água é um elemento essencial à vida e, como um suprimento fundamental, precisa que esteja disponível de forma adequada, segura e acessível a todos. As ações de acesso à água potável podem refletir em benefícios à saúde, direta ou indiretamente. Assim, todas as energias e os recursos devem ser aplicados para conseguir água de boa qualidade e com segurança o quanto possível (WHO, 2017).

As diretrizes estabelecidas pela WHO (2017) que caracterizam a água potável e segura são garantias de que pode ser consumida durante a vida, mesmo diante das diferentes sensibilidades apresentadas entre as fases da existência. Os que demonstram maior risco de doenças transmitidas pela água são bebês e crianças pequenas, pessoas debilitadas e idosos, em particular quando vivem em condições insalubres. A água potável é de grande utilidade no cotidiano das pessoas tanto para beber e preparar os alimentos como na higiene pessoal.

As práticas para assegurar o abastecimento de água com a devida qualidade para o consumo humano são sustentadas em marcos legais que estabelecem procedimentos adequados e melhorias. A legislação responsável determina as competências e obrigações para a vigilância e controle, desta forma, destacam-se as leis, decretos, portarias e resoluções em vigor (BRASIL, 2013).

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, apresenta a determinação dos objetivos e as diretrizes bem como a política para saneamento básico em âmbito nacional. Estabelece, ainda, os princípios fundamentais que precisam ser adotados pelos prestadores de serviços públicos de saneamento básico e os princípios para o desempenho do trabalho de regulação nesta área (BRASIL, 2007).

O sistema de abastecimento de água (SAA) destinado ao consumo humano requer definição dos procedimentos técnicos e da configuração de um fluxo sincronizado das atividades necessárias. Torna-se importante a avaliação da bacia hidrográfica do manancial indicado para captação e estabelecer todos os estágios do tratamento de água e da logística de distribuição do produto final ao consumidor. Sendo um produto essencial à vida, todo o cuidado com a água constitui-se fator de relevada importância e atenção no tratamento e distribuição (BRASIL, 2013).

A cadeia produtiva de água própria para consumo de pessoas e animais representa a concentração de atividades para a transformação da água existente na natureza em água potável, procurando ter atenção para todas as etapas desde o manancial, contemplando o processo de tratamento e distribuição até o reservatório residencial. Ao longo dessa cadeia produtiva, pode-se constatar diversos pontos possíveis de contaminação e trechos críticos que merecem ser avaliados e identificados (SILVA; LOPES; AMARAL, 2016).

O trabalho de observação da cadeia produtiva da água caracteriza-se como de grande importância no sentido de elevar a segurança das pessoas consumidoras, levando-se em consideração que os sistemas públicos de abastecimento de água são projetados para atender às demandas de grandes contingentes populacionais e a contaminação da água pode refletir em doenças e prejuízos em escala ampla (SILVA; LOPES; AMARAL, 2016).

Percebe-se que a produção de água potável e sua distribuição para atender às necessidades da população constitui-se como um empreendimento que, diante da relevância e complexidade, requer uma administração estratégica, visto que tem a conotação de processos de negócio e, portanto, torna-se fundamental empregar conceitos de gestão na idealização e realização das ações envolvidas nesta prática.

Processos de negócio estabelecem como as organizações realizam as atividades para entregar valor aos seus clientes. Fazer a gestão desses processos é ter atenção para as operações interfuncionais que têm potencial de agregar valor aos clientes. O gerenciamento consciente desses processos gera modelos de negócio mais consistentes que vão repercutir em processo mais eficazes, com melhores índices de eficiência e mais rápidos, e que, pela perspectiva geral, proporcionam retorno em grau elevado para as partes interessadas (DIAS, 2015).

Este estudo teve como objetivo geral, analisar os pontos críticos e riscos possíveis no tratamento e distribuição de água no estudo de caso do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE), estado de São Paulo, tomando-se como base o SAA em suas atividades de produção de água potável, além de apresentar propostas de melhorias para o sistema. Para tanto, buscou-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Expor o processo de controle e tratamento da água, rastreando seu uso e seus possíveis impactos no estudo de caso proposto;
- b) Propor um redesenho dos processos operacionais e sugestões de melhoria para aumentar a eficácia da gestão e a consecução de resultados da organização responsável, sob a ótica da análise de processos de negócios.

Inspirados em Lucena et al. (2013), a hipótese que se busca comprovar consiste no fato de que “um sistema de produção e distribuição de água potável, requer não apenas o olhar para a legislação pertinente, mas a aplicação de um PSA que tem sua aplicação sustentada em conceitos de processos de negócios”.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Conceituais no Plano de Segurança da Água

O PSA demonstra um progresso no conceito de averiguações sanitárias e faz avaliações dos riscos, que abrangem todo o SAA, considerando a organização e as ações de gestão utilizadas para preparar a água a ser consumida pelas pessoas (WHO, 2017).

Os mais variados programas de gerenciamento de água estão fundamentados nas orientações da OMS, como o PSA, e, de modo amplo, o Ministério da Saúde (MS), por meio de Brasil (2013), destaca as seguintes etapas com as devidas ações:

- 1) Etapas Preliminares: planejar as operações, levantar dados necessários e formar a equipe técnica multidisciplinar para construção e implementação do PSA;
- 2) Avaliação do Sistema: descrever como funciona todo fornecimento de água, elaborar e validar o diagrama de fluxo, identificar e analisar os possíveis perigos e documentar os riscos bem como estabelecer as situações para controle dos pontos críticos;
- 3) Monitoramento Operacional: monitorar os riscos e assegurar que os objetivos mínimos de saúde sejam conseguidos. Definir padrões de controle de abastecimento de água, as referências de acompanhamento; e estabelece os parâmetros “críticos e de práticas corretivas”;
- 4) Planos de Gestão: possibilitar a frequente observação do PSA e estabelecer as ações rotineiras e emergenciais, organizar os documentos de verificação do sistema, definir a comunicação de risco, e validar e verificar, constantemente, o desempenho do PSA;
- 5) Revisão do PSA: analisar as informações coletadas, as mudanças no preparo e logística, a implantação de planos de melhoria e atualização. Atentar, especialmente, aos perigos e riscos emergenciais. Revisar o PSA após ocorrência de desastres e acidentes para que a situação não volte a acontecer;
- 6) Validação e Verificação do PSA: verificar o funcionamento e avaliar o PSA para certificar se os objetivos de saúde estão sendo conseguidos.

Para Pereira, Ocazonez e Tomaz (2012), o monitoramento laboratorial para verificação da qualidade da água a ser consumida, averiguando a conformidade com a legislação para potabilidade, acaba sendo um processo lento, custoso e ineficaz, gerando vários inconvenientes. Ao final, frequentemente não é suficiente para assegurar a qualidade da água. Nesse aspecto, pode-se perceber custos elevados, dificuldades de controle para incidências de doenças de transmissão hídrica, detecção de outros organismos patogênicos, método ineficaz de controle (só permite a verificação após o consumo), dificuldade de realizar análises mais complexas, amostras não representativas para comprovar a qualidade, frequência das amostragens e barreiras para desenvolver outros métodos.

Sustentado nas evidências desses problemas, o governo brasileiro observou que a criação de instrumentos metodológicos baseados em pesquisas a respeito de elaboração do PSA no Brasil configura-se como um fator que favoreceu a definição da Portaria de potabilidade da água para consumo humano e animal. Tem atenção com a fiscalização no âmbito da atuação dos gestores da água (nos procedimentos e ações estratégicas coletivas de abastecimento de água) e também com o cuidado com a qualidade da água para sua utilização como insumo básico e indispensável (BRASIL, 2013).

O PSA, de acordo com as orientações da WHO (2017), tem como objetivo mitigar os riscos de fornecer uma água imprópria para a população e, de forma preventiva, garantir a “qualidade da água para consumo”. Assim sendo, desde a captação da água bruta até o consumidor final, o sistema visa garantir a qualidade e segurança da água com atuação baseada nas seguintes propostas:

- a) Mobilizar esforços para a evitar e diminuir a contaminação das fontes de captação;
- b) Acabar com a contaminação da água pelo uso de tratamento correto;
- c) Prevenir que o processo de distribuição da água seja (re)contaminado.

O MS também sinaliza que o PSA auxilia os responsáveis pelo abastecimento de água em identificar as ameaças nos sistemas e trazer condições para solucionar deficiências dentro do abastecimento de água, desde a fonte até o usuário final, seja ele humano ou animal (BRASIL, 2013).

Neste sentido, a Figura 1 resume os objetivos do PSA.

Figura 1 – Objetivos do plano de segurança da água

Fonte: Bastos (2010 *apud* BRASIL, 2013. p. 13).

De acordo com a WHO (2017), esses objetivos podem ser igualmente aplicados aos SAA's em grande escala, pequenos suprimentos comunitários e situações domésticas, sendo conseguidos através das ações:

- Desenvolver a compreensão do sistema específico e de seu potencial de abastecimento de água, para atender as metas da qualidade da água;
- Identificar os potenciais focos de contaminação e as ações para eliminá-los ou monitorá-los;
- Validar os procedimentos de controle de riscos;
- Implementar o acompanhamento funcional das ações de controle com base no sistema de fornecimento de água;
- Definir medidas de correção necessários para assegurar que a água potável seja entregue de modo contínuo;
- Verificar a qualidade da água para consumo humano no sentido de confirmar que o PSA seja instalado adequadamente e alcance a performance necessária, satisfazendo os padrões de qualidade da água (BEVILACQUA et al., 2014).

Com relação aos benefícios que os gestores, pelo abastecimento de água, podem ter com a implementação do PSA, o Ministério da Saúde, em Brasil (2013), descreve também os seguintes aspectos:

- 1) Identificar perigos e riscos, pontualmente;
- 2) Otimizar os recursos investidos;
- 3) Reduzir custos do sistema de tratamento e distribuição da água;
- 4) Melhorar processo de trabalho, através da organização de documentos e atividades praticadas, fazendo com que se eleve a eficiência, melhore a performance e resposta mais ágil em situações emergenciais;
- 5) Qualificação dos operadores;
- 6) Garantia da qualidade da água, observando o padrão de potabilidade exigido pela legislação em vigor;
- 7) Oferecer maior segurança e confiabilidade aos consumidores, com isso reduzindo a incidência de reclamações;
- 8) Aprimorar o trabalho entre os departamentos.

De acordo com Brasil (2015), os indicadores de qualidade da água mais significativos e que são usados pelas estados brasileiros são: a) Índice de Qualidade das Águas (IQA); b) Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP); c) Índice de Estado Trófico (IET); d) Índice de Contaminação por Tóxicos; e) Índice de Balneabilidade (IB); f) Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática (IVA).

Para corroborar todo o exposto, a Agência Nacional de Águas (ANA) ressalta que um grupo técnico formado por membros da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), institutos de pesquisa e universidades, criou o IAP que teve sua configuração com base em parâmetros organizados em três grupos, conforme seguem (BRASIL, 2015):

- a) Índice de Qualidade das Águas (IQA): temperatura d'água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez;
- b) Parâmetros que avaliam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel);
- c) Parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

É imprescindível que qualquer autarquia ou órgão fornecedor da água garanta que o produto vai ter todas as condições para o seu consumo humano e animal, sendo fornecido pelos sistemas públicos de abastecimento ou órgão privado, e, por conseguinte, garantir a proteção à saúde pública, consolida-se como um dos principais fatores de preocupações da OMS e também de outras entidades que atuam diretamente no processo de provimento de água para consumo (MORAIS, 2015).

Assim, a qualidade constitui-se como fator de fundamental importância quando o que está em pauta é a água para consumo humano e animal. Existe um transcurso percorrido pela água, da captação ao reservatório do consumidor, que precisa estar, em cada estágio, em conformidade com as diretrizes da OMS e seguindo os conceitos do PSA, portanto, os indicadores precisam ser implementados e observados os índices para assegurar que a água potável seja fornecida à população.

3.2 Definição de Metas e Objetivos de Saúde

Para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), esse processo procura direcionar as definições das operações específicas para a distribuição de água de modo seguro para suprir as demandas de consumo das pessoas, tendo como cuidado a inclusão de ações de controle, tal como proteger o sistema e os processos de tratamento (BRASIL, 2013). Dessa forma, a definição das metas deve considerar a relação entre o surgimento de enfermidades com a dificuldade do fornecimento de água para uso público. As metas precisam ser consolidadas com base em aspectos como:

- Registros epidemiológicos;
- Análise quantitativa do risco químico e microbiológico;
- Definição do nível de risco ou potencial de doença aceitável;
- Observação da eficiência do tratamento e da qualidade da água.

Aliado às metas e aos objetivos de saúde, a população deve ter acesso à informação acerca das boas práticas para manutenção da qualidade de potabilidade da água, vez que, como cediça, a água é um ambiente favorável à habitação de alguns tipos de microrganismos que podem trazer algum malefício ao organismo, via oral ou cutânea, e que, extraem dela os elementos indispensáveis à sua subsistência e a utilizam como veículo, havendo a possibilidade de causar doenças e risco à saúde.

Também, na agricultura, pesticidas, herbicidas e raticidas, comumente utilizados no combate às pragas, são considerados substâncias químicas que podem poluir as águas. Sem contar, nos despejos industriais, tais como, cromo, mercúrio e chumbo, a título de exemplos, e o despejo doméstico. Percebe-se que existe uma gama de elementos potenciais para causar danos à qualidade da água.

A junção de todos esses fatores permite constituir as indicações de proteção ao sistema de tratamento de água. Para isso, é necessário que as metas de saúde estejam dentro da realidade, possíveis de medição, tenham suporte científico e sustentadas em dados significativos dos aspectos locais, contemplando os fatores econômicos, sociais, ambientais, culturais, financeiros, técnicos e os recursos institucionais. O trabalho de configuração, implantação, divulgação e análise das metas de saúde expressa benefícios à gestão preventiva da qualidade da água para o consumo humano e animal (BRASIL, 2013).

Na definição das metas e dos objetivos de saúde, torna-se fundamental estar consciente da situação e ter atenção para com as ocorrências mais breves e as alterações na qualidade da água, que diante das circunstâncias pode sofrer um processo de deterioração, de modo significativo, em pouco tempo, em seguida aos registros de intensas precipitações pluviométricas. Destacam-se que determinadas catástrofes podem atingir o processo de abastecimento de água e reduzir o desempenho das operações, ou ainda refletir em problemas no sistema, elevando a possibilidade de uma epidemia. Portanto, ressalta-se que nesse cenário, existem três tipos mais relevantes de metas de saúde: “resultados de saúde, qualidade da água, metas de desempenho dos processos de tratamento” (BRASIL, 2013, p. 21).

Desta forma, no que tange à saúde dos seres humanos e animais, as consequências que as substâncias químicas e patológicas podem provocar sobre o organismo dependem da sua concentração, persistência no meio ambiente, tempo de exposição, toxicidade e da suscetibilidade individual que é variável de ser vivo para ser vivo. Para minimizar estes riscos à saúde de humanos e animais, devem ser adotados, pela entidade responsável pelo abastecimento de água nas cidades, procedimentos específicos e eficazes na operação e manutenção da captação e fornecimento de água.

A Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE, 2018), ao divulgar o Relatório de Sustentabilidade Anual – 2017, apresentou um esquema simplificado do processo de tratamento convencional de água, demonstrando um fluxograma desde a captação à distribuição de água aos consumidores (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma simplificado de tratamento convencional

Fonte: CEDAE (2018, p. 16).

Por este aspecto, para que todas as etapas funcionem adequadamente, é necessário um acompanhamento contínuo das operações aliado à qualificação dos profissionais que são responsáveis pela manutenção e eficácia dos procedimentos. A partir daí, cumpre-se um rigoroso processo de desenvolvimento do PSA, no qual, confrontam-se as análises e as verificações de riscos que envolvem o SAA de maneira geral, indo do manancial ao consumidor (WHO, 2017).

O grande objetivo constitui-se em, ao final do processo, garantir que a qualidade da água a ser distribuída aos usuários está dentro das recomendações indicadas pelas metas de saúde. Todo esse monitoramento operacional envolve analisar, criteriosamente, o controle, de modo a diminuir os riscos verificados. Posteriormente ao referido processo, tem-se os planos de gestão cuja a proposta se concentra em controlar o SAA procurando observar às condicionantes que são associadas às atividades rotineiras e também nas esporádicas em que alguma perda de controle do sistema pode acontecer (WHO, 2017).

As etapas, os objetivos e as informações indicados pela WHO (2017), constituem um esquema conceitual para o desenvolvimento do PSA, conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Esquema conceitual para desenvolvimento do PSA

ETAPAS	OBJETIVOS	INFORMAÇÕES
Avaliação do sistema	Assegurar que o sistema de abastecimento de água, como um todo, forneça água com uma qualidade que garanta os objetivos de saúde estabelecidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de perigos; - Caracterização de riscos; - Identificação e avaliação de medidas de controle.
Monitoramento operacional	Garantir o controle dos riscos detectados e assegurar que sejam alcançados os objetivos de qualidade da água.	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimento de limites; - Estabelecimento de procedimentos de monitoramento; - Estabelecimento de ações corretivas.
Plano de Gestão	Assegurar que descrevem as ações a realizar e documentam a avaliação e monitoramento do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimento de procedimentos para a gestão de rotina; - Estabelecimento de procedimentos para a gestão em condições excepcionais; - Estabelecimento de documentação e de protocolos de comunicação.

Fonte: Adaptado pelo autor com base em WHO (2017, p. 22-24).

O MS, em Brasil (2013), indica que o desenvolvimento do PSA para ser realizado com segurança, necessita seguir os seguintes passos:

- a) Constituir uma equipe técnica multidisciplinar para levantar os dados necessários, planejar, desenvolver, aplicar e verificar o PSA;
- b) Descrever e avaliar o processo de abastecimento de água em exercício ou planejado, com a elaboração do diagrama de fluxo e sistematização dos documentos;
- c) Identificar e analisar os possíveis perigos e aspectos de seus riscos;
- d) Identificar, avaliar e monitorar os procedimentos de controle;
- e) Identificar os aspectos críticos de monitoramento;
- f) Controlar as operações de implantação do PSA;
- g) Definir os limites especiais, procedimentos de controle e correções necessários para situações rotineiras e emergenciais;
- h) Implementar planos de gestão;
- i) Apresentar programas de suporte como “capacitação, práticas de higiene, procedimentos padrão, melhorias, atualização, pesquisa e desenvolvimento”;
- j) Estabelecer formas de avisar sobre possíveis riscos;
- k) Validar e verificar o PSA, observando a sua eficiência.

A gestão e a operação de um SAA representam atividades onde se exigem que a organização gestora desenvolva procedimentos que inspirem para o consumidor confiança na água disponibilizada. Para tanto, torna-se importante assegurar a qualidade, a quantidade e a confiabilidade garantindo, dessa forma, a distribuição de água a todo e qualquer momento (VIEIRA, 2015).

Assim, os procedimentos empreendidos para o monitoramento da qualidade da água precisam estar baseados na conformidade dos resultados do controle com os padrões estabelecidos nas normas legais e na metodologia regulamentada. Nessa perspectiva, os parâmetros adotados para a produção de água destinada ao consumo humano e de animais, com atenção à saúde, devem atender às recomendações dos órgãos competentes e legislações, que buscam direcionar as ações para a avaliação do sistema, o monitoramento operacional e o plano de gestão. Sempre priorizando a saúde da população.

3.3 Planos de Gestão

O plano de gestão permite verificar, continuamente, o desempenho do PSA. Nessa etapa, é necessária a descrição das ações a serem observadas nas atividades comuns e, principalmente, quando houver problemas (incidentes), como também organizar, adequadamente, os documentos que possibilitem avaliar todo sistema, a comunicação de risco à saúde, os programas de apoio e a validação e observação constante do PSA de forma a garantir com excelência o “funcionamento do sistema de abastecimento de água para consumo dos seres vivos” (MORAIS, 2015, p. 108).

É importante ressaltar que nessa fase do plano de gestão, precisa existir um protocolo de ações em ocorrências emergenciais que deve considerar acidentes com descartes de resíduos no manancial, quando houver interrupção do fornecimento de água, como também falhas no sistema de tratamento de água e outras situações que ocorrerem. Tudo isso para que a preservação dos mananciais, a capacitação das pessoas, os controles laboratoriais, os cuidados com as calibrações de instrumentos, a qualidade de produtos químicos e a importância da conscientização de “boas práticas” sejam colocados em ação, aumentando a eficácia e diminuindo os riscos à saúde humana e animal (BRASIL, 2013).

De acordo com WHO (2017), no plano de gestão, é de suma importância que todos os envolvidos antes, durante e no fim do processo, estejam alinhados de forma que se tenham coordenação, planejamento e gerenciamento das atividades. Nesse sentido, a documentação deve seguir alguns procedimentos específicos que são:

- Avaliação do processo de abastecimento de água potável, envolvendo também os diagramas de fluxo e possíveis riscos;
- Medidas de observação, controle das atividades e programa de averiguações;
- Tarefas rotineiras e articulações de gestão;
- Atuações em casos de incidentes e planos de respostas emergenciais;
- Determinações do plano de suporte, contemplando programas de capacitação, arguição e desenvolvimento, instruções para verificação de resultados e relatórios, análise de performance, auditorias e reavaliações bem como procedimentos de aviso de risco à população.

Fazendo parte do plano de gestão, os documentos, por recomendação legal, precisam estar em condições entendíveis, com detalhamentos em configuração que possibilitem colocar em prática quaisquer instruções de maneira fácil. Enfatiza-se que em seguida à ocorrência de um incidente, os protocolos existentes precisam ser revistos (WHO, 2017). O alerta de risco feito de modo eficaz eleva o nível de consciência e o conhecimento da população a respeito dos fatores associados à qualidade da água para ser utilizada pelas pessoas e animais bem como auxilia os usuários a compreender e a participar das decisões que envolvam os serviços prestados ou a preservação dos mananciais (BRASIL, 2013).

3.3.1 Procedimentos para gestão em condições excepcionais

Como observado anteriormente, no plano de gestão, pode-se também encontrar situações onde se têm ocorrências emergenciais de ordem natural ou operacional, provenientes do abastecimento de água que podem causar perigos à saúde pública de maneira geral. Isso fortalece a interpretação de que o SAA está sujeito, em maior ou menor grau, aos acidentes. Sendo assim, para superar essas dificuldades, é necessário um planejamento de risco, com planos de ação imediatos em situações emergenciais (MORAIS, 2015).

O PSA contempla uma avaliação e gestão de risco em cada ponto do sistema que envolve a captação, tratamento e distribuição de água à população, possibilitando a identificação dos problemas que, eventualmente, possam acontecer, e por esta maneira de trabalhar com o dano antes do incidente evidenciar bem como estar capacitado e ciente das medidas que são necessárias adotar para solucionar o problema quando este aparecer, preservando por este procedimento a saúde humana (MARTINHO; MENDES, 2015).

Em um SAA pode advir uma série de eventos perigosos que podem acarretar ou potencializar um perigo, ou ainda destacar falha na sua resolução, refletindo na qualidade da água para o consumo humano ou animal. Ressalta-se que um risco pode ser proveniente de ação biológica, química, física ou radiológica, ou aspecto da água com potencial para provocar reações adversas na saúde das pessoas ou repercutir em abastecimento inadequado (MARTINHO; MENDES, 2015).

Com base na Portaria MS n. 2.914/2011, cada vez que for identificada condição que possa gerar algum malefício à saúde, o responsável pelo processo ou recurso alternativo coletivo de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública precisam atuar conjuntamente e construir uma estratégia de ação e promover as realizações necessárias, envolvendo a comunicação à população, mantendo as providências imediatas para corrigir as irregularidades (BRASIL, 2011).

Os possíveis impactos que podem acarretar o sistema derivados de situações desfavoráveis estão expressos no Quadro 2.

Quadro 2 – Matriz de efeitos provocados por eventos

Efeitos	Deslizamentos	Inundações	Secas
Falhas estruturais na infraestrutura dos sistemas
Ruptura da rede de distribuição
Obstruções em captações, estações de tratamento e rede de distribuição
Contaminação biológica e química das águas para abastecimento
Redução quantitativa da produção das fontes de água para abastecimento
Interrupção do serviço elétrico, da comunicação e das vias de acesso
Escassez de pessoal
Escassez de equipamentos e materiais

Alto impacto
 Impacto moderado
 Baixo impacto

Fonte: Brasil (2013, p. 45).

No plano de risco devem constar as ações para manter o sistema funcionando normalmente, apresentando indicações para as variações operacionais normais ou emergenciais e, principalmente, quando as referências de controle chegarem aos limites críticos (WHO, 2017).

Assim, situações adversas podem ocorrer e são caracterizadas como riscos. Demandam, portanto, avaliações e ações tanto preventivas como corretivas para que a qualidade da água não seja afetada e o fornecimento mantido adequadamente.

3.3.2 Método de priorização da mitigação do risco

Existem inúmeras interpretações e abordagens para o risco, em que podem ser observados os principais tipos, as causas, a identificação e a importância do gerenciamento. No entanto, Trentim (2014) define risco como sendo um evento ou condição caracterizado por incerteza que, caso ocorra, tem reflexo em pelo menos um dos objetivos do processo.

O risco pode apresentar uma ou mais causas e impactos. O motivo gerador pode estar associado a um requisito, uma premissa, uma restrição ou uma situação que repercuta em possibilidade de produzir resultados positivos ou negativos. Os riscos são frutos da incerteza que existe em todos os empreendimentos. Nem todos os riscos podem ser gerenciados de modo proativo, para tanto, torna-se necessário estabelecer um plano de contingência (KAERCHER; LUZ, 2016).

O plano de contingências, na visão de Soler et al. (2014), utiliza-se de um processo que envolve diversos procedimentos concebidos para caracterizar os riscos e seus vários níveis de detalhes. São técnicas que integram os métodos de priorização da mitigação de riscos e contemplam aplicações sob a perspectiva de qualificação e quantificação.

Esses mesmos autores explicam que na abordagem qualitativa, os preceitos de probabilidade e impacto são declarados por um sistema de análise que se utiliza de uma legenda, em escala categórica ordinal, formada por adjetivos expressivos, tais como:

- Alto, médio ou baixo (pouca precisão?) ou, então, muito alto, alto, médio, baixo ou muito baixo;
- Cores;
- Escala numérica de 0 a 1, com atribuição de um grau para configurar o ordenamento de mérito.

Já na abordagem quantitativa, os parâmetros de probabilidade e reflexos têm como base valores numéricos, mais especificamente, percentual que demonstra a chance de a causa raiz do risco acontecer. Ressaltam que tanto no aspecto qualitativo como quantitativo a priorização para mitigação torna-se fundamental para controle e resolução da situação.

A priorização possibilita concentrar esforços nos riscos que apresentam maior potencial de dano ao sistema, procurando aplicar tratamento imediato e também desenvolver estratégias de reação. O conhecimento, a vivência e a aplicação de recursos de análise contribuem para identificação de possíveis ocorrências de riscos e diante de várias situações estabelecer critérios para ordem de prioridades quanto à mitigação dos riscos (SOLER et al., 2014).

Portanto, na dinâmica do SAA potável, diferentes situações podem ter destaque, e muitas vezes refletindo em risco que precisam ser resolvidos, porém torna-se necessária a aplicação de um método de priorização da mitigação do evento adverso no sentido de otimizar a utilização de esforços e recurso.

3.4 Processos de Negócios

A Association of Business Process Management Professionals (ABPMP, 2013) é uma associação internacional de profissionais de *Business Process Management* (BPM), em português, Gerenciamento de Processos de Negócios, que atua na determinação sem fins lucrativos, independentemente de fornecedores e com a dedicação voltada em promover os conceitos e práticas de BPM, tendo publicado o Guia BPM Common Body of Knowledge (CBOK).

No entanto, ressalta-se que no Guia BPM CBOK e para a abordagem deste estudo, o termo “negócio” faz referência a pessoas que mantêm interação no sentido de executar diversas incumbências de entrega de valor para os clientes e produzir

retorno às partes interessadas. Negócio contempla todos as modalidades de organizações configuradas ou não para auferir lucros, “públicas ou privadas, de qualquer porte e segmento de negócio” (ABPMP, 2013, p. 35).

Com relação a processo, a ABPMP (2013, p. 35) cita o seguinte: “é uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar um ou mais resultados”. Complementa com a descrição de que processos são formados pela concentração de incumbências inter-relacionadas que atuam para solucionar uma questão específica. Essas ações são norteadas por regras de negócio e verificadas no âmbito de seu relacionamento com outras atividades para disponibilizar uma interpretação do ordenamento e movimentação.

Cavalcanti (2017) conceitua processo como uma concentração sequencial de atividades concebidas com a finalidade de transformar matéria-prima e insumos em produtos acabados, podendo ser, bens ou serviços. Já processos de negócios são, portanto, atividades estabelecidas de maneira prévia para que se possa delinear de que forma o trabalho deve ser realizado em uma organização.

3.4.1 Gestão dos processos de negócios

Para compreender BPM é preciso ter uma percepção do que representa processo de negócio. No cenário da BPM, um “processo de negócio” é a ação que entrega valor aos clientes ou suporta/gerencia outros processos. Trata-se de um trabalho que envolve toda a cadeia produtiva, superando os limites funcionais necessários para oferecer valor aos clientes (ABPMP, 2013).

Como uma evolução do fluxo de trabalho (*workflow*), o BPM possibilita abrangência de atuação além da automação e modelagem dos processos, visto que permite o acompanhamento das atividades em seu curso bem como contribui para a elevação do nível de integração em toda cadeia produtiva, desde a participação humana até as automatizadas. Favorece a organização em identificar a relevância estratégica de seus processos e as vantagens competitivas apresentadas, apoia o gestor a detectar melhorias pelo uso de indicadores de desempenho (DIAS, 2015).

O BPM apresenta-se como uma ferramenta inovadora para considerar as operações de negócio, ou seja, não se atém somente às formas tradicionais de

funcionamento. Tem seu início em um patamar mais elevado do que onde realmente o trabalho é executado e, então, subdivide-se em subprocessos que têm a indicação para execução, seja por uma ou mais atividades (fluxo de trabalho) que fazem parte das funções de negócio (áreas funcionais). As atividades, entretanto, podem ser fragmentadas em tarefas que devem ser agrupadas em cenários produtivos (ABPMP, 2013).

Gerenciamento de Processos de Negócio (*BPM – Business Process Management*) é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos. (ABPMP, 2013, p. 40).

Os processos de negócios são considerados como ativos empresariais críticos, pois representam uma fatia relevante dos custos da organização e a sua gestão constitui oportunidade significativa para melhorias em vários aspectos, inclusive na própria performance. Enfatiza-se que processo de negócio é compreendido e apresentado como uma concentração de atividades que contemplam entradas e saídas consolidadas suficientes para provocar satisfação do cliente e o aperfeiçoamento desses processos reflete de modo direto na composição de uma empresa, elevando a sua eficiência e competitividade (AIRES; SALGADO, 2016).

O BPM envolve vários aspectos como: identificação, projeto e entrega de negócios, possibilita a melhoria e a interação das atividades e também a realização dos controles executivos, administrativos e supervisórios dos processos. Por meio desta ferramenta, as empresas podem conseguir um melhor nível de eficiência e desenvolver uma forte relação entre as mais variadas tarefas e funções, para tanto, torna-se importante analisar o processo de maneira ampla e não apenas as funções e tarefas, isoladamente, o que pode produzir como resposta a deficiência de relacionamento entre os processos. Portanto, o fluxo das atividades passa a ter melhor desempenho a partir de uma modelagem de processos mais otimizada e coerente com os objetivos da organização e demanda dos clientes (DIAS, 2015).

3.4.2 Modelagem dos processos de negócios

A modelagem dos processos de negócios demanda aplicação de um importante conjunto de habilidades e técnicas no sentido de possibilitar a compreensão, comunicação e gerenciamento dos elementos que formam os “processos de negócio”. Para uma empresa segura do elevado valor de seus processos de negócio, a modelagem de processos constitui-se como uma atividade essencial para a gestão organizacional (ABPMP, 2013).

Cavalcanti (2017) explica que a modelagem de processos objetiva apresentar uma representação, através do mapeamento, da avaliação e do redesenho, do sincronismo de atividades que compõem um processo, revelando a amplitude de interesse de acordo com os propósitos que cada caso indica, como, por exemplo, a relação com outros processos, os gestores ou responsáveis de cada execução, as informações necessárias ou derivadas das atividades, entre outras.

Dias (2015) ressalta que a “modelagem de processos de negócio” representa uma etapa de grande importância, pois possibilita a descoberta e o mapeamento dos processos de negócios, porém é necessário muito tempo e custo. Os modelos de processos de negócios são elaborados e implementados com a prerrogativa de contribuir para o alinhamento da organização, considerando que os modelos têm como finalidade:

- a) Melhorar o entendimento da funcionalidade maior do negócio pela aplicação de um desenho estabelecido de funções e operações;
- b) Trabalhar sustentado no desenvolvimento de sistemas de informação para dar apoio ao negócio;
- c) Delinear a configuração de uma inovação no negócio, uma vez que é usado como suporte para o plano de ação.

A ABPMP (2013) define “modelagem de processos de negócios” como a concentração de atividades que participam do desenvolvimento de representações de processos de negócio em execuções ou como projetos. Descreve que o objetivo desta ferramenta é estabelecer uma representação do evento de modo completo e preciso a respeito de seu desempenho. Apresenta também que um modelo é uma

demonstração simples de algo, um conceito ou uma atividade. Pode ser matemático, gráfico, físico, narrativo ou alguma combinação desses tipos. Tem aplicação abrangente nos ambientes de negócios, com destaque para:

- 1) Organização (estruturação);
- 2) Descoberta (aprendizagem);
- 3) Previsão (estimativas);
- 4) Medição (quantificação);
- 5) Explicação (ensino, demonstração);
- 6) Verificação (validação);
- 7) Controle (restrições, objetivos).

Por esta interpretação, o nível de detalhe e o tipo específico de modelo são sustentados na expectativa do que se deseja pela modelagem. Uma representação simples é o suficiente para determinadas situações, durante o tempo em que um modelo completo e bem detalhado pode ser requisito para outras.

Desta forma, processos de negócio podem ser manifestados através de uma modelagem em diversos patamares de detalhe, desde uma abordagem abstrata até uma ilustração minudenciada. Um modelo de processo de negócio globalizado, geralmente, contempla várias perspectivas, sendo útil a muitas finalidades (ABPMP, 2013).

Campos (2014) descreve que a modelagem de processos de negócios, no desempenho de sua plataforma de atuação, destaca dois momentos:

- 1) Modelar situação atual: momento em que é feita uma avaliação de processo de negócio que está ativo na empresa com objetivo de entender a situação e identificar pontos de melhoria;
- 2) Modelar situação desejada: momento em que são feitos os ajustes necessários nos processos com a finalidade de alcançar as metas estabelecidas e os objetivos delineados.

A modelagem de processos de negócio busca constituir uma melhor conexão entre a estratégia e a execução de modo mais pontual para elevar o potencial de resposta. Por muito tempo, o BPM trabalhou focado em habilitar, de modo contínuo,

a modelagem, o desenho, a execução e a transformação de processos de negócio. No entanto, a maior parte das ações sempre estava direcionada à realização e apenas um mínimo para a estratégia. Porém, mudanças de visão levaram o BPM a estabelecer um equilíbrio mais consolidado entre a execução e a estratégia. Desta forma, esse balanceamento veio pela conexão entre arquitetura de negócio e a prática das ações de maneira instantânea, possibilitando ajustes necessários no desempenho de processos-chave (ABPMP, 2013).

Assim, a modelagem de processos de negócio constitui-se como reflexo da gestão empreendida que procura aplicar técnicas e recursos no sentido de conhecer a real situação da organização e estabelecer alterações visando uma nova fase em que o equilíbrio se evidencia entre a execução e a estratégia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Estabelecer o método de pesquisa é uma estratégia mais apropriada para a condução do levantamento das informações necessárias para a construção do conteúdo que vai possibilitar o alcance dos objetivos delineados para esta dissertação e demarcá-la como uma produção científica. No entanto, torna-se fundamental considerar as condições específicas do estudo a ser realizado para se configurar como um direcionador das buscas dos dados relevantes e, concomitantemente, ser um balizador para a elaboração do teor descritivo.

Na visão científica, pesquisa retrata um procedimento organizado, racional e sistemático empreendido para a construção de conhecimentos. É um evento que representa a investigação de informações que possibilitam a compreensão de certo objeto. São diversos conceitos de pesquisa que se assemelham, no entanto, ressalta-se o olhar para pesquisa científica como um trabalho dedicado a oferecer respostas a problemas específicos que podem ser destacados em qualquer área do conhecimento humano. Trata-se de um processo de atuação que faz uso de metodologias próprias para desenvolver saberes sustentados no método científico que é um meio da ciência para conseguir um objetivo, já a metodologia refere-se às regras definidas para o método científico (BASTOS; FERREIRA, 2016).

A pesquisa tem como proposta aplicar recursos para conhecer e elucidar os fenômenos que acontecem no mundo real, ou seja, a maneira como evoluem, suas estruturas e funções, as transformações que ocorrem e qual o limite do controle. De modo abrangente, é uma concentração de atividades com o fim de encontrar novos conhecimentos em qualquer área. Trata-se de uma procura por resposta relevante a uma problemática (LEÃO, 2019).

O conhecimento científico resulta do desenvolvimento de articulações especiais entre o composto teórico e a realidade empírica. O método a ser aplicado tem como alvo base tornar aceitável o debate do mundo real, levando-se em consideração os problemas destacados pelo investigador. É um processo de pesquisa que tem suas características específicas pela forma de realização e como faz o processamento do apanhado de informações (MINAYO, 2014).

A pesquisa apresenta uma atividade fundamental das ciências pelo levantamento de informações e envolvimento na identificação da realidade, pois sustenta a constituição de novos saberes. Pesquisar enfatiza a proposta de um trabalho e um exercício teórico de interesse contínuo e, sendo assim, descortina os detalhes do acabado provisório e o inacabado eterno. É uma atividade de proximidade consecutiva da realidade e é contínua, empenhando-se em construir um arranjo próprio entre a teoria e dados, pensamento e ação (MINAYO, 2014).

Em uma percepção abrangente, pesquisa reflete todo o trabalho aplicado no sentido de solucionar problemas no campo da ciência que contribua no entendimento da realidade e direcione as ações para sua transformação, não se atendo ao mero uso de métodos e técnicas, que embora ajudem no processo de pesquisa, não se recomenda o uso de modo apartado de um referencial teórico que apresente contextualização.

Assim, o método de pesquisa sinaliza o caminho de investigação empenhado e os instrumentos usados para realização desta dissertação. Procura destacar a caracterização e delimitação do tipo de pesquisa aplicado, argumenta sobre estudo de caso, situação particular desta apresentação e, para dar mais consistência ao conteúdo a ser demonstrado, tem-se uma síntese a respeito do ambiente de estudo.

4.1 Caracterização e Delimitação da Pesquisa

Diante da abordagem feita, pesquisa é um evento de busca ou procura, ou seja, o emprego de recursos e estratégias no sentido de encontrar resposta para determinada situação ou problema. No âmbito da ciência, a pesquisa envolve-se na investigação para solucionar uma problemática que se deseja decifrar. Por este aspecto, não é aconselhado expressar que se produz ciência, mas que se faz ciência por meio da realização de uma pesquisa que é o artifício necessário para ir até a ciência, ou conhecimento (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A pesquisa bibliográfica foi um recurso usado para construção da revisão de literatura que deu embasamento teórico para as demonstrações de conceitos, definições e contextualizações bem como ofereceu suporte para as discussões necessárias ao estudo de caso apresentado.

Ancorada em publicações, principalmente, livros de referência, revistas técnicas, artigos científicos publicados em periódicos específicos ou apresentados em congressos/simpósios, jornais, boletins, dissertações/teses, material cartográfico e sítios da *internet* confiáveis, a pesquisa bibliográfica tem como proposta aproximar o investigador ao material já divulgado sobre o assunto em pauta. Com relação aos dados coletados na grande mídia, é interessante ter atenção à confiabilidade e fidelidade das fontes consultadas eletronicamente. Nesse processo de busca, sempre vale o cuidado com a veracidade das informações, atentando para possíveis contrassenso e absurdos que as obras possam expressar (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Também se fez uso da pesquisa documental que contribuiu para apresentação de resultados relativos ao estudo de caso desta dissertação. Tomou-se como base os relatórios produzidos pela empresa de consultoria contratada pelo DAAE, a Hidrosan Engenharia SS Ltda., doravante citada como Hidrosan, que elaborou o Plano Diretor de Água (PDA), Plano de Combate às Perdas (PCP) e PSA para o município de Rio Claro, conforme contrato nº 001/2019, e também dados da pesquisa feita no DAAE.

A pesquisa documental contempla fontes primárias, pois as informações são coletadas de modo direto da origem e passam pela análise do investigador. O aspecto principal deste tipo de pesquisa é que a base de informações se restringe a documentos escritos ou não, inclusive, podem ser colhidos por conta da ocorrência do evento (BASTOS; FERREIRA, 2016).

Ainda com relação a tipologia de pesquisa aplicada ao estudo, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), pelo aspecto da natureza do trabalho a pesquisa foi considerada aplicada, pois buscou gerar conhecimentos para uso prático direcionados a resolver problemas específicos, com envolvimento de verdades e de interesses. Quanto aos objetivos, teve o predomínio de descritiva, uma vez que identificou e relatou os fatores relevantes da situação, no entanto, não se mostrou tão superficial como a exploratória e nem o bastante profunda quanto a explicativa. Do ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa enquadrou-se como qualitativa e quantitativa, isto porque, o ambiente de pesquisa foi a fonte direta de dados sendo necessário um trabalho intenso de campo para produção das informações bem como o processamento dos dados numéricos para gerar explicações e tomada de decisões.

Também pela observação dos procedimentos técnicos aplicados para realização da pesquisa, sustentados por Prodanov e Freitas (2013), foi caracterizada como um estudo de caso, visto que consistiu na coleta e análise de informações a respeito de um ambiente de ação, visando o conhecimento da realidade a apresentação de proposta para melhoria.

Perovano (2016) explica que o estudo de caso tem seu desenvolvimento pela juntada de informações de um certo ambiente e sua avaliação, com a finalidade de estudar aspectos diversificados da sua existência, conforme o assunto em evidência. Trata-se de um tipo de pesquisa de ordem qualitativa e/ou quantitativa, compreendido como uma forma de investigação que apresenta em seu propósito analisar uma unidade qualquer de maneira profunda. Para tanto, tornam-se fundamentais alguns fatores básicos que devem ser considerados, com destaque para a severidade, objetivação, originalidade e coerência.

A realização desta dissertação para evidenciar o estudo ao analisar os pontos críticos e riscos possíveis no tratamento e distribuição de água no estudo de caso do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE), estado de São Paulo, sob a ótica da análise de processos de negócios, teve a conotação de um estudo de caso, contou com diversos procedimentos, desde a seleção do material a ser utilizado como fonte de pesquisa até a entrega final, que estão sintetizados e dispostos em uma sequência apresentada pela Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma dos procedimentos para realização da dissertação

Fonte: Própria autoria

O trabalho de pesquisa teve seu ponto de partida pela definição do tema e estabelecimento dos objetivos que se constituíram como norteadores das atividades. A seleção das fontes para sustentar o embasamento teórico do estudo procurou priorizar materiais com conteúdo voltado para a qualidade da água e sua condição

para consumo humano e animal. Buscou-se também informações sobre planos de gestão e processos de negócios que fazem parte do cenário de argumentações.

O processo de desenvolvimento abrangeu a contextualização dos elementos pela elaboração da revisão de literatura, as explicações dos métodos de pesquisa utilizados, a apresentação dos resultados referentes ao apanhado de dados relevantes e empreendimento da discussão bem como, finalmente, relatar as considerações finais diante do conteúdo apresentado.

4.2 Estratégia para análise dos dados

Com base na situação realística do DAAE de Rio Claro que se apresentou e nos objetivos delineadores deste estudo, foi elaborado o processo de negócios pela observação das características administrativas e operacionais da empresa ambiente de estudo e indicação da análise de dados com expressão de propostas de melhorias. Por este aspecto, informações pertinentes à pesquisa foram apresentadas, não somente pelos relatórios demonstrativos da Hidrosan (2020), mas também pelo trabalho de levantamento pessoal realizado no âmbito da autarquia.

Com base nessa linha de trabalho, foram observados os principais pontos críticos evidenciados no levantamento realizado, organizados conforme grau de importância no cenário da gestão do negócio e instituído sinalização de procedimentos como proposta de melhorias. As atenções estiveram direcionadas para o desenvolvimento institucional da organização, visando o combate às perdas com proposta para controle e redução por meio de investimentos em infraestrutura e ações específicas.

Por esse aspecto, foi aplicado o processo de negócio fazendo uso de ferramentas específicas, com a finalidade de apresentar as informações apuradas e as atividades do cenário realístico da empresa que caracterizam o processo, porém constituindo uma oportunidade de melhoria.

Na sequência, foi empreendido um trabalho de análise dos processos operacionais, modelados com base na realidade da empresa. Por meio das ferramentas de análise processual, as atividades foram ordenadas considerando o fator de criticidade observando a aplicação da sistemática evidenciada na NBR

ISO/IEC 27005 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011) e documentação da International Federation of Accountants (IFAC, 1999).

Destaca-se que a evolução do trabalho em analisar dados e sugerir propostas teve como suporte os conceitos de modelagem de processos de negócios enfatizados pela ABPMP (2013), visto que toma como base uma percepção abrangente e precisa a respeito da funcionalidade, porém sem se distanciar dos detalhes que podem ser fundamentais nas decisões. A modelagem de processos de negócios, geralmente, expressa visões que vão servir a variadas finalidades.

No sentido de verificar a criticidade das atividades do processo de abastecimento de água do DAAE, foi adotada uma matriz de priorização de riscos. As atividades foram dispostas com base na relevância e necessidade, refletindo em prioridade, além de expressar o risco em sua execução. Desta forma, as atividades mais prioritárias são aquelas que se encontram nos quadrantes de cor vermelha da matriz, tendo em seguida as atividades de média probabilidade e impacto localizados nas áreas em cor amarela, e, por último são avaliadas as atividades classificadas como de baixo impacto e probabilidade, posicionadas nos espaços identificados pela cor verde. A matriz está apresentada pela Figura 4.

Fonte: adaptado de IFAC (1999, p. 21)

As atividades devem ser classificadas conforme seus respectivos graus de impacto e probabilidade, levando-se em consideração as instruções indicadas pelo IFAC (1999) que estabelece uma classificação da seguinte forma:

Quanto ao impacto:

- a) Alto: é significativo nas metas estratégicas de uma organização;
- b) Médio: é moderado nas metas estratégicas de uma organização;
- c) Baixo: é mínimo nas metas estratégicas de uma organização.

Quanto à probabilidade:

- a) Alta (provável): tem mais de 25% de chance de ocorrer ou pode ocorrer entre o período de um ano;
- b) Média (possível): tem entre 2 e 25% de chance de ocorrer ou pode ocorrer entre o período de dez anos;
- c) Baixa (remoto): tem menos de 2% de chance de ocorrer ou não deve ocorrer entre um período de dez anos.

Sendo assim, algumas ações foram propostas com percepção de proporcionar redução de perdas e melhorias no sistema de abastecimento de água. Por ser proposta do estudo realizado, não se pode afirmar que os problemas vão acabar, mas que gera a expectativa de que as perdas podem ser reduzidas e a eficiência no processo de abastecimento seja cada vez melhor.

Por esta perspectiva, a investigação teve seu desenvolvimento em três etapas, relacionada em seguida:

- 1) Descrição das características do ambiente de estudo em suas finalidades, importância social e processo produtivo;
- 2) Observação de como acontecem as atividades e seus resultados;
- 3) Avaliação do ambiente de negócio em confronto com o cenário produtivo evidente para estabelecer os pontos críticos e apresentar propostas de melhorias.

Assim, os conceitos para análise de dados demarcaram a organização do trabalho que se evidenciou pelo conhecimento da situação, verificação da

necessidade de correções e aprimoramentos bem como apresentação de sugestões. Sempre tomando como base as indicações da modelagem de processos de negócios (PÁDUA, 2012).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de trabalho aplicada para esta dissertação envolveu métodos de pesquisa para elaboração da fundamentação teórica que tratou do PSA, planos de gestão e processos de negócios. Construiu-se um panorama de argumentos no sentido de dar embasamento à ideia de trazer um cenário realístico do SAA empreendido pelo DAAE da cidade de Rio Claro e sugerir propostas de melhorias juntamente com as indicadas pela Hidrosan.

A água por ser um elemento essencial à vida precisa ser consumida em condições adequadas, segura e ser de fácil acesso pelo ser humano. As ações para melhoria da qualidade da água podem repercutir em saúde. Sendo assim, é necessário o empreendimento de energias e recursos para garantir água potável ao uso humano e animal, de boas características, segura e em quantidade (WHO, 2017).

O trabalho realizado pela Hidrosan (2020), direcionado à qualidade da água no município de Rio Claro, constou da configuração de um diagnóstico amplo sobre as condições momentâneas da operacionalidade do DAAE com propostas de aprimoramento para atender as demandas da cidade, conforme expectativa de crescimento populacional e respeito a legislação específicas para este tipo de situação. A linha de atuação evoluiu para apresentação de um relatório dividido em três volumes:

- 1) PDA;
- 2) PCP;
- 3) PSA.

O desenvolvimento do trabalho foi demarcado pela Hidrosan (2020, t. 1, p. 1) pelas seguintes etapas:

- Etapa 1 – Diagnóstico do SAA e Balanço Hídrico;
- Etapa 2 – Estudo de alternativas para ampliação e melhoria do Sistema de Abastecimento de Água e Controle de Perdas;
- Etapa 3 – Consolidações do Plano Diretor de Água e do Plano de Combate às Perdas;
- Etapa 4 – Plano de Segurança da Água.

Assim, este estudo de caso, com foco para a importância de fornecer uma água de boa qualidade para população de Rio Claro, utilizando-se da expertise deste pesquisador que tem vivência no ambiente de estudo por muitos anos e do relatório desenvolvido pela Hidrosan (2020) que apresenta como objeto principal o SAA do DAAE do município, revela em seguida aspectos envolvendo o PDA, PCP e o PSA.

5.1 Ambiente de Estudo

O ambiente que serviu de base para este estudo foi a autarquia DAAE localizada na cidade de Rio Claro que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), ocupa uma área de 498,422 km² e uma população estimada para o ano de 2019 de 206.424 pessoas. Situa-se na região Centro-Leste do estado de São Paulo, tendo os seguintes municípios como limites: Norte – Corumbataí, Nordeste – Leme, Leste – Araras, Sudeste – Santa Gertrudes, Sul – Itacemópolis, Oeste – Ipeúna e a Noroeste com Itirapina.

O DAAE tem sua atuação direcionada ao sistema de tratamento de água do município com a participação de duas Estações de Tratamento de Água (ETA) (RIO CLARO, 2020):

- 1) ETA I – José Maria Pedroso, construída na parte central da cidade, bairro Cidade Nova, no ano de 1949, sendo reformada em 1963, capta suas águas do Ribeirão Claro, tem capacidade nominal de operação de 350 l/s, funcionando com tratamento convencional para floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. A produção diária é de 25.000 m³;
- 2) ETA II – José Crespo, instalada em 1982 na estrada municipal Rio Claro/Ajapi, km 8, capta suas águas no Rio Corumbataí, tem capacidade nominal de 500 l/s, no entanto, com obras a serem feitas no futuro, pode chegar à produção de 750 l/s, fazendo também o tratamento convencional. A produção diária é de 35.000 m³.

O município de Rio Claro tem uma autonomia de 33.122 m³ de água em reservas, índice acima do que é preconizado pelas normas brasileiras (1/3 do dia de maior consumo), em 58 reservatórios distribuídos pela cidade (RIO CLARO, 2020).

Os mananciais que atuam como fontes de captação de água para abastecimento da cidade são monitorados, periodicamente, com relação à toxidade pela Universidade do Estado de São Paulo (UNESP) *campus* Rio Claro. Por mês são analisadas 110 amostras coletadas em diferentes locais da cidade. Pelo trabalho realizado, o DAAE proporciona 100% de abastecimento de água potável, utilizando-se de 814,66 km de rede para atender a 74.583 ligações ativas de água, para residências, comércio e indústrias (RIO CLARO, 2020).

O direcionamento estratégico de abastecimento de água para consumo humano na cidade de Rio Claro e o processo de negócios da autarquia são de competência da alta diretoria, cujo organograma é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Organograma da alta direção do DAAE

Fonte: Própria autoria

Já as atividades que garantem o abastecimento de água aos usuários são empreendidas pela estrutura operacional da Diretoria Técnica como está ilustrada Figura 6.

Figura 6 – Organograma da diretoria técnica

Fonte: Própria autoria

A Diretoria Técnica do DAAE, por meio de sua estrutura operacional, desempenha atividades no sentido de processar a captação de águas, fazer o devido tratamento, conforme as normas e recomendações, e destiná-las à distribuição para que a população de Rio Claro seja abastecida, adequadamente, com água para o consumo humano e animal. Em paralelo, porém intrínseco, conta com o setor de obras e manutenção que dá o suporte necessário para garantir a funcionalidade do sistema. Também todo trabalho desenvolvido sempre tem atenção ao meio ambiente com procedimentos de ações para a sua preservação.

Trata-se de uma infraestrutura que ao longo dos anos vem sendo aprimorada, passando por melhorias e investimentos para que em seu dia a dia possa enfrentar as complexidades de produzir e distribuir água com qualidade para o consumo humano e animal. É um cenário abrangente que demanda cuidados para diversos aspectos como:

- a) Perdas, consumo *per capita* e consumo *per economia* residencial;
- b) Custos de produção de água;
- c) Consumo de água – indústrias;
- d) Histórico de reclamações;
- e) Sistemas produtores por meio da ETAs;
- f) Problemas estruturais;
- g) Sistema de reservação e distribuição de água;
- h) Qualidade da água ao longo do tratamento.

As gerências que integram a Diretoria Técnica contam com seus núcleos que são estruturados com mão de obra capacitada, equipamentos apropriados e ferramental específico suficientes para a realização das atividades que envolvem os aspectos mencionados. Cada processo contém diferentes operações e tarefas, previamente delineadas, para que em sua execução produza resultados necessários ao desempenho operacional do SAA.

O DAAE é uma autarquia da Prefeitura Municipal com a conotação de utilidade pública, no entanto, requer estruturas de governanças instituídas para gestão das atividades no sentido de ter adequado monitoramento da produção e perdas com vistas à consolidação de sua viabilidade técnica, econômica, social e ambiental.

Assim, o DAAE tem sua estrutura funcional para desempenhar as mais diversas atividades no sentido de atender às necessidades da população de Rio Claro com relação à água em condições de consumo humano. Para tanto, conta com um total de 188 servidores que estão distribuídos em variadas funções que integram o processo administrativo-operacional

5.2 Plano Diretor de Água

O PDA é a expressão da sintonia com o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro que contempla diversas áreas e de acordo com a Lei Complementar Municipal n. 128 de 7 de dezembro de 2017, que o instituiu, mostra-se como:

o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana e rural do Município, orientando o ordenamento físico e territorial do município, promovendo o desenvolvimento sustentável, garantindo a função social da cidade e o bem-estar de seus habitantes (RIO CLARO, 2017, p. 5).

Por este aspecto, o PDA, construído pela Hidrosan (2020), seguiu um caminho em que tomou como base o diagnóstico do SAA, que teve as atenções em conhecer a infraestrutura existente (captações, estações elevatórias, adutoras, ETAs, reservatórios, redes de distribuição e grandes consumidores), levantar os dados dos mananciais superficiais e subterrâneos, identificar as diretrizes vigentes do Plano Diretor e Leis do município de Rio Claro, principalmente, com relação ao uso e ocupação do solo.

Esse cenário traçado pela Hidrosan (2020) possibilitou avaliar alternativas para ampliação e melhoria do SAA, que contemplaram estudos demográficos, projeção da demanda de água e análise do balanço hídrico. Desta forma, foi realizado o levantamento das opções para expansão e otimização do SAA, a concepção das melhores alternativas técnicas para ampliação dos sistemas produtores de água, distribuição e reservação bem como apuração dos custos e comparação técnica, econômica e ambiental das alternativas. Também teve o cuidado em detalhar a possibilidade escolhida, estabelecer o pré-dimensionamento da rede de distribuição e apresentar o orçamento estimativo.

O PDA foi elaborado observando a taxa de crescimento populacional que gera as expectativas para o ano de 2040 de 211.338 habitantes, de 84.238 domicílios e de 102.494 economias, refletindo em alterações no mapa demográfico da cidade, principalmente, com as áreas de expansão que projetam novos bairros e aumento das ligações de água, conforme demonstrado na Figura 7 (RIO CLARO, 2017).

Figura 7 – Mapa da expansão urbana do município de Rio Claro

Fonte: Rio Claro (2017, p. 74).

Este mapa expressa a localização das áreas de expansão na projeção do Plano Diretor instituído em 2017 que direciona o aumento do perímetro urbano. Uma definição fundamental para direcionar o planejamento e a gestão urbana, de forma que a ocupação aconteça em conformidade com a infraestrutura ativa ou com o plano de implantação de novas infraestruturas, principalmente, quanto ao abastecimento de água para consumo humano, coleta de esgoto e rede de energia elétrica.

Esta expansão com evolução gradual de cinco em cinco anos projeta números de consumo de água compatíveis com a população considerando dois cenários que têm como base os índices de perdas (Tabela 1). O primeiro baseia-se em taxa de perda constante na distribuição aplicando o valor registrado no Plano Diretor em 2017, elaborado com participação da empresa Serviços de Engenharia Consultiva (SERC, 2019). Já o segundo adota ações de controle e redução de perdas.

Tabela 1 – Projeção do consumo médio diário de água

Ano	Nº de economias	Cenário 1		Cenário 2	
		% de perdas	Consumo médio dia de maior consumo (m³/dia)	% de perdas	Consumo médio dia de maior consumo (m³/dia)
2020	87.095	39	75.520	38	75.520
2025	91.855	39	79.647	35	75.971
2030	96.951	39	84.066	30	74.458
2035	101.133	39	87.692	27	74.478
2040	102.494	39	88.872	25	73.468

Fonte: Serec (2019).

Importante ressaltar que diante da projeção de consumo de água, o trabalho empreendido pela Hidrosan (2020) para constituir propostas de alterações operacionais e investimentos contemplou um apanhado de informações, em diversas áreas, a respeito da situação vigente. Destacou que os problemas estruturais identificados, além de serem causados pela ação natural do tempo e do uso, são efeitos da falta total ou parcial de ações de manutenções corretivas e preventivas.

No entanto, para a construção de propostas para melhoria do SAA, com horizonte para 2040, foi necessário, além de conhecer o Plano Diretor do município em vigor, saber da realidade existente em termos técnicos, econômicos, operacionais, ambientais e sociais, levantar os dados sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, conhecer a infraestrutura, verificar a situação demográfica e uso de ocupação do solo, ter atenção para a projeção do consumo de água, observar o balanço hídrico. Sempre se atentando para que as alternativas a serem apresentadas contemplassem as dimensões social, ambiental e econômica conotando sustentabilidade.

Trabalhando com essa concepção, fazendo uso do apanhado de informações relevantes e com foco para os próximos 20 anos, foram elaboradas três propostas para o SAA contemplando os sistemas produtores, de reservação e distribuição de água para consumo humano. Para cada sistema, foi apresentado uma sugestão com detalhamento e os impactos:

- a) Técnico: disponibilidade hídrica, compatibilização das unidades previstas com o SAA atual, equipes de operação, complexidade de execução das obras e segurança da água;
- b) Econômico: custos diferenciais para investimento;
- c) Ambiental: impactos diferenciais para implementação.

Em reunião realizada em dezembro de 2019, definiu-se, em consenso com o DAAE pela adoção da alternativa 1 que em síntese descreve:

- 1) Sistema Produtor: desativação da ETA I no ano de 2025 e implantação de nova ETA, com captação no Ribeirão Claro (trecho da captação atual, com reservatório de regularização de vazão intra-anual à montante para a captação com vazão de 360 l/s). Manutenção da ETA II com previsão de reformas para adequação das unidades de tratamento (vazão máxima de 535 l/s);
- 2) Sistemas de Reservação: compreende todos os reservatórios que vão compor o sistema, considerando as premissas relacionadas aos sistemas produtores de água;
- 3) Sistemas de Distribuição: a água vai ser distribuída nos setores a partir dos respectivos reservatórios que vão alimentar as redes em questão.

Obviamente que esta demonstração é apenas uma síntese do detalhamento da alternativa, visto que se trata de um investimento de elevado custo e alta complexidade pelas implicações, pois contempla inúmeras ações que abrangem todos os setores do SAA.

A evolução desse processo de melhoria, que demanda estudos e aplicação de recursos, constitui-se, além da preocupação com a segurança da água, com o resultado da aplicação do plano de gestão e processos de negócios aplicados ao SAA, visando alcançar soluções aos problemas e adequações para o futuro.

Ressalta-se que a aplicação do plano de gestão possibilitou a verificação do desempenho dos processos e das demandas comparando com os objetivos delineados. Para tanto, é preciso reunir informações do sistema, de forma ampla, e identificar os pontos críticos para efetuar os ajustes necessário para manter a eficiência e também adequações para o futuro. Sempre estabelecendo os procedimentos de atuação e aplicando métodos de priorização no sentido de mitigação dos riscos (MORAIS, 2015).

No entanto, os conceitos de BPM são caracterizados pela maneira como as articulações foram empreendidas e os objetivos estabelecidos, sempre tendo as expectativas dos clientes como pauta de observação. Por este aspecto, processos de negócios contemplam estratégias, finalidades, cultura, estruturas operacionais, funções, políticas e técnicas aplicadas para que se promovam transformações e melhorias no sentido de garantir a eficiência e resultados planejados (ABPMP, 2013).

Vale, no entanto, destacar que por conta do processo de aperfeiçoamento e busca por melhor desempenho, foi estabelecido um contrato de eficiência energética entre o DAAE e a Elektro Redes S. A., em que a grande contribuição foi a troca de duas bombas (250 e 500 cv) antigas e que apresentavam alto consumo de energia, por duas de igual potência, porém baixo consumo de energia e alta performance, sendo, inclusive, bomba anfíbia, ou seja, trabalha de modo submerso. Essa característica mantém o funcionamento do abastecimento de água para a cidade, mesmo em épocas de enchente. Também esse contrato contemplou um controle através de painéis inversores que monitoram a demanda da rede, ou seja, a operação de bombeamento só ocorre conforme a necessidade tornando a operação mais segura. O custo desse projeto foi de R\$1.000.000,00.

De maneira geral, são muitos pontos de atenção que o PDA contempla, desde a captação no manancial até a entrega no local da ligação. Teve o cuidado em verificar as condições existentes, observar o Plano Diretor do município, programar o futuro e apresentar alternativas para melhorias, sempre procurando traçar um plano de atuação contemplando aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Buscou ter o cuidado com a qualidade da água para atender à população, respeitando as indicações normativas dos órgãos competentes.

5.3 Plano de Combate às Perdas

Perdas de água nos sistemas públicos de abastecimento urbano é um problema crônico e amplamente difundido no setor de saneamento brasileiro, considerando diversos fatores, inclusive, a universalização, reflexo da ineficiência dos sistemas. As altas taxas de perdas repercutem em custos elevados de produção, distribuição e manutenção dos SAA e consequente ausência de recursos financeiros e até hídricos para atender à demanda das populações (ANDRADE SOBRINHO; BORJA, 2016).

As perdas de água caracterizam-se como resultantes da deficiência em quesitos básicos para a gestão operacional, que envolvem sistemas cadastrais técnicos e comerciais: macro e micromedição, capacitação de recursos humanos, entre outros aspectos fundamentais e inerentes o SAA.

Diante da importância das perdas de água para o SAA, evidencia-se a necessidade de promover investimentos em sistemas de medição, monitoramento e controle operacional, que possibilitem realizar diagnósticos consistentes e suficientes para servir de orientação aos gestores na definição e implementação de políticas e ações de controle e redução de perdas, fazendo jus ao conceito de que só é possível gerir o que se mede.

Os SAAs funcionam, geralmente, com elevado nível de perda, o que é incompatível com uma gestão que preza ser racional e eficiente. Com frequência, os diagnósticos indicam problemas no gerenciamento das atividades de manutenção do sistema, pressões excessivas nos encanamentos, rede de distribuição com má qualidade e sem controle de vazamentos, no entanto, não ter conhecimento das causas e da quantificação das perdas configura-se como um grande problema para definir as ações específicas e eficientes de redução de perdas.

Com base nessa problemática, foi desenvolvido o PCP contemplando diferentes aspectos da seguinte forma:

- a) Análise dos dados;
- b) Diagnóstico das perdas correntes no SAA;
- c) Proposição de ações de melhoria.

5.3.1 Análise dos dados

O processo de análise de dados foi uma atividade empreendida com caráter preliminar e objetivou avaliar os dados e informações levantados que refletiam a situação e o desempenho do SAA de Rio Claro bem como em específico os fenômenos de perdas de água, reais e aparentes.

A apuração das perdas no SAA pôde ser elaborada a partir do levantamento do cenário que indicava aspectos específicos. A Figura 8 apresenta uma relação dos dados e informações para a compreensão de tais fenômenos e consequente elaboração dos diagnósticos.

Figura 8 – Tipologias das informações levantadas

Fonte: Própria autoria.

Percebe-se que são diversos pontos em que podem ser registrados perdas, cada um com sua contribuição em diferentes proporções, mas que integram o somatório. No entanto, as análises foram pautadas na avaliação do balanço hídrico nos moldes indicados pela *International Water Association* (IWA), mundialmente reconhecido e, também, muito utilizado no Brasil.

O balanço hídrico, considerado uma ferramenta bastante útil e fundamental na percepção do diagnóstico de perdas, tem incertezas associadas à exatidão dos resultados apurados pela totalização dos medidores de vazão atuantes no SAA bem como das estimativas de volumes tanto de entrada como de consumos não medidos, usos operacionais, fraudes e ligações clandestinas.

No entanto, o histórico de produção e índices de perdas na distribuição, demonstrados na Tabela 2, expressam a realidade em que se encontra o DAAE com relação à operacionalidade do SAA.

Tabela 2 – Histórico de produção e índice de perdas

Ano	Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	Perdas na distribuição (%)
2010	25.349,00	36,0
2011	23.284,48	49,3
2012	22.135,47	46,1
2013	21.770,44	44,1
2014	20.798,74	38,8
2015	19.407,77	41,5
2016	20.390,53	39,7
2017	20.951,09	39,7
2018	20.900,05	38,3

Fonte: Adaptado de Brasil (2019) e Rio Claro (2020).

A observação dos resultados leva à percepção de que a amplitude da taxa de perdas variou entre 36,0 a 41,5% no período analisado, sendo que no ano de 2018 acusou 38,3%, índice superior ao apresentado como média das perdas dos municípios do estado de São Paulo, para o mesmo ano, que foi de 34,1%, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), unidade vinculada à Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) órgão ligado ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (BRASIL, 2019). Os valores são estimados, porém deixam transparecer que podem ser melhorados pela aplicação de investimentos e implementação de ações específicas.

As quantificações e volumes apurados, mesmo que pelo método de estimativa, dão uma noção da realidade da situação em que se encontra o SAA, visto que evoluem para a dimensão monetária. Desta forma, a Tabela 3 mostra o custo anual pelo agrupamento em categoria.

Tabela 3 – Estimativa do custo de produção em 2018

Categoria	Custo anual (R\$)	Participação (%)
Produtos químicos	5.131.221,80	24,92
Energia elétrica	10.272.270,31	49,90
Mão de obra/Serviços em geral	5.183.496,59	25,18
Total	20.586.988,70	100,00

Fonte: Adaptado de Rio Claro (2020).

Além dos números apresentados, existe uma gama de indicadores que fazem parte do processo de análise de dados instituído no sentido de mapear a situação operacional e econômica do SAA. Entretanto, a convergência das informações estimula a realização do diagnóstico para verificar onde é possível empreender investimentos e melhorias.

A observação de Cavalcanti (2017) mostra que a modelagem em BPM tem como objetivo avaliar a situação e promover reformulações ou implementações inovadoras para constituir um método de atuação que contemple de processos e evidencie a eficiência para que as metas e objetivos sejam alcançados, tornando o negócio competitivo e balizado pelos aspectos técnicos, econômicos e ambientais e no caso do SAA sociais.

Assim, a análise de dados representou uma maneira estratégica de conhecer a realidade da situação em que se encontrava o DAAE em termos de captação, produção, reservação e distribuição de água no município de Rio Claro. Mesmo sendo uma autarquia, o DAAE precisa ser eficiente para manter suas atividades e condições de atender à população em conformidade com as determinações legais.

5.3.2 Diagnóstico operacional

O diagnóstico operacional do SAA partiu do princípio que todo processo deve ser avaliado, desde o manancial ao ponto de ligação para consumo. Nesse sentido o Quadro 3 apresenta as unidades operacionais e suas descrições.

Quadro 3 – Resumo dos dados das unidades operacionais do SAA

UNIDADE OPERACIONAL	DESCRIÇÃO
Captação	Rio Corumbataí, Ribeirão Claro e 2 poços profundos e 2 rasos.
Estações Elevatórias de Água Bruta	- Captação Ribeirão Claro - Captação Rio Corumbataí
ETAs	- ETA I Ribeirão Claro - ETA II Corumbataí
Estações Elevatórias de Água Tratada	7 estações
Reservatórios	58 reservatórios ativos - aproximadamente: 33.122 m ³
Total de Redes em operação	Extensão total: 814,66 Km

Fonte: Própria autoria.

Além da descrição do sistema, em suas unidades operacionais, o diagnóstico também percorreu pelas informações de pressão média aplicada na rede, o balanço hídrico (elemento fundamental no processo de análise), calibração do balanço hídrico (observação para o consumo *per capita*), composição dos volumes apurados com base nos resultados do balanço hídrico, considerações e recomendações para programa de perdas, análise de dados para perdas reais e aparentes e, finalmente, análise crítica das informações coletadas.

A finalidade do trabalho empreendido e apresentado pela Hidrosan (2020) foi realizar um levantamento de informações de maneira geral a respeito da funcionalidade do SAA e identificar a eficiência operacional, no entanto, fazer avaliações para estabelecer ações de melhorias, tanto na mudança e implementação de procedimentos como em investimentos necessários.

A composição sintetizada dos dados apurados pela utilização dos resultados produzidos pelo balanço hídrico, apresentadas na Tabela 4, possibilitou perceber os volumes e seus correspondentes valores bem com o percentual de participação em relação ao volume disponível. Em destaque as perdas totais que representam 40,1%, sendo 33,9% de perdas reais e 6,2% de perdas aparentes. Os valores resultam do cruzamento dos volumes com tarifas média levantada pelo SNIS e custos utilizados pelo próprio DAAE. Desta forma, tem-se a valorização para o que se perde e para o que é passível de recuperação. Estas informações consolidam-se como elementos para a elaboração do planejamento e priorização do controle e combate às perdas, robustecendo o diagnóstico do sistema e confirmando a necessidade de propostas.

Tabela 4 – Composição dos volumes totais apurados pelo balanço hídrico

Volumes apurados	Volume (m³/ano)	% (do volume disponível)	Valores estimados (R\$)
Volume Aduzido	25.798.896	100,0	-
Volume de Processo	351.972	1,4	-
Volume Disponibilizado	25.943.530	100,0	* 60.707.859,00
Volume Utilizado	15.549.372	59,9	* 36.385.530,00
Volume Faturado	15.021.576	57,9	** 116.116.782,00
Volume Não Faturado	10.921.954	42,1	*** 27.144.462,00
Perdas Totais	10.394.158	40,1	*** 32.999.635,00
Perdas Reais	8.784.268	33,9	* 20.555.187,00
Perdas Aparentes	1.609.890	6,2	** 12.444.448,00
Perdas Reais Inevitáveis	1.115.536	4,3	* 2.610.355,00
Perdas Aparentes de ref. (5% da VF)	751.079	2,9	** 5.805.839,00
Perdas Totais Inevitáveis	1.866.615	7,2	** 8.416.194,00
Perdas Reais recuperáveis	7.668.731	29,6	* 17.944.832,00
Perdas Aparentes Recuperáveis	858.811	3,3	** 6.638.609,00
Perdas Aparentes Recuperáveis	8.527.542	32,9	*** 24.583.440,00

* Custo de Produção - R\$ 1,96 - DAAE – Rio Claro, 2019.

** Tarifa Média - R\$ 4,33 – SNIS 2017

*** Composição por Custos de Produção e Tarifa Média.

Fonte: Adaptado de Brasil (2019) e Rio Claro (2020).

Os volumes perdidos são significativos no cenário de produção e distribuição de água pelo DAAE. Utilizando-se da mesma linha de raciocínio, a Tabela 5 apresenta os fatores que intensificam as perdas reais e as perdas aparentes, com os devidos reflexos financeiros.

Tabela 5 – Composição dos volumes perdidos

Volumes perdidos	Volume (m³/ano)	% (do volume perdido)	Valores estimados (R\$)
Perdas Reais	1.115.536	10,7	* 2.610.355,00
Vazamentos Inerentes	1.115.536	10,7	* 2.610.355,00
Perdas Aparentes	134.157	1,3	** 1.037.037,00
Imprecisão dos medidores	115.281	1,1	** 891.123,00
Práticas de leituras e erros de manipulação de dados	12.644	0,1	** 97.741,00
Ligações Clandestinas	1.346	0,0	** 10.402,00
Fraudes nos Hidrômetros e nas ligações	1.223	0,0	** 9.456,00
Erros de Estimativas de consumos não faturados medidos	3.663	0,0	** 28.315,00
Imprecisão dos medidores (inevitáveis)	751.079	7,2	** 5.805.839,00

* Custo de Produção - R\$ 1,96 - DAAE – Rio Claro, 2019.

** Tarifa Média - R\$ 4,33 – SNIS 2017

Fonte: Adaptado de Brasil (2019) e Rio Claro (2020).

Os resultados revelados sinalizam que para mitigar às perdas reais é necessário priorizar as ações de combate ativo de vazamentos em ramais prediais, efetuar os reparos com mais rapidez e qualidade bem como elaborar um plano para substituição de redes e ramais que apresentam danos com frequência.

Diante da importância do trabalho específico para redução das perdas é preciso dar prioridade e com ênfase à renovação do parque de hidrômetros com a substituição de todos os medidores com vida útil vencida. Também outras ações como a implementação e otimização do controle de pressão na rede de distribuição de água e a instalação de macromedidores são essenciais para conseguir melhor eficiência do programa de perdas a ser implantado.

Os indicadores expressos pela realização do balanço hídrico revelam que os níveis de perdas do SAA de Rio Claro estão acima das médias globais e das metas da autarquia. Por este aspecto, torna-se imperioso proceder à capacitação técnica, fazer uma gestão da infraestrutura eficiente e ser ativo no controle e combate às perdas para conseguir resultados positivos em termos de diminuição dos volumes de água não faturada, entretanto, é importante avaliar a viabilidade técnica-econômica para implementação desses investimentos que se destinam a melhoria do sistema (HIDROSAN, 2020).

Assim, foi possível perceber que as perdas têm uma representatividade significativa no cenário de atuação do SAA e requer estudos e investimentos bem como propostas de ações específicas para melhoria de todo sistema objetivando elevação do nível de eficiência.

5.3.3 Proposição de ações para melhoria do negócio

Os resultados percentuais referentes aos volumes perdidos no SAA de Rio Claro implicam no empreendimento de mais atenção e intensificação de esforços para as ações de redução ou eliminação das perdas reais, como combater ativamente os vazamentos, controlar de pressões, ter agilidade e qualidade na realização dos consertos e aplicar uma gestão eficiente de infraestrutura.

No entanto, em face do potencial de recuperação de receitas derivadas do trabalho específico de combate às perdas aparentes, torna-se fundamental em um sistema que apresenta elevadas taxas de perdas, colocar em prática ações para acabar com as perdas aparentes, como renovar o parque de hidrômetros, combater as fraudes e irregularidades, fazer a gestão comercial e atualizar o cadastro das ligações, também é necessário tratar de modo estratégico com ênfase, para que a quantidade de desperdício seja reduzida e os volumes de água medida e faturada aumentem por meio das ações de combate às perdas a serem propostas.

As propostas apresentadas a seguir vêm como repercussão dos resultados apurados pela realização do balanço hídrico, da concentração das mais variadas informações geradas pelo DAAE, de dados oficiais governamentais, de referências bibliográficas e de estudos mercadológicos de órgão competentes, entre outros.

5.3.3.1 Classificação das ações

As proposições de melhorias evidenciam-se como alternativas para aperfeiçoamento do SAA e estão direcionadas ao estabelecimento de ações para desenvolvimento institucional focadas no combate às perdas. Por esta visão, são apresentadas propostas para melhorias na área administrativa, controle e redução das perdas reais (investimentos em Infraestrutura e combate às perdas reais) e das perdas aparentes. O Quadro 4 expressa a classificação das ações necessárias.

Quadro 4 – Ações necessárias

REFLEXO	Nº DA AÇÃO	AÇÕES
Administrativo	1	Sistema cadastral técnico
	2	Sistema cadastral comercial
	3	Capacitação técnica
	4	Controle de perdas
	5	Especificação de equipamentos mínimos
Perdas reais	6	Cadastro técnico
	7	Macromedição do Sistema
	8	Setorização
	9	Controle ativo dos vazamentos
	10	Rapidez e qualidade dos reparos
	11	Controle de Pressões
	12	Gestão da infraestrutura
Perdas aparentes	13	Melhorias e manutenção da cobertura da micromedição
	14	Renovação do parque de hidrômetros
	15	Combate às fraudes e ligações clandestinas
	16	Atualização do cadastro comercial

Fonte: Própria autoria.

As ações apresentadas como necessárias, mesmo diante da importância de cada uma para o processo de negócios em abastecimento de água, foram avaliadas e classificadas conforme o nível de impacto e prioridade indicados pelo IFAC (1999) e estão dispostas no Quadro 5.

Quadro 5 – Classificação das ações conforme o grau de impacto e probabilidade

REFLEXO	Nº DA AÇÃO	AÇÕES	IMPACTO	PROB.
Administrativo	1	Sistema cadastral técnico	Alta	Baixa
	2	Sistema cadastral comercial	Baixa	Alta
	3	Capacitação técnica	Alta	Baixa
	4	Controle de perdas	Alta	Alta
	5	Especificação de equipamentos mínimos	Alta	Baixa
Perdas reais	6	Cadastro técnico	Alta	Alta
	7	Macromedição do Sistema	Alta	Alta
	8	Setorização	Baixa	Baixa
	9	Controle ativo dos vazamentos	Alta	Baixa
	10	Rapidez e qualidade dos reparos	Alta	Alta
	11	Controle de Pressões	Alta	Alta
	12	Gestão da infraestrutura	Alta	Alta
Perdas aparentes	13	Melhorias e manutenção da cobertura da micromedição	Alta	Alta
	14	Renovação do parque de hidrômetros	Alta	Alta
	15	Combate às fraudes e ligações clandestinas	Alta	Alta
	16	Atualização do cadastro comercial	Baixa	Alta

Fonte: Própria autoria.

Pela classificação apresentada, percebe-se que nove ações receberam classificação com alto grau para impacto e probabilidade, deixando explícito que são atividades que podem ter repercussão significativa diante da situação atual e que demandam atenção para implementação. Na pretensão de apresentar melhorias para o SAA do DAAE, estas ações demarcadas como alto impacto e probabilidade concentram atividades representativas e que precisam ser aprimoradas.

Entretanto, a ação de setorização foi classificada com nível baixo para impacto e probabilidade, pois apesar de fazer parte da pauta de propostas não oferece relevante retorno pela implementação, mas tem sua importância no cenário de melhorias, visto que se constitui como um facilitador para a identificação dos canais de distribuição e pontos de uso. Por outra constatação, algumas ações mostram

classificações diferentes para impacto e probabilidade, mas têm seu valor no processo do SAA.

A classificação realizada possibilitou alocar as ações na matriz de priorização (Figura 9) e ter uma demonstração explícita daquelas que merecem mais atenção por estarem posicionadas na área em vermelho do gráfico. São nove ações consideradas prioritárias que vão refletir no âmbito administrativo, perdas reais e perdas aparentes, consequentemente, no cenário de atuação do SAA.

Figura 9 – Matriz de priorização das ações

Fonte: Adaptado de IFAC (1999, p. 21).

Portanto, com base na análise realizada pelo pesquisador, as ações que se destacaram como de elevada prioridade para implementação são as seguintes:

- 4 - Controle de perdas;
- 6 - Cadastro técnico;
- 7 - Macromedição do Sistema;
- 10 - Rapidez e qualidade dos reparos;
- 11 - Controle de Pressões;
- 12 - Gestão da infraestrutura;
- 13 - Melhorias e manutenção da cobertura da micromedição;

- 14 - Renovação do parque de hidrômetros;
- 15 - Combate às fraudes e ligações clandestinas.

O controle de perdas resulta da utilização do balanço hídrico realizado e por meio do uso de telemetria e telecomando em sistemas de distribuição de água que têm o apoio de *softwares* de modelagem e simulação hidráulica como suporte a operação. Portanto, o cadastro técnico deve conter informações com qualidade, vetorização e georreferenciamento das ligações bem como sistema Setor/Quadra/Lote (SQL), controle das revisões, disponibilidade de acessos, integração com o cadastro comercial e banco de dados de consumos e outras informações pertinentes.

A macromedição do sistema tem envolvimento com a avaliação dos volumes produzidos e disponibilizados no SAA, tendo uma atenção especial para o parque de medidores e sistemas de monitoramento remoto bem como critérios e parâmetros de análises, compreendendo também as observações de abastecimentos de setores e de DMCs.

A rapidez e a qualidade dos reparos constituem-se como fatores inerentes para a eficiência e eficácia do SAA, assegurando a funcionalidade e atendimento aos clientes. Obviamente que o desempenho do sistema de distribuição requer o ajuste e controle de pressões compatíveis com a estrutura existente.

A gestão de infraestrutura remete às ações que compreendem análise do cadastro de redes e ramais de distribuição fazendo comparação com o material e idade das redes, constituindo avaliação para indicação de necessidades de melhorias do SAA e também os critérios e parâmetros. Tem envolvimento com o trabalho de aprimoramento e manutenção da cobertura da macromedição, procurando estabelecer monitoramento dos volumes produzidos e disponibilizados na rede de distribuição.

Portanto, institui-se como fator preponderante para obtenção de resultados em termos de combate às perdas, a renovação do parque de hidrômetros, com equipamentos mais atualizados tecnologicamente. Esse procedimento constitui-se como aspecto relevante para o empreendimento de trabalho que visa reduzir ou eliminar as fraudes e as ligações clandestinas. É uma atividade complexa e que

demanda atenção para abrangência em todo o sistema, pois, certamente, as mitigações dos pontos de perdas refletem em eficiência e eficácia do SAA.

Assim, cada processo listado na matriz tem sua importância para a organização e urgência de efetivação. A técnica para priorizar as atividades precisa ter sintonia com os objetivos da organização e reflexo positivo nas demandas do cliente. Portanto, estes fatores são fundamentais para os métodos de priorização, visto que devem envolver a capacidade de previsão de mudança para melhoria (ABPMP, 2013).

5.3.3.2 *Propostas de melhorias*

As ações de caráter institucional derivadas das observações e análises são direcionadas ao fortalecimento das áreas administrativa, operacional e técnica, têm envolvimento com as atividades de mitigação do desperdício, no sentido de contribuir para o melhor aproveitamento dos recursos investidos nos programas de controle e combate às perdas no SAA. São elas:

- Sistema cadastral técnico: georreferenciar o cadastro; fazer o *as-built* das unidades operacionais e inseri-las no cadastro técnico; sistematizar as atualizações cadastrais documentais e fazer a migração completa do cadastro ao sistema;
- Sistema cadastral comercial: redefinir a forma de acesso ao sistema de consulta para agilizar a visualização de informações;
- Capacitação técnica: trabalhar o aperfeiçoamento das equipes, de forma específica, para melhor desempenho das atividades
- Controle de perdas: institucionalizar processos de combate às perdas; estabelecer uma gestão de materiais; elaborar protocolos para serviços de campo;
- Especificação de equipamentos mínimos: aparelhar o DAAE com instrumentos, ferramental e sistemas específicos à gestão de perdas.

No cenário de propostas orientadas a reduzir as perdas reais, não pode faltar as ações de combate e controle efetivo das perdas, como também se torna relevante a constituição de uma infraestrutura e utilização de equipamentos apropriados para realizar o monitoramento por meio da macromedição, o controle de pressões na rede

de distribuição e a gestão do sistema no sentido de que com a aplicação dos procedimentos adequados os resultados possam ser conseguidos e mantidos dentro dos níveis, conforme o estabelecido em planejamento.

A seguir são apresentadas as propostas para melhorias para controle redução de perdas reais, tomando como base investimentos em infraestrutura e ações de combate:

- Cadastro técnico: atualizar e revisar o cadastro técnico (rede, peças e equipamentos específicos do SAA, topografia e limites operacionais;
- Macromedição do Sistema: implantar macromedidores nas saídas dos reservatórios, nas entradas de setores de distribuição, áreas controladas por válvulas redutoras de pressão e nos *boosters* ativos; programar colocação de medidores na entrada dos distritos de medição de controle (DMCs) e onde houver viabilidade física e/ou técnica para instalação prever a construção de caixa abrigo para apuração de grandezas hidráulicas com equipamentos portáteis; construção de caixa de proteção para todos os macromedidores;
- Setorização: fazer estudos e implementação de setorização clássica, analisar e validar a setorização da distribuição e avaliar a implantação de DMCs baseados na IWA;
- Controle ativo dos vazamentos: combater ativamente os vazamentos pelo uso de varreduras no sistema visando o menor tempo entre conhecimento e reparo; sistematizar histórico de registro dos serviços para possibilitar análise de desempenho;
- Rapidez e qualidade dos reparos: registrar falhas dos materiais usados e serviço realizado; mapear a posição dos reparos de vazamentos pelo georreferenciamento ou identificação dos ramais prediais mais próximos para elaboração de mapas temáticos dos vazamentos;
- Controle de Pressões: identificar as áreas potenciais para implementação do controle de pressão com válvulas redutoras de pressão automáticas;
- Gestão da infraestrutura: aplicar a simulação hidráulica para priorizar a substituição de redes comprometidas pelo desgaste de material e idade superior a 50 anos de uso; trocar toda rede de cimento amianto – 22,93

km de extensão; renovar os ramais prediais com suspeitas de vazamentos.

Com base nos resultados do balanço hídrico pôde-se conhecer o volume de perda aparente total e sua composição pelo aspecto potencialmente recuperável e inevitável. As propostas de melhorias e redução destas perdas vêm por ações específicas em quatro situações:

- 1) Melhoria no sistema comercial;
- 2) Renovação do parque de medidores;
- 3) Combate às fraudes e ligações clandestinas;
- 4) Atualização do cadastro comercial.

Desta forma, são listadas as proposições de ações para mitigar as perdas aparentes:

- Melhorias e manutenção da cobertura da micromedição: instalar hidrômetros em todas as novas ligações e atuar em ações comerciais para tornar todas as ligações em ativas;
- Renovação do parque de hidrômetros: renovar o parque de hidrômetros, principalmente os medidores com vida útil vencida;
- Combate às fraudes e ligações clandestinas: analisar as anormalidades de consumo em períodos cíclicos a cada três meses, priorizando os médios e grandes usuários (acima de 50m³/mês) e investigar fraudes; regularizar hidrômetros com consumo abaixo de 10m³/mês (instalar lacres nos hidrômetros; colocar os medidores em posição normal de trabalho; padronizar os cavaletes e os medidores de todo o parque de hidrômetros); investigar ligações clandestinas (sem histórico de faturamento); levantar ligações irregulares;
- Atualização do cadastro comercial: atualizar o cadastro comercial de todas as categorias de consumidores;

E, finalmente, a proposta de setorização do SAA para medições e controles através da implementação de DMCs. Esta proposição tem a finalidade de melhor estabelecer o planejamento das obras nas mais diferentes regiões da cidade e também objetivando minimizar a falta de água por conta da realização de serviços.

Considera-se na efetivação otimizar a gestão administrativa das medições e elaboração dos controles para acompanhamento de consumo e redução de perdas.

Insere-se nesse panorama de ações específicas para condução e obtenção de resultados com relação ao desempenho do SAA, refletido em produção de água para consumo humano, a aplicação de ferramentas de gestão destinadas ao direcionamento do negócio tanto pelo aspecto administrativo como operacional. Dentre as diferentes articulações que são implementadas, podem ser destacados o programa de qualificação dos recursos humanos, atenção à qualidade da água e plano de gestão do SAA.

O quadro de funcionários é constituído com base nas habilidades e conhecimentos, no entanto, sempre é necessário capacitação contínua para adequação às novas tecnologias ou suprir carências de informações. Portanto, existe o programa de aperfeiçoamento em que se processa o incentivo ao estudo, onde os trabalhadores são motivados a buscar aquisição de saberes por meio de capacitação interna e uso de currículo escolar.

A água para consumo humano demanda elevado nível de qualidade que é conseguido pela execução de procedimentos instituídos e sustentados tecnicamente. Ao longo de todo o processo, desde a captação na fonte até a entrega ao consumidor, cada etapa requer atenção e acompanhamento na execução das atividades no sentido de identificar, avaliar e controlar o desempenho operacional com observação aos pontos críticos e orientações técnicas.

O plano de gestão do SAA visa estabelecer métodos gerenciais para articular ações de apoio evidenciadas em capacitações, práticas de higiene, POPs, melhorias, pesquisas e desenvolvimento bem como monitoramento da operacionalidade do sistema em todas suas particularidades, visando obtenção dos melhores resultados conforme planejamentos.

Ainda com relação às propostas de ações de melhorias do negócio voltadas ao SAA, com base nos conceitos da matriz de risco propõe-se a utilização de ferramentas específicas para mediante observação ampla descrever as características do ambiente e suas finalidades, importância social e processo produtivo, avaliar como acontecem as atividades e os resultados obtidos bem como analisar o ambiente de

negócio e comparação com o cenário produtivo evidenciado no dia a dia para definir os pontos críticos e elaborar propostas de melhorias.

5.3.3.3 Fluxograma para implementação de atividades de melhoria

Como foi apresentado, são várias propostas de melhorias que se evidenciam em ações que por sua vez concentram diversas atividades. Algumas dessas atividades são inovadoras para o processo de negócios do DAAE, porém outras já existem, mas são indicadas para incrementos nas rotinas. Ressalta-se que, da concepção da atividade à sua implementação, são várias etapas com envolvimento de avaliações e utilização de recursos que são expressas no fluxograma da Figura 10.

Figura 10 – Fluxograma para implementação de atividades

Fonte: Própria autoria.

De modo objetivo, o fluxograma indica que uma atividade proposta como melhoria do processo de negócio passa por uma análise para verificar sua viabilidade

técnica, econômica e ambiental, sendo confirmada, observam-se os possíveis impactos para a organização e, então, implementada. Cada atividade representa uma oportunidade de melhoria para o processo de negócio do SAA executado pelo DAAE.

5.4 Plano de Segurança da Água

O PSA, expresso nos direcionamentos da WHO (2017), apresenta-se com a finalidade estratégica de mitigar os riscos de disponibilizar água inadequada ao consumo humano e animal. Trata-se de uma maneira de assegurar a qualidade da água visando a segurança alimentar. Por esta visão, todo o processo de produção de água potável, desde a captação da água bruta até o consumidor final, visa à qualidade e à segurança da água pelo empreendimento de energias para evitar e diminuir a contaminação no transcurso de todo o sistema.

A Hidrosan (2020), ao desenvolver um PSA para o DAAE de Rio Claro, tendo como foco o SAA para atender da melhor forma a população local, procurou seguir as premissas indicadas pelo MS, pela OMS e pelo Guia Prático. O trabalho apresentado enfatizou dois aspectos:

- 1) Diagnóstico do SAA:
 - Constituição da equipe do PSA;
 - Diagnóstico do SAA de Rio Claro/SP;
 - Histórico operacional da ETA;
 - Ensaio nas unidades da ETA;
 - Ensaio de tratabilidade.
- 2) Avaliação dos riscos, plano de monitoramento e planos de gestão referentes ao SAA:
 - Identificação e análise dos perigos potenciais e caracterização dos riscos;
 - Identificação, avaliação e monitoramento das medidas de controle;
 - Identificação dos pontos de controle;
 - Monitoramento operacional da implementação do PSA;
 - Estabelecimento de limites críticos, procedimentos de monitoramento e ações corretivas para condições normais e de incidentes;
 - Estabelecimento de planos de gestão;

- Desenvolvimento de programas de apoio, como capacitação, práticas de higiene, procedimentos operacionais padrão (POPs), atualização, aperfeiçoamento, pesquisa e desenvolvimento;
- Verificação do PSA.

Considerando o que já foi descrito, a Hidrosan (2020) destaca que o PSA é configurado para avaliar todo o SAA, a captação de água bruta, o tratamento aplicado e o sistema de distribuição aos consumidores. Para tanto, é necessária uma equipe interna de implementação do plano, capacitada e que tenha a função de:

- Acompanhar e subsidiar a elaboração do PSA, fornecendo informações à equipe de consultores externos;
- Validar os produtos das diversas etapas de elaboração do PSA;
- Implementar as medidas de controle e ações corretivas, determinadas pela equipe de consultores externos;
- Realizar o monitoramento da eficiência das medidas de controle propostas.

A estruturação de equipe sugerida nas diretrizes para elaboração de PSA proveniente da OMS, é apresentada pela Figura 11.

Figura 11 – Formação da equipe para implementação do PSA

Fonte: Própria autoria.

O diagnóstico do SAA contemplou uma descrição e avaliação por meio de levantamento dos aspectos gerais, da bacia hidrográfica e mananciais de captação, das captações a adutoras de água bruta, das estações de tratamento de água, das elevatórias, reservação, adutoras e rede de distribuição de água tratada bem como análise dos dados operacionais.

O histórico operacional da ETA revela além dos investimentos e melhorias ao longo do tempo, as reclamações registradas pelos consumidores. Por meio de um canal de comunicação as pessoas podem apresentar reclamações, solicitar serviços e dar sugestões, solicitar informações com funcionamento todos os dias da semana. No ano de 2018 foram contabilizadas 565 reclamações.

Os ensaios realizados nas unidades da ETA I e correspondente tratabilidade foram no sentido de constituir uma estimativa de vazão afluente e avaliação das unidades de filtração (lavagem dos filtros, avaliação da qualidade da água filtrada depois da lavagem e granulometria do meio filtrante – existência de bolas de lodo e batimetria do meio filtrante). Já na ETA II foram feitas as avaliações da lavagem dos filtros, da qualidade da água filtrada depois da lavagem e batimetria do topo do meio filtrante.

A análise dos riscos vem pela identificação e avaliação dos perigos potenciais e caracterização dos riscos. Enfatizando que para este estudo, a Hidrosan (2020, v. 3, t. 2, p. 13) cita o risco como a “probabilidade de ocorrência de um perigo causador de danos para a saúde de uma certa população a ele exposta, num determinado espaço de tempo, e considerando a severidade das suas consequências”. E perigo é o agente biológico, físico, químico ou radiológico que pode causar doença a uma determinada população a ele exposta ou de gerar danos nas infraestruturas de um SAA. Podem ser classificados como perigos qualquer agente, tais como: físico, químico, microbiológico, radiológico, desabastecimento e infraestrutura.

O plano de monitoramento pela evolução de suas atividades e concepções busca identificar, avaliar e monitorar as medidas de controle, localizar os pontos de controle, fazer o acompanhamento operacional da implementação do PSA e estabelecer os limites críticos, procedimentos de monitoramento e ações corretivas para condições normais e de incidentes (HIDROSAN, 2020).

Já os planos de gestão referentes ao SAA preconizam definir os métodos de gerenciamento como criar e implementar programas de suporte, como capacitações, práticas de higiene, POPs, atualizações, aprimoramentos, pesquisa e desenvolvimento bem como a verificação da funcionalidade do PSA mediante a expectativa de resultados e objetivos delineados.

Ressalta-se, no entanto, que a gestão na capacidade técnica no âmbito do DAAE pode ser conseguida por meio da implementação de ações de melhorias com a sensibilização e conscientização da importância da participação de todos para que a qualidade da água para consumo humano seja alcançada para atender a toda a população da cidade de Rio Claro. Constitui-se, portanto, um trabalho de avaliação do cenário atual, identificação de pontos de melhoria e execução dos procedimentos adequados bem como intenso processo de capacitação dos integrantes do quadro de funcionários internalizando novas tecnologias para consolidar a eficiência e eficácia do SAA.

Assim, vale destacar que o PSA em sua configuração para atuar em um SAA, e no DAAE de Rio Claro não é diferente, pois esta autarquia prima pela qualidade da água considerando as consequências para a segurança alimentar, tem três objetivos fundamentais: minimizar as fontes de contaminação pontual e difusa no manancial; eliminar a contaminação no decorrer do processo de tratamento; e, finalmente, prevenir a (re)contaminação da água no processo de armazenagem e no sistema de distribuição. Sempre está compromissado em garantir a qualidade da água para consumo humano e animal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste estudo foi orientado pelo objetivo geral que expressava avaliar o impacto da qualidade da água e suas consequências para o consumo humano e animal tomando como base o SAA do DAAE de Rio Claro em suas atividades de produção de água potável, observando as características da realidade do processo, desde a captação à entrega do produto final aos consumidores, além de mediante a situação a ser levantada apresentar propostas de melhorias para o sistema.

Por ser um estudo de caso, a sustentação teórica foi construída com base em uma revisão de literatura que procurou trazer uma abordagem contemplando três abordagens: o PSA apresentou os aspectos conceituais e definições de metas e objetivos de saúde; planos de gestão que revelaram procedimentos para gestão e condições excepcionais e métodos de priorização da mitigação do risco; e, por último, processos de negócios tecendo comentários sobre gestão e modelagem dos processos.

Importante destacar que para a realização do estudo e composição final, demarcando-o como um conhecimento científico, foi necessário aplicar métodos de pesquisa que possibilitaram a caracterização e delimitação da pesquisa além de descrever dados específicos do ambiente utilizado para o estudo de caso. Durante a elaboração do conteúdo, as ponderações sempre estiveram voltadas para a essência da pesquisa que foi a qualidade da água para consumo humano e animal na perspectiva do empreendimento do SAA pelo DAAE da cidade de Rio Claro.

Toda aplicação de esforços e estratégias para reunião de informações conduziu à exposição de que o PSA tem sua configuração direcionada para minimizar, eliminar e prevenir a contaminação da água a ser utilizada para consumo da população. Entretanto, o processo é bem abrangente, pois tem a observação de todos os fatores críticos desde os mananciais como fonte de captação até o local do consumidor. A saúde das pessoas usuárias da água tratada é de suma importância para o PSA, portanto, os procedimentos, atividades e ações precisam estar amparadas em conceitos técnicos, métodos específicos e legislações para assegurar a qualidade do produto final.

No entanto, a evolução das atividades e relevância do processo demandam aplicação de planos de gestão para que sejam colocadas em prática as articulações no sentido de direcionamento das ações e empreendimento dos métodos de priorização diante de condições excepcionais que surgirem. Enfatizando que o plano de gestão faz a verificação, de maneira frequente, do desempenho do PSA, com a prerrogativa de manter a eficiência, porém em situações de necessidade utiliza-se do histórico de informações para estabelecer a avaliação e resolução do problema e garantir o funcionamento do SAA.

Já os processos de negócios evidenciam-se como ferramentas inovadoras e estratégicas para perceber as operações de negócio, não se prendendo ao formato tradicional de funcionamento, mas demonstrando uma visão ampla para organização das atividades e tarefas com expectativa de otimização dos recursos e elevação do nível de eficiência, por meio de instituições de cenários produtivos.

Tanto o PSA, plano de gestão e processos de negócios em função de suas competências têm sido, direta ou indiretamente, aplicados no SAA pelo trabalho da Hidrosan que se empenhou em levantar os dados necessários e traçar novos horizontes para o DAAE a partir de propostas de ações de melhorias para a produção de água potável para consumo da população da cidade.

O panorama do conteúdo do estudo apresentado leva a concluir que sempre é possível constituir melhorias, principalmente, quando as demandas estão explícitas. Desta forma, o PSA expressa um ordenamento para que se tenha não somente um SAA funcionando, mas que os consumidores da cidade de Rio Claro possam sentir qualidade na água do consumo diário. Também pode-se aludir que as propostas de ações de melhorias são consistentes e concentram expectativas de resultados positivos.

Assim, espera-se que esse conjunto de informações e propostas possa servir para transformação no SAA de Rio Claro, refletindo em água com qualidade para a população, suportada pelo PSA, plano de gestão e processos de negócios. Acredita-se que este assunto é relevante e que outras pesquisas possam ser realizadas gerando novos conhecimentos para não só servir a comunidade acadêmica, mas também a sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- AIRES, R. F. F.; SALGADO, C. C. R. Modelagem de processos de negócio para a melhoria do processo produtivo de uma metalúrgica. **Revista de Tecnologia Aplicada**, Campo Limpo Paulista, SP, v. 5, n. 3, p. 3-15, set./dez. 2016. Disponível em: <http://www.cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RTA/article/download/1003/494>. Acesso em: 1 set. 2019.
- ANDRADE SOBRINHO, R.; BORJA, P. C. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Eng Sanit Ambient**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 783-795, set./dez. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-21-04-00783.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO/IEC 27005**: Tecnologia da Informação – Técnicas de Segurança – Gestão de riscos de segurança da informação. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2011.
- ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Guia para o gerenciamento de processos de negócio** – corpo comum de conhecimento (BPM CBOK). Brasília: ABPMP, 2013.
- BASTOS, R. K. X. **Roteiro de orientação para implantação de planos de segurança da água – PSA**, 2010. Disponível em: <http://pisast.saude.gov.br:8080/pisast/saude-ambiental/vigiagua/plano-de-seguranca-da-agua-psa>. Acesso em: 2 fev. 2012.
- BASTOS, M. C. P.; FERREIRA, D. V. **Metodologia científica**. Londrina, PR: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.
- BEVILACQUA, Paula Dias et al. Vigilância da qualidade da água para consumo humano no âmbito municipal: contornos, desafios e possibilidades. **Saúde e Sociedade**, v. 23, p. 467-483, 2014.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; [...]; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 11abr. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2011. Seção 1, página 39/46. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html?mobile. Acesso em: 2 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Plano de segurança da água**: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS. Brasília: MS, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Portal da Qualidade das Águas. **Indicadores de qualidade** - índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP). 2015. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-qualidade-bruta.aspx>. Acesso em: 2 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico SNIS 2018**. Brasília: SNIS, 2019.

CAMPOS, A. L. N. **Modelagem de processos com BPMN**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

CAVALCANTI, R. **Modelagem de processos de negócios**: roteiro para realização de projetos de modelagem de processos de negócios. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTO DO RIO DE JANEIRO. **Relatório de sustentabilidade 2017**. Rio de Janeiro: CEDAE, 2018.

DIAS, M. Gerenciamento de processos de negócios: estudo de caso da integração entre BPMN e UML. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4., 2015, São Paulo. **Anais SINGEP**. São Paulo: UNINOVE, 2015. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/734.pdf>. Acesso em: 1 set. 2019.

HIDROSAN ENGENHARIA SS LTDA. **Plano diretor de água, plano de combate às perdas e plano de segurança de água do município de Rio Claro**: relatório final. São Carlos, SP: Hidrosan, 2020. v. 1, t. 1, t. 2, t. 3, t. 4; v. 2; v. 3, t. 1, t. 2, t. 3.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ACCOUNTANTS - IFAC. **Enhancing shareholder wealth by better managing business risk**. New York, US: FMAC, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados**: Rio Claro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/rio-claro.html>. Acesso em: 1 jun. 2019.

KAERCHER, A. R.; LUZ, D. F. **Gerenciamento de riscos**: do ponto de vista da gestão de produção. Rio de Janeiro: Interciência, 2016.

LEÃO, L. M. **Metodologia de estudo e pesquisa**: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

LUCENA, R. G. R.; RAZZOLINI, M. T. P.; MENEZES, L. M. B.; MARQUES, R. A. A.; NARVAI, P. C. Significados da água na visão de lideranças de saúde. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 1193-1204, out./dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v22n4/20.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2019.

MARTINHO, C.; MENDES, R. Plano de segurança da água, um desafio. *In*: BENSOUSSAN, M. A. *et al.* (org.). **Plano de segurança de água na visão de especialistas**. São Paulo: Setri, 2015. p. 95-106.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MORAIS, C. Plano de segurança da água, porque ele é tão importante. *In*: BENSOUSSAN, M. A. *et al.* (org.). **Plano de segurança de água na visão de especialistas**. São Paulo: Setri, 2015. p. 107-121.

OLIVEIRA, Flávio Miguel Reis. Redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água: Otimização das pressões numa grande rede de distribuição de água-aplicação ao caso do Porto. 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Constituição da Organização Mundial da Saúde**. Nova Iorque: OMS, 1946.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Água e saúde**. Brasília: OPAS/OMS, 2001.

PÁDUA, Silvia Inês Dallavalle de. Estudo sobre a aplicação do método de avaliação do modelo de processos de negócio do EKD. **Production**, v. 22, n. 1, p. 155-172, 2012.

PEREIRA, A. A.; OCAZONEZ, S. A. C.; TOMAZ, C. Avaliação da qualidade da água: proposta de novo índice alicerçado na lógica fuzzy. **Biosci. J.**, Uberlândia, MG, v. 28, n. 4, p. 667-677, jul./ago. 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/12577/9760>. Acesso em: 1 nov. 2019.

PEROVANO, D. G. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

RIO CLARO. Lei Complementar n. 128 de 7 de dezembro de 2017. Institui o plano diretor de desenvolvimento do município de Rio Claro. **Prefeitura Municipal de Rio Claro**, Secretaria Municipal de Administração, Rio Claro, SP, 7 dez. 2017. Disponível em: <https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/2018/LeiComplementar128.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2020.

RIO CLARO. Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro. **Água**. Rio Claro: DAAE, 2020. Disponível em: <http://www.daaerioclaro.sp.gov.br/pagina.geral.php?pagina=agua>. Acesso em: 5 maio 2020.

SERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA. **Estudo de concepção do sistema de esgotos sanitários de Rio Claro**. Rio Claro: SEREC, 2019.

SILVA, L. J.; LOPES, L. G.; AMARAL, L. A. Qualidade da água de abastecimento público do município de Jaboticabal, SP. **Revista Engenharia Sanitária**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 615-622, jul./set. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n3/1809-4457-esa-21-03-00615.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2020.

SOLER, A. M.; JOIA, L. A.; BERNAT, G. B.; RABECHINI JUNIOR, R. **Gerenciamento de riscos em projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

TRENTIM, M. H. **Gerenciamento de projetos**: guia para certificação Capm® e Pmp®. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

VIEIRA, J. M. P. Estado da arte do plano de segurança da água. *In*: BENSOUSSAN, M. A. et al. (org.). **Plano de segurança de água na visão de especialistas**. São Paulo: Setri, 2015. p. 29-45.

WORLD HEALTH ORGANIZATION'S. **Guidelines for drinking-water quality**. 4. ed. Geneva: WHO, 2017.